

Analiza kosztów sztucznego i naturalnego odnowienia dębu w wybranych nadleśnictwach

Cost analysis of artificial and natural oak regeneration in selected forest districts

Adam Kaliszewski

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05–090 Raszyn

Tel. +48 22 7150678, fax +48 22 7153837, e-mail: A.Kaliszewski@ibles.waw.pl

Abstract. The aim of the paper is to present the results of a cost analysis for artificial and natural oak regeneration in selected forest districts in Poland.

This research was conducted in six forest districts with a high share of natural oak regeneration, located in south-western and central Poland. Altogether 65 plots with artificial and 35 plots with natural regeneration were analyzed based on the extent of silvicultural (weeding, supplementary planting and pre-commercial thinning) and protective measures (chemical and mechanical wildlife damage control, fencing) performed on the regenerated areas for the six years following forest regeneration. An intensity ratio (i.e. a proportion of the area of measures to the area of forest regeneration) as well as the mean unit costs of the measures and mean costs of the measures per hectare of forest regeneration were calculated.

The results show that the total costs of silvicultural and protective measures in natural oak regeneration were considerably lower as compared to artificial regeneration. The cumulative average costs during 6 years (without costs of fencing) amounted to 1216 PLN/ha and 6543 PLN/ha for natural and artificial regeneration respectively. Lower costs of natural oak regeneration resulted from the complete lack of expenditures on seedlings and planting, a considerably lower weeding intensity, scarce supplementary planting, and the absence of mechanical wildlife damage control measures. Nonetheless, natural regeneration generated higher costs for pre-commercial thinning due to its higher intensity, earlier initiation, and higher unit costs compared to artificial regeneration, as well as chemical wildlife damage control measures which unit costs were higher by over 50%. However, higher costs of pre-commercial thinning and chemical control measures did not significantly affect the measurable financial benefits of natural regeneration.

In conclusion, the matter of financial viability of natural oak regeneration should be explored in more detail over longer time spans.

Keywords: silvicultural measures, protective measures, intensity, unit costs

1. Wstęp

Odnowienia naturalne są jednym z elementów wielofunkcyjnej, trwale zrównoważonej gospodarki leśnej (MOŚZNiL 1997). Racjonalne wykorzystanie naturalnej regeneracji stanowi również jedną z podstawowych zasad hodowli lasu (CILP 2012).

Powszechne stosowanie odnowień naturalnych ma miejsce w wielu krajach (Leibundgut 2007). Również w Polsce udział naturalnej regeneracji lasu stopniowo wzrasta (Szramka 2014), choć nadal jest stosunkowo niski na tle innych krajów europejskich (Forest Europe 2015). W 2014 r. w naturalny sposób odnowiono 9,2 tys. ha lasu, co stanowiło 16,3% wszystkich odnowień w kraju. Od 2006 r. udział tego sposobu odnowienia lasu wzrósł o 5,7 punktu procentowego (CILP 2007, 2016).

Odnowienie naturalne ma liczne zalety. Do najważniejszych z nich należą: większe i pełniejsze zróżnicowanie genetyczne drzewostanów, a dzięki temu zmniejszenie ryzyka hodowlanego, zachowanie ciągłości produkcji leśnej oraz korzystnych cech mikroklimatu i gleby, zachowanie miejscowych ekotypów, dobre dostosowanie odnowienia do mikrosiedliska, niezakłócony wzrost nalu i podrostu (Jaworski 2011). Odnowienie naturalne pozwala na skuteczniejszą ochronę ekosystemów leśnych przed zmianami klimatu i utratą różnorodności biologicznej, a także na zachowanie walorów krajobrazowych (Larsen, Johnson 1998; Sinha et al. 2017).

Jednocześnie naturalna regeneracja lasu nie jest pozbawiona pewnych wad, wśród których najczęściej wymienia się: zależność od obradzenia, urodzaju i żywotności nasion,

nierównomierność w zagęszczeniu odnowienia, większe zagrożenie ze strony roślin zielnych, a także zwierzyny pływowej (ze względu na brak grodzień), jak też innych zagrożeń w początkowej fazie wzrostu (Larsen, Johnson 1998; Jaworski 2011).

Ze względu na oszczędności kosztów na materiale siewnym lub sadzeniowym odnowienia naturalne są tańsze względem sztucznych, choć jednocześnie wymagają zwiększonych nakładów pracy i środków finansowych na zabiegi pielęgnacyjne i uzupełnienia (Żybura 2014). Szczegółowe badania nad ekonomicznymi aspektami różnych sposobów odnawiania lasu są jednak w Polsce podejmowane rzadko.

Analizę kosztów sztucznego i naturalnego odnowienia lasu w Nadleśnictwie Konstantynowo wykonał Szramka (2001). Ze względu na niewielką powierzchnię odnowień naturalnych, długi okres ich odnowienia oraz posługiwanie się wartościami średnimi uzyskane wyniki mają charakter orientacyjny. Zdaniem autora problem wymaga badań w innych jednostkach gospodarczych (Szramka 2001). Przedmiotem kolejnych badań Szramki były koszty odnowień naturalnych i sztucznych – również traktowanych całościowo – na terenie trzech nadleśnictw. Przeprowadzona analiza pozwoliła określić relacje między kosztami odnowienia sztucznego i naturalnego oraz stwierdzić, iż koszty odnowienia naturalnego są wielokrotnie niższe od kosztów sztucznej regeneracji lasu (Szramka 2005).

Badania zrealizowane przez zespół Rykowskiego dotyczyły oceny wybranych kosztów zagospodarowania i ochrony drzewostanów sosnowych lub z udziałem sosny pochodzenia naturalnego i sztucznego w Nadleśnictwie Tuszynie. W części ekonomicznej przeprowadzono m.in. szczegółowe porównanie kosztów odnowienia i pielęgnowania drzewostanów sosnowych różnego pochodzenia (Rykowski et al. 2006).

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki analizy bezpośrednich kosztów inicjowania, hodowli i ochrony odnowień sztucznych i naturalnych dębu w wybranych nadleśnictwach, zlokalizowanych na obszarze regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych we Wrocławiu i w Łodzi.

2. Metodyka i obiekty badań

O udostępnienie danych dotyczących zakresu działań hodowlanych i ochronnych w odnowieniach naturalnych i sztucznych dębu w ciągu sześciu lat od założenia uprawy lub uznania odnowienia naturalnego oraz nakładów finansowych ponoszonych na realizację tych prac zwrócono się w drugiej połowie 2011 r. do 12 nadleśnictw położonych na terenie trzech regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (w Łodzi, Poznaniu i Wrocławiu). Nadleśnictwa wytypowano spośród grupy jednostek, w których przeprowadzona wcześniej inwentaryzacja wskazywała na wysoki udział odnowień naturalnych dębu (Zachara et al. 2011). W szczególności każdorazowo prośba dotyczyła:

- informacji o 12–15 odnowieniach naturalnych i sztucznych, uznanych w 2004 r. lub (w przypadku trudności z uzyskaniem danych z określonej liczby odnowień) w 2005 r., występujących na siedlisku Lśw, LMśw lub Lwyżśw,
- rozmiaru zabiegów hodowlanych i ochronnych przeprowadzonych w kolejnych latach od uznania odnowienia za przydatne do dalszej hodowli do 2010 roku włącznie oraz kosztów tych zabiegów (w wartościach bieżących).

W odpowiedzi otrzymano dane dotyczące 65 odnowień sztucznych dębu (lub z przewagą tego gatunku), zlokalizowanych w 6 nadleśnictwach, oraz 35 odnowień naturalnych dębu (lub z jego przewagą), położonych w 5 nadleśnictwach (tab. 1).

Łączna powierzchnia analizowanych odnowień sztucznych wynosiła 55,76 ha. Największa uprawa miała powierzchnię 3,07 ha, najmniejsza – 0,10 ha; 74,9% łącznego arealu (41,76 ha) stanowiły odnowienia pod osłoną, 25,1% (14,00 ha) – odnowienia na otwartej powierzchni. Największy udział (38,5%) miały uprawy, w których dąb był jedynym gatunkiem (łącznie 21,49 ha). Areal odnowień, w których dąb stanowił co najmniej 80%, wyniósł 39,11 ha (tj. 70,1%). Większość upraw (57) założono w 2004 r., a jedynie 8 w 2005 r.

Tabela 1. Liczba i łączna powierzchnia analizowanych odnowień w analizowanych nadleśnictwach

Table 1. Number of plots and the total area of forest regeneration in the studied forest districts

Nadleśnictwo Forest district	Odnowienia sztuczne Artificial regeneration		Odnowienia naturalne Natural regeneration	
	Liczba powierzchni Number of plots	Łączna powierzchnia [ha] Total area [ha]	Liczba powierzchni Number of plots	Łączna powierzchnia [ha] Total area [ha]
Jawor	12	6,89	13	10,65
Bardo Śląskie	9	8,55	-	-
Oborniki Śląskie	3	1,51	10	11,99
Grotniki	12	15,70	4	2,13
Brzeziny	5	1,17	3	2,40
Poddębice	24	21,94	5	7,68
Razem / Total	65	55,76	35	34,85

Analiza naturalnych odnowień dębu została przeprowadzona dla 35 powierzchni o łącznym areale 34,85 ha, uznanych za przydatne do dalszej hodowli w 2004 r. (20) i 2005 r. (15). Powierzchnia poszczególnych odnowień wynosiła od 0,20 ha do 3,38 ha. Odnowienia pod osłoną zajmowały łączny areal 32,35 ha (tj. 92,8%). Powierzchnia odnowień, w których dąb stanowił co najmniej 80%, wyniosła 30,02 ha (tj. 86,1%). Dąb był jedynym gatunkiem na 71,7% analizowanej powierzchni.

Na podstawie danych uzyskanych z nadleśnictw obliczono:

- średnią intensywność poszczególnych zabiegów hodowlanych i ochronnych, tj. stosunek powierzchni poddawanej zabiegom w kolejnych latach po założeniu uprawy lub uznaniu odnowienia naturalnego do całkowitej powierzchni analizowanych odnowień (określoną jako współczynnik intensywności),

- średnie bezpośrednie koszty jednostkowe zabiegów (tj. w przeliczeniu na 1 ha zabiegu),

- przeciętne bezpośrednie koszty zabiegów na 1 ha odnowienia lasu.

W odniesieniu do odnowienia naturalnego badaniami objęto koszty przygotowania i pielęgnacji gleby, czyszczeń wczesnych, poprawek, ochrony chemicznej siewek oraz grodzenia. W przypadku sztucznych upraw analiza objęła dodatkowo koszty materiału sadzeniowego i sadzenia oraz ochrony mechanicznej przed zwierzyną (osłonki).

3. Wyniki badań

Zestawienie wyników dotyczących średniej intensywności poszczególnych zabiegów w kolejnych latach po odnowieniu powierzchni oraz średnich kosztów tych zabiegów przedstawiono w tabelach 2 i 3.

W odnowieniach sztucznych średni koszt założenia uprawy dla wszystkich analizowanych powierzchni wyniósł 3530 PLN/ha. Najniższy był w Nadleśnictwie Brzeziny (2579 PLN/ha), najwyższy – w Nadleśnictwie Bardo Śląskie (5018 PLN/ha).

W przypadku odnowień naturalnych regeneracja lasu w trzech nadleśnictwach (Jawor, Grotniki, Poddębice) przebiegała samorzutnie, bez wcześniejszego przygotowania gleby, a zatem również bez ponoszenia nakładów finansowych. W dwóch pozostałych nadleśnictwach (Oborniki Śląskie i Brzeziny) na części powierzchni gleba była przygotowywana przed obsiewem, jednak średnie koszty poniesione na ten zabieg nie przekraczały 90 PLN/ha odnowienia. W przeliczeniu na całą powierzchnię naturalnych odnowień dębu w badanych nadleśnictwach średni koszt zabiegu wyniósł 30 PLN/ha.

Średni współczynnik intensywności pielęgnacji gleby w odnowieniach sztucznych w latach 2004–2010 dla wszystkich nadleśnictw wyniósł 4,59. Najintensywniej były pielęgnowane uprawy w Nadleśnictwie Brzeziny (5,91), w najmniejszym

Tabela 2. Średnia intensywność zabiegów hodowlanych i ochronnych w kolejnych latach po sztucznym odnowieniu lasu lub uznaniu odnowienia naturalnego

Table 2. Mean intensity of silvicultural and protective measures in subsequent years after artificial forest regeneration or approval of natural regeneration

Zabieg Measure	Metoda odnowienia Regeneration method	Lata od odnowienia powierzchni Years since regeneration							Suma Sum
		0	1	2	3	4	5	6	
Pielęgnacja gleby Weeding	sztuczne / artificial	0,64	0,90	0,85	0,80	0,61	0,40	0,39	4,59
	naturalne / natural	0,20	0,19	0,19	0,19	0,14	0,01	0,12	1,04
Poprawki Supplementary planting	sztuczne / artificial	-	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	-	0,12
	naturalne / natural	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00
Czyszczenia wczesne Precommercial thinning	sztuczne / artificial	-	-	-	-	0,07	0,04	0,06	0,17
	naturalne / natural	0,00	0,03	0,05	0,20	0,11	0,06	0,04	0,49
Ochrona chemiczna przed zwierzyną Chemical wildlife damage control	sztuczne / artificial	0,19	0,26	0,31	0,15	0,11	0,07	0,01	1,10
	naturalne / natural	0,36	0,17	0,21	0,13	0,11	-	-	0,98
Ochrona mechaniczna przed zwierzyną Mechanical wildlife damage control	sztuczne / artificial	0,03	0,01	0,03	0,05	-	0,01	0,02	0,15
	naturalne / natural	-	-	-	-	-	-	-	-
Grodzenia Fencing	sztuczne / artificial	0,13	-	-	-	-	-	-	0,13
	naturalne / natural	0,05	0,07	-	-	-	-	-	0,12

Tabela 3. Średnie koszty zabiegów hodowlanych i ochronnych w kolejnych latach po sztucznym odnowieniu lasu lub uznaniu odnowienia naturalnego (PLN/ha, ceny bieżące)

Table 3. Mean costs of silvicultural and protective measures in subsequent years after artificial forest regeneration or approval of natural regeneration (PLN/ha, current prices)

Zabieg Measure	Metoda odnowienia Regeneration method	Lata od odnowienia powierzchni Years since regeneration							Suma Sum
		0	1	2	3	4	5	6	
Pielęgnacja gleby Weeding	sztuczne / artificial	233	365	333	385	364	233	232	2147
	naturalne / natural	72	55	91	112	85	6	92	513
Poprawki Supplementary planting	sztuczne / artificial	-	197	142	59	35	56	-	489
	naturalne / natural	-	7	6	11	-	-	-	24
Czyszczenia wczesne Precommercial thinning	sztuczne / artificial	-	-	-	-	38	24	34	96
	naturalne / natural	-	17	32	118	100	18	23	308
Ochrona chemiczna przed zwierzyną Chemical wildlife damage control	sztuczne / artificial	38	58	73	32	28	19	1	250
	naturalne / natural	148	68	56	30	40	-	-	341
Ochrona mechaniczna przed zwierzyną Mechanical wildlife damage control	sztuczne / artificial	10	3	6	6	-	2	4	31
	naturalne / natural	-	-	-	-	-	-	-	-
Grodzenia i naprawa grodzień Fencing and fence repairs	sztuczne / artificial	571	-	32	12	3	-	-	618
	naturalne / natural	129	83	-	-	41	16	10	279

stopniu – w Nadleśnictwie Bardo Śląskie (2,88). Najintensywniejsze zabiegi pielęgnacyjne prowadzone były w okresie od roku do trzech lat po założeniu upraw (średnia intensywność dla wszystkich powierzchni w poszczególnych latach wyniosła 0,80–0,90). Jednak w trzech analizowanych nadleśnictwach (Bardo Śląskie, Brzeziny i Poddębice) maksimum przypadło na rok po sztucznym odnowieniu powierzchni, w pozostałych trzech (Jawor, Oborniki Śląskie i Grotniki) najintensywniejszej pielęgnacji poddano uprawy dwa lata po ich założeniu.

W odnowieniach naturalnych średnia intensywność zabiegu dla całego badanego okresu wyniosła 1,04. Pielęgnację gleby prowadzono jedynie w trzech nadleśnictwach: Oborniki Śląskie, Grotniki oraz Poddębice. W roku uznania odnowienia i przez trzy kolejne lata średnia intensywność zabiegów była praktycznie jednakowa i wynosiła ok. 0,20.

Średnie koszty jednostkowe pielęgnacji gleby w odnowieniach sztucznych i naturalnych były zbliżone i wyniosły odpowiednio 466 i 486 PLN/ha zabiegu. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni odnowienia przeciętne koszty pielęgnacji gleby w uprawach były ponad czterokrotnie wyższe (2147 PLN/ha) niż w odnowieniach naturalnych (513 PLN/ha).

Poprawki były wykonywane przede wszystkim w odnowieniach sztucznych, a łączny współczynnik intensywności zabiegu wyniósł 0,12. Najwięcej poprawek wymagały

uprawy w Nadleśnictwie Poddębice (współczynnik = 0,16). W dwóch nadleśnictwach (Jawor i Brzeziny) nie przeprowadzono tego zabiegu. Poprawki w największym stopniu wykonywano w kolejnym roku po założeniu uprawy.

W odnowieniach naturalnych poprawki miały marginalne znaczenie: ich łączny areal w dwóch nadleśnictwach (Grotniki i Poddębice) wyniósł 0,6% powierzchni odnowień.

Średnie koszty jednostkowe poprawek w odnowieniach sztucznych były nieznacznie wyższe niż w odnowieniach naturalnych i wyniosły odpowiednio 4200 i 3958 PLN/ha. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni odnowienia koszty poprawek w uprawach były jednak ponad 20 razy wyższe niż w odnowieniach naturalnych.

Średni współczynnik intensywności czyszczeń wczesnych w odnowieniach sztucznych wyniósł 0,17. Względnie najwięcej czyszczeń przeprowadzono w uprawach w Nadleśnictwie Jawor (współczynnik = 0,34). Zabiegi były wykonywane począwszy od czwartego roku po założeniu uprawy. W dwóch nadleśnictwach (Oborniki Śląskie i Grotniki) w analizowanym okresie nie przeprowadzano czyszczeń.

W odnowieniach naturalnych czyszczeń nie wykonano jedynie w Nadleśnictwie Grotniki. Średnia intensywność zabiegu wyniosła 0,49, jednak w Nadleśnictwie Brzeziny, gdzie była ona najwyższa, osiągnęła wartość 2,00. Czyszcze-

nia wczesne prowadzono już od pierwszego roku po uznaniu odnowienia naturalnego, a zabieg wykonano na największej powierzchni w trzecim roku (współczynnik = 0,20).

Średni koszt jednostkowy czyszczeń wczesnych w odnowieniach naturalnych kształtował się na poziomie 636 PLN/ha i był o około 12% wyższy niż w odnowieniach sztucznych (538 PLN/ha). Z uwagi na wyższe koszty jednostkowe i większą intensywność zabiegu średnie koszty czyszczeń w przeliczeniu na 1 ha odnowienia naturalnego w całym okresie były 3,2 razy wyższe niż w uprawach założonych sztucznie.

Grodenia upraw przeprowadzono w trzech nadleśnictwach (Jawor, Bardo Śląskie i Poddębice) w roku odnowienia powierzchni. Średni współczynnik intensywności zabiegu dla wszystkich upraw wyniósł 0,13, a najwyższy był w Nadleśnictwie Jawor – 0,73.

Grodenie odnowień naturalnych wykonano jedynie w Nadleśnictwie Oborniki Śląskie w roku uznania odnowienia i rok później. Intensywność zabiegu w tym nadleśnictwie wyniosła 0,36, co w przeliczeniu na 1 ha analizowanych odnowień naturalnych daje wartość współczynnika równą 0,12 i jest wielkością niemal identyczną, jak w przypadku odnowień sztucznych.

Średni współczynnik intensywności zabiegów ochrony chemicznej przed zwierzyną w uprawach wyniósł 1,10. Najintensywniej zabiegi wykonywano w Nadleśnictwie Grotniki (współczynnik = 2,40), najmniej intensywnie – w Nadleśnictwie Poddębice (0,03). W największym zakresie ochrona chemiczna przed zwierzyną prowadzona była dwa lata po założeniu uprawy (średnia intensywność = 0,32), a w kolejnych latach stopniowo malała.

W odnowieniach naturalnych średnia intensywność zabiegów ochronnych dla całego okresu wyniosła 0,98 i była zbliżona do intensywności zabiegu w uprawach zakładanych sztucznie. Ochronę chemiczną stosowano jednak tylko w dwóch nadleśnictwach: Jawor (współczynnik = 2,64) i Oborniki Śląskie (współczynnik = 0,23). Zabiegi ochronne przeprowadzano najintensywniej w roku uznania odnowienia naturalnego, w kolejnych latach intensywność stopniowo malała.

Średni koszt jednostkowy ochrony chemicznej w odnowieniach naturalnych w całym analizowanym okresie sięgał 348 PLN/ha i był o około 55% wyższy niż w odnowieniach sztucznych (227 PLN/ha). Z uwagi na wyższe koszty jednostkowe, przy zbliżonej intensywności zabezpieczania chemicznego przed zwierzyną, średnie koszty zabiegu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni odnowienia naturalnego w całym okresie były o około 35% wyższe w stosunku do odnowień sztucznych.

Ochrona mechaniczna (osłonki) była stosowana jedynie w odnowieniach sztucznych dębu w dwóch nadleśnictwach (Brzeziny i Poddębice). Średnia intensywność zabiegu dla wszystkich odnowień wyniosła 0,15 (w Nadleśnictwie Brzeziny 0,77).

Średnie koszty jednostkowe ochrony mechanicznej przed zwierzyną wyniosły 187 PLN/ha. Były one najwyższe w roku założenia uprawy i w kolejnych latach stopniowo malały. Prze-

ciętne nakłady na wykonanie zabiegu w przeliczeniu na 1 ha uprawy w całym okresie nie przekraczały 10 PLN/ha rocznie.

4. Dyskusja

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że koszty zagospodarowania i ochrony odnowień naturalnych dębu są zdecydowanie niższe od analogicznych kosztów odnowień sztucznych. Łączne średnie koszty odnowienia sztucznego oraz zabiegów hodowlanych i ochronnych w kolejnych sześciu latach po założeniu uprawy wyniosły w wartościach bieżących 7161 PLN/ha. Analogiczne koszty odnowienia naturalnego tego gatunku wyniosły około 1495 PLN/ha. Należy zauważyć, że średnie koszty jednostkowe grodzień upraw były około 2,5 razy wyższe niż odnowień naturalnych. Ogólny koszt grodenia zależy jednak od jego długości (a więc i kształtu grodzonej powierzchni), a nie od samego sposobu odnowienia lasu. Biorąc pod uwagę niemal identyczną intensywność zabiegu w odniesieniu do odnowień naturalnych i sztucznych należy przyjąć, że różnice w kosztach wynikały z kształtu grodzonych powierzchni (długość grodenia), a nie sposobu odnowienia lasu. Pomijając nakłady poniesione na grodenia, sumaryczne koszty regeneracji sztucznej dębu sięgają 6543 PLN/ha i są ponad pięciokrotnie wyższe niż w przypadku odnowień naturalnych (1216 PLN/ha).

Badane nadleśnictwa różnią się warunkami przyrodniczymi i gospodarczymi, co w konsekwencji wpływa na zróżnicowanie kosztów zabiegów hodowlanych i ochronnych, utrudniając porównanie uzyskanych wyników. Z tego powodu istotniejsze od wartości pieniężnych są względne różnice w intensywności poszczególnych zabiegów w obu metodach odnowienia lasu. W strukturze kosztów sztucznej regeneracji lasu dominują nakłady związane z odnowieniem powierzchni (przygotowanie gleby, sadzonki, sadzenie), których udział wynosi 49,3% wszystkich nakładów w analizowanym okresie. Drugim bardzo istotnym czynnikiem kosztotwórczym są zabiegi pielęgnowania gleby (30,0%). W odnowieniach naturalnych dębu największy udział ma natomiast pielęgnacja gleby (34,3%).

Na niższe koszty odnowień naturalnych dębu miały wpływ następujące czynniki:

- brak nakładów związanych z produkcją materiału sadzeniowego, przygotowaniem gleby oraz sadzeniem; w większości analizowanych obiektów odnowienie naturalne dębu odbywało się samorzutnie, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów, nakłady na sadzonki i sadzenie są natomiast głównym czynnikiem wpływającym na wysokość kosztów odnowień sztucznych;
- dużo mniejsza intensywność pielęgnacji gleby, co przy nieznacznie wyższych kosztach jednostkowych zabiegu skutkowało około czterokrotnym obniżeniem kosztów w przeliczeniu na powierzchnię analizowanych odnowień;
- niemal całkowity brak poprawek, które w odnowieniach sztucznych wykonywano na 12% całkowitej powierzchni;
- brak konieczności wykonywania zabiegu ochrony mechanicznej przed zwierzyną.

Jednocześnie wykonanie niektórych zabiegów w odnowieniach naturalnych wymagało poniesienia wyższych nakładów w porównaniu z uprawami. W odnowieniach naturalnych czyszczenia wczesne miały około trzy razy większą intensywność, były one również wcześniej rozpoczynane i cechowały się wyższymi kosztami jednostkowymi. Wynika to ze specyfiki odnowienia naturalnego, charakteryzującego się większym zagęszczeniem i wymagającego silniejszej selekcji drzewek we wczesnych etapach rozwoju drzewostanu. Ponadto koszt jednostkowy ochrony chemicznej przed zwierzną był o ponad 50% wyższy niż w uprawach dębowych, co przełożyło się na wyższe koszty zabiegu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni odnowienia.

Uzyskane wyniki częściowo stanowią potwierdzenie wcześniejszych badań, wskazujących na ekonomiczną opłacalność naturalnego odnowienia lasu (Szramka 2001, 2005). Analiza przeprowadzona przez tego autora w Nadleśnictwie Konstantynowo wykazała, że w odnowieniach sztucznych 30–40% wszystkich kosztów stanowią nakłady ponoszone na czynności odnowieniowe, tj. sadzenie, transport i dołowanie sadzonek przed sadzeniem. Razem z kosztami sadzonek, sięgającymi 20–25% wszystkich nakładów, nakłady na odnowienie lasu wynoszą ponad połowę wszystkich kosztów (Szramka 2001). Autor nie analizował jednak wydatków ponoszonych na ochronę upraw i odnowień przed zwierzną, stąd możliwości porównania z prezentowanymi tu wynikami badań są ograniczone. Również odniesienie się do późniejszych badań Szramki jest utrudnione, bowiem autor sam zauważa, że przeprowadzone przez niego badania pozwoliły określić jedynie strukturę kosztów sztucznego odnowienia lasu. Zaznacza jednocześnie, że koszty jednostkowe odnowienia naturalnego w analizowanych trzech nadleśnictwach były bardzo zróżnicowane, co wynikało m.in. z położenia obiektu badań oraz ze stosowanej procedury uznawania odnowień naturalnych, a także metodyki rachunku tych kosztów oraz pewnej dowolności w ewidencji kosztów i powierzchni odnowień naturalnych. W strukturze kosztów odnowień sztucznych największy udział miały koszty sadzonek (36–55%), prac odnowieniowych (19–38%) oraz poprawek (12–21%) (Szramka 2005).

Literatura zagraniczna dotycząca omawianej problematyki także jest bardzo ograniczona. Wiele badań opiera się nie na rzeczywistych, a założonych średnich kosztach działań gospodarczych oraz określonej stopie dyskontowej i tym samym ma charakter teoretycznych rozważań (Rosenstock 1991; Fürst, Johann 1994; Clasen, Knoke 2014; Hosius et al. 2016; Knoke et al. 2016), trudnych do porównania z przedstawionymi w niniejszej pracy wynikami. Wyjątek na tym tle stanowi praca Gürtha i Vöhringera (1993), zawierająca porównanie kosztów odnowienia dębu na kilkunastu powierzchniach badawczych w okręgu leśnym Müllheim w Badenii-Wirtembergii. Badania pokazały, że w zależności od przyjętego wariantu kalkulacji kosztów (przeciętne stawki kosztów operacji oraz realnie poniesione koszty, obliczone na podstawie rzeczywistej pracochłonności operacji i przyjętej stawce za godzinę pracy) oraz wariantu odnowienia naturalnego (z ograniczeniem pielęgnacji,

z przerzedzeniem oraz z grodzeniem) bezpośrednie nakłady finansowe na odnowienia sztuczne, ich ochronę i pielęgnację były od ok. 60% do ponad 300% wyższe. W odnowieniach sztucznych struktura kosztów obejmowała pielęgnację gleby i czyszczenia wczesne (ok. 45%), sadzonki i sadzenie (20–30%), poprawki i uzupełnienia (15–25%), grodzenia (ok. 10%) oraz nawożenie początkowe (3%). W strukturze kosztów odnowienia naturalnego występowały nakłady na pielęgnację gleby i czyszczenia wczesne (40–76%), grodzenia (18–44%) oraz poprawki i uzupełnienia (1–41%). Autorzy zauważają, że przez samą zmianę metody regeneracji lasu koszty odnowienia mogą zostać obniżone o ponad 40%. Uproszczenie metod odnowienia naturalnego pozwala na zmniejszenie nakładów finansowych o dalsze 10%, a pominięcie grodzień nawet o ponad 70%, przy czym trudno jest ocenić w takiej sytuacji szanse na uzyskanie odnowienia o wysokiej jakości hodowlanej (Gürth, Vöhringer 1993).

Uzyskane przez Gürtha i Vöhringera wyniki trudno jest porównać z rezultatami opisanych tu badań. Analiza autorów niemieckich obejmuje inne czynności – brak jest m.in. wyszczególnionego osobno przygotowania gleby, jak również pielęgnacji gleby i czyszczeń wczesnych, a zabiegi ochronne przed zwierzną obejmują jedynie grodzenia. Niemniej jednak należy zauważyć, że w obu przypadkach w odnowieniu sztucznym dominują nakłady związane z sadzeniem (przygotowanie gleby, sadzonki i sadzenie) oraz pielęgnacja gleby, natomiast w odnowieniu naturalnym większość kosztów bezpośrednich związanych jest z pielęgnowaniem gleby. Zastosowanie odnowienia naturalnego – poza bezspornymi korzyściami ekologicznymi – pozwala w określonych przypadkach na znaczące ograniczenie ponoszonych nakładów finansowych.

5. Wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Odnowienie naturalne dębu jest tańszym sposobem regeneracji lasu w porównaniu z odnowieniem sztucznym tego gatunku.

2. Wymierne korzyści z odnowień naturalnych przejawiają się przede wszystkim w braku kosztów związanych z produkcją materiału sadzeniowego i sadzenia oraz brakiem lub znacznie niższymi kosztami przygotowania gleby. Wyższe koszty czyszczeń wczesnych oraz chemicznej ochrony przed zwierzną w analizowanych naturalnych odnowieniach dębowych nie wpływają zasadniczo na ogólny korzystny wynik ekonomiczny tego sposobu odnowienia lasu.

3. Z uwagi na znaczenie dla praktyki gospodarczej, problematyka ekonomicznej opłacalności odnowień naturalnych dębu oraz ich pielęgnacji i ochrony powinna być podejmowana w dalszych badaniach w dłuższej perspektywie czasowej.

Konflikt interesów

Autor deklaruje brak potencjalnych konfliktów.

Źródło finansowania

W publikacji przedstawiono wyniki badań zrealizowanych w ramach projektu pt. „Odnowienie naturalne najważniejszych gatunków lasotwórczych w Polsce jako element strategii trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasu”, sfinansowanego ze środków Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie.

Literatura

- Clasen C., Knoke T. 2014. Der finanzielle Vorteil von Naturverjüngung. Grundlagen der Finanzmathematik für den täglichen Gebrauch. *LWF aktuell* 99: 13–16.
- Fürst W., Johann K. 1994. Modellkalkulationen zum Naturverjüngungsbetrieb. *Österreichische Forstzeitung* 11: 26–28.
- Gürth P., Vöhringer F. 1993. Eichennaturverjüngung und Eichenpflanzung im Forstbezirk Müllheim. Ein Wachstums und Kostenvergleich. *Forst und Holz* 23: 672–676.
- Hosius B., Bergmann F., Leinemann L. 2016. Natürlich verjüngen oder pflanzen? *AFZ-Der Wald* 14: 24–28.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 640 s. ISBN 978-83-09-01075-3.
- Knoke T., Clasen C., Paul C., Friedrich S. 2016. Ökonomische Kalkulationen sprechen oft für Naturverjüngung. *AFZ-Der Wald* 17: 42–45.
- Larsen D.R., Johnson P.S. 1998. Linking the ecology of natural oak regeneration to silviculture. *Forest Ecology and Management* 106: 1–7.
- Leibundgut H. 2007. Naturalne odnowienie lasu. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 162 s. ISBN 978-83-09-01017-3.
- Rosenstock A. 1991. Forstökologische Überlegungen können zugleich die Kosten senken. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 18: 962–963.
- Rykowski K., Andrzejczyk T., Dobrowolska D., Farfał D., Falencka-Jabłońska M., Boczoń A., Borkowski J., Borowski Z., Mazurska K., Kaliszewski A., Pudełko M. 2006. Przyrodnicze i ekonomiczne efekty ekosystemowego podejścia w trwałym i zrównoważonym gospodarstwie leśnym na przykładzie Nadleśnictwa Tuszymy (RDLP Krosno). Dokumentacja IBL, Warszawa.
- Sinha A., Rämöc J., Malo P., Kallio M., Tahvonon O. 2017. Optimal management of naturally regenerating uneven-aged forests. *European Journal of Operational Research* 256: 886–900. DOI 10.1016/j.ejor.2016.06.071.
- Szramka H. 2001. Analiza kosztów różnych sposobów odnowienia lasu na przykładzie wybranego nadleśnictwa Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Poznaniu. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN* 90: 91–95.
- Szramka H. 2005. Ekonomiczne aspekty różnych sposobów odnowienia lasu. *Sylvan* 149(11): 59–65.
- Szramka J. 2014. Hodowla lasu w zasadach gospodarki leśnej, w: Przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania oraz cele i metody hodowli lasu. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, VI Sesja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, s. 23–30. ISBN 978-83-62830-32-9.
- Zachara T., Ambroży S., Bieniek J., Boczoń A., Dobrowolska D., Gil W., Kaliszewski A., Kopryk W., Michalska A., Mionskowski M., Nowakowska J., Olszowska G., Paluch R., Zajączkowski G. 2011. Odnowienie naturalne najważniejszych gatunków lasotwórczych w Polsce jako element strategii trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasu. Dokumentacja IBL, Sękocin Stary.
- Żybura H. 2014. Sztuczne czy naturalne odnowienie lasu?, w: Przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania oraz cele i metody hodowli lasu. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, VI Sesja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, s. 317–329. ISBN 978-83-62830-32-9.

Materiały źródłowe

- CILP. 2007. Raport o stanie lasów w Polsce 2006. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 86 s.
- CILP. 2012. Zasady hodowli lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 72 s. ISBN 978-83-61633-65-5.
- CILP. 2016. Raport o stanie lasów w Polsce 2015. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 94 s.
- Forest Europe. 2015. State of Europe's Forests 2015. MCPFE, Forest Europe Liaison Unit, Madrid, 312 s.
- MOŚZNiL. 1997. Polityka leśna państwa. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 22 kwietnia 1997 r. Ministerstwo Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa.