

JUSTYNA DŁUGOSIEWICZ, STANISŁAW ZAJĄC, EMILIA WYSOCKA-FIJOREK

Ekonomiczna efektywność naturalnego i sztucznego odnowienia drzewostanów sosnowych w Nadleśnictwie Nowa Dęba*

Economic effectiveness of natural and artificial regeneration of Scots pine stands in the Nowa Dęba Forest District

ABSTRACT

Długosiewicz J., Zajęc S., Wysocka-Fijorek E. 2019. Ekonomiczna efektywność naturalnego i sztucznego odnowienia drzewostanów sosnowych w Nadleśnictwie Nowa Dęba. Sylwan 163 (5): 373-384. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018124>.

A prerequisite for effective forest management is a detailed economic analysis of given management determinants. In the forest district's expenditures, next to the wood harvesting and skidding, the cost of silvicultural activities constitute a considerable share. The choice of forest management methods, including those for forest regeneration has a significant effect on the costs incurred for silvicultural activities as well as on the quality of emerging new generation. The aim of the study was to assess the economic effectiveness of Scots pine stand management using natural and artificial regeneration. The research determined the size and structure of expenditures incurred for the establishment and maintenance of crops. We also carried out the analysis and assessment of the effects of the selected regeneration method on forest management economic efficiency. The economic analysis included the comparison of the costs of establishment and maintenance of stands with artificially regenerated Scots pine trees with the costs of analogous activities carried out within the research plots with Scots pine from self-seeding. The studies were carried out on 4 types of forest sites, i.e.: fresh coniferous, fresh mixed coniferous, wet mixed coniferous and fresh mixed deciduous. The analyses were carried out using the cash flow method – the stream of expenditure incurred for stand management. The total costs of artificial stand regeneration and maintenance were on average higher by 1,443.24 PLN/ha of plantation as compared to naturally regenerated stands. Lower costs of tending and corrections performed in artificially regenerated Scots pine stands did not compensate for high expenditure incurred on regeneration activities, and as a result the total cost amounted to an average of 5,002.94 PLN/ha, whereas in the case of natural regeneration the total cost was 3,559.70 PLN/ha. In the analysed methods, the site conditions were of great importance to the amount of expenditures incurred for stand regeneration and maintenance. The economic viability of forest natural regeneration was confirmed for fresh coniferous, fresh mixed coniferous and wet mixed coniferous habitat types. In fresh mixed deciduous site, high costs of tending treatments and corrections had a major effect on the low economic result of the natural method of forest regeneration. The presented results on the effectiveness of management of Scots pine stands or those with the predominance of Scots pine using natural and artificial regeneration can be an important factor in taking appropriate silvicultural decisions, based on the assessment and knowledge of determinants affecting profitability of undertakings.

*Artykuł powstał na podstawie pracy doktorskiej Justyny Długosiewicz „Ekonomiczno-hodowlana efektywność naturalnego i sztucznego odnowienia drzewostanów sosnowych” zrealizowanej na Wydziale Leśnym SGGW.

KEY WORDS

Scots pine, natural regeneration, artificial regeneration, costs, effectiveness assessment

ADDRESSES

Justyna Długosiewicz – e-mail: justyna.dlugosiewicz@wp.pl

Stanisław Zajac^(1, 2) – e-mail: s.zajac@ibles.waw.pl

Emilia Wysocka-Fijorek⁽¹⁾ – e-mail: e.wysocka-fijorek@ibles.waw.pl

⁽¹⁾ Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

⁽²⁾ Instytut Nauk Leśnych, Filia Uniwersytetu Łódzkiego w Tomaszowie Mazowieckim; ul. Konstytucji 3 Maja 65/67, 97-200 Tomaszów Mazowiecki

Wstęp

Gospodarstwa leśne uwzględniają w rachunku ekonomicznym koszty różnorodnej działalności, w tym również hodowli lasu. Analiza kosztów hodowli lasu dotyczy głównie metod zakładania i pielęgnacji upraw, obejmujących m.in. sposoby przygotowania gleby, odnowienia oraz rodzaju i częstotliwości wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych. Istotnym jej elementem jest weryfikacja ponoszonych kosztów oraz czynników kształtujących ich wysokość i strukturę. Zagadnienie struktury kosztów oraz odpowiednie ich kształtowanie ma istotne znaczenie w ocenie ekonomicznej efektywności gospodarowania oraz w prawidłowym zarządzaniu gospodarstwem leśnym [Magiera 1997; Kocel 1998, 2000; Buraczewski, Grygier 2011].

Problematyka ekonomicznej efektywności różnych sposobów odnowienia lasu wpisuje się w ważny w polskiej literaturze ekonomiczno-leśnej nurt rozważań o charakterze teoretyczno-praktycznym, dotyczący hodowli drzewostanów. Tematem tym zajmowali się m.in. Kocel [2000, 2004], Pachnowska [2001] i Lysik [2007], a ich badania dotyczyły struktury kosztów oraz analizy czynników je kształtujących. Problematykę ekonomiczną w odniesieniu do kosztów odnawiania lasu poruszali także Landenberger [1932], Jastrzębski [1975], Szramka [2001, 2005], Szramka i Sobolak [2005] oraz Kaliszewski [2006, 2008, 2017]. Jednymi z niewielu publikacji uwzględniającymi zarówno problem kosztów założenia i pielęgnacji upraw, jak i ich wartości hodowlanej są prace Glury i Molińskiego [2003], Rykowskiego i in. [2006] oraz Glury i Korzeniewicza [2013].

Celem podjętych badań jest ocena ekonomicznej efektywności sposobów odnowienia drzewostanów sosnowych z wykorzystaniem naturalnego i sztucznego odnowienia sosny zwyczajnej. Badaniami objęto m.in. częstotliwość, intensywność i rozmiar poszczególnych zabiegów hodowlanych wykonywanych przy różnych sposobach odnowienia oraz wielkość i strukturę kosztów poniesionych na założenie i pielęgnację analizowanych upraw, a także wpływ sposobu odnowienia drzewostanów sosnowych na ekonomiczną efektywność gospodarki leśnej.

Materiał i metody

Zakres badań obejmuje analizę wybranych kosztów założenia i pielęgnowania upraw sosnowych lub z przeważającym udziałem sosny zwyczajnej pochodzenia naturalnego i sztucznego. Obiektem badań były uprawy sosnowe lub z przeważającym udziałem sosny zwyczajnej zlokalizowane na terenie Nadleśnictwa Nowa Dęba na czterech siedliskowych typach lasu: bór świeży – Bśw, bór mieszany świeży – BMśw, bór mieszany wilgotny – BMw oraz las mieszany świeży – LMśw.

W pierwszym etapie wyselekcjonowano z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) bazę spełniającą założone kryteria wyboru:

- udział sosny w składzie gatunkowym równy lub większy niż 50%,
- materiał użyty do odnowień sztucznych to jednoroczne sadzonki sosny zwyczajnej o symbolu 1/0,
- odnowienie wykonane w ramach rębni zupełnych (IB, IC) i złożonych (IIIAU, IIIBU),
- odnowienia naturalne sosny uznane w roku obsiewu, tj. w roku uznania odnowienia sosna miała 1 rok.

Aby ograniczyć wpływ warunków atmosferycznych w danym roku (np. anomalie pogodowe) na poniesione koszty pielęgnowania odnowień, w badaniach uwzględniono cztery roczniki upraw, które w 2010 roku miały od 3 do 6 lat (tj. roczniki 2005-2008 dla upraw z sosną odnowioną naturalnie oraz roczniki 2006-2009 dla upraw z sosną odnowioną sztucznie). Do dalszej analizy wybrano czynności gospodarcze wykonywane w ramach planu hodowli lasu za lata 2003-2014. W szczególności wyodrębniono dane dotyczące: przygotowania gleby, odnowienia lasu, pielęgnacji (pielęgnowania gleby i czyszczeń wczesnych) oraz poprawek i uzupełnień.

Kolejnym elementem selekcji danych była weryfikacja informacji uzyskanych z SILP, która polegała m.in. na:

- przesłedzeniu historii każdej uprawy oraz ustaleniu właściwego adresu leśnego po zmianie operatu urzędzenia lasu (III i IV rewizja),
- analizie pasów odnowieniowych w dziesięcioleciu,
- usunięciu lub korekcie rekordów z błędnie zaksięgowanymi zabiegami i kosztami, niezgodnie z miejscem ich powstania,
- kategoryzacji grup czynności do poszczególnych rodzajów zabiegów (odmienne kody stosowane w latach 2003, 2004 i 2005),
- uzyskaniu brakujących danych z dokumentacji płacowej nadleśnictwa,
- usunięciu upraw z udziałem sosny pochodzącej z sukcesji naturalnej lub też jako uprawy pochodne,
- usunięciu rekordów z danymi dotyczącymi wykonanych czynności w odnowionych wcześniej gniazdach, np. dębowych, w przypadku upraw sosnowych założonych w ramach rębni IIIAU i IIIBU, gdyż do analizy przyjęto dane dotyczące tylko powierzchni międzygniazdowej.

W wyniku selekcji wyodrębniono 157 upraw z panującą lub współpanującą sosną o łącznej powierzchni 332,31 ha.

Sposób przygotowania gleby w obu metodach odnowienia lasu był uzależniony od warunków siedliskowych. Orka z wykorzystaniem pługa LPZ dominowała na słabszych siedliskach (Bśw i BMśw), a pługofrezarkę wykorzystywano głównie na trudniejszych powierzchniach (podmokłych, silnie się zachwaszczających), tj. na siedliskach BMw i LMśw. W odnowieniach naturalnych dominującym sposobem przygotowania gleby (również na siedlisku LMśw) było wykorzystanie pługa dwuodkładnicowego LPZ, natomiast w odnowieniach sztucznych częściej wykorzystywano pługofrezarkę. Nie stwierdzono przypadków odnowienia bez przygotowania gleby. Na zdecydowanej większości powierzchni badawczych glebę przygotowano w roku poprzedzającym odnowienie lub obsiew. Średnie koszty przygotowania gleby pod uprawy z odnowieniem naturalnym sosny wyniosły 996 PLN/ha i były niższe o 9% od analogicznych kosztów w odnowieniach sztucznych. Różnica ta wynikała z zastosowania odmiennych sposobów przygotowania gleby. Powierzchnie trudniejsze do odnowienia, ze względu na warunki wilgotnościowe czy stan pokrywy gleby i roślinność zielną, były częściej kwalifikowane do odnowień sztucznych, co wiązało się z zastosowaniem droższego sposobu przygotowania gleby z wykorzystaniem pługofrezarki.

W odniesieniu do poszczególnych siedlisk najniższe koszty przygotowania gleby wystąpiły na siedlisku Bśw, gdzie średni koszt przygotowania wyniósł 940,73 PLN/ha w odnowieniach naturalnych i 852,52 PLN/ha w odnowieniach sztucznych. Zdecydowanie najwyższe koszty przygotowania powierzchni pod odnowienia odnotowano na siedlisku BMw. W uprawach z samosiewu nakłady te wyniosły średnio 1112,73 PLN/ha, a w uprawach sztucznych 1239,82 PLN/ha.

Spośród przyjętych do badań czterech roczników upraw odnowienie lasu z wykorzystaniem samosiewu zajmowało łącznie ponaddwukrotnie większą powierzchnię niż odnowienie sztuczne. Największe różnice w wielkości odnowionej powierzchni wystąpiły na siedliskach BMśw i Bśw, gdzie odnowienia naturalne zajmowały 3-4-krotnie większą powierzchnię.

W ramach drugiego etapu działań badawczych wykonano prace kameralne polegające na zestawieniu i analizie zgromadzonych danych z użyciem oprogramowania Statistica oraz pakietu Microsoft Office. Analiza ekonomiczna polegała na porównaniu kosztów ponoszonych na zakładanie i pielęgnację upraw z sosną odnowioną sztucznie z kosztami analogicznych działań dla powierzchni badawczych z sosną pochodzącą z samosiewu. Charakterystykę rozmiaru wykonanych zadań i ich kosztów przeprowadzono dla okresu od 2003 do 2014 roku, w celu uzyskania historii wszystkich powierzchni badawczych od założenia upraw do osiągnięcia przez sosnę wieku 7 lat. W badaniach przeanalizowano zabiegi pielęgnacyjne wykonane w latach 2005-2014. Zgodnie z metodyką pracy uzyskano historię upraw od ich powstania (rok odnowienia/uznania obsiewu) do momentu, kiedy sosna na każdej z nich osiągnęła 7 lat. Z tego powodu w wariancie z naturalnym odnowieniem sosny był to okres 6 lat po uznaniu obsiewu (do badań przyjęto tylko powierzchnie badawcze z uznanym jednorocznym nalotem sosny), a w wariancie z wykorzystaniem sztucznego odnowienia sosny był to okres 5 lat od odnowienia (w badaniach uwzględniono uprawy założone z wykorzystaniem jednorocznego materiału sadzeniowego sosny o symbolu 1/0).

W pracy zastosowano metodę przepływów pieniężnych (cash flow) – strumienia kosztów ponoszonych na założenie i pielęgnowanie upraw. Ustalanie wartości zaktualizowanej (present value – PV) polegało na dyskontowaniu wartości przyszłych i prolongowaniu wartości przeszłych przepływów pieniężnych do określonego wieku [Klocek i in. 2012; Glura i in. 2016]. W celu uzyskania zaktualizowanej wartości kosztów i ich porównywalności na przestrzeni kilku lat, wynikających ze zmiany wartości jednostki kapitału w czasie, wielkość poniesionych kosztów w poszczególnych latach zaktualizowano o roczne wskaźniki cen towarów i usług konsumpcyjnych w latach 2003-2014 ustalone przez Główny Urząd Statystyczny. Przeszacowania kosztów dokonano w odniesieniu do roku 2014, przyjętego jako rok bazowy. Zastosowanie określonej metody dyskontowania lub kapitalizacji kosztów ma wpływ na analizę sumarycznych wielkości dotyczących odnowienia i pielęgnacji lasu poniesionych w różnym czasie [Glura, Moliński 2003; Glura i in. 2016].

Uwzględniając wymienione czynniki, w niniejszej pracy przyjęto jako stopę procentową wskaźnik inflacji rocznej cen towarów i usług konsumpcyjnych podawany przez Główny Urząd Statystyczny. Wykorzystano zasadę procentu składanego z różną stopą procentową (p_i) w kolejnych latach wyrażoną formułą:

$$K_n = K \cdot (1 + p_0) \cdot (1 + p_1) \cdot \dots \cdot (1 + p_{n-1})$$

gdzie:

K_n – koszt (wartość) w roku n (rok bazowy),

K – koszt w danym roku,

p_i – stopa procentowa w danym roku (przyjęta z roku poprzedniego).

Rozmiar powierzchniowy zabiegów i termin ich pierwszego wykonania nie są miarami w pełni charakteryzującymi zakres realizowanych czynności hodowlanych w poszczególnych uprawach.

W niniejszej pracy obliczono intensywność zabiegów pielęgnacyjnych jako stosunek łącznej powierzchni wykonanych zabiegów do całkowitej powierzchni upraw w przyjętym okresie czasu. Taka informacja ma znaczący wpływ na ocenę efektywności gospodarowania.

Wyniki i dyskusja

Przy odnowieniu z użyciem tradycyjnego materiału sadzeniowego średni koszt odnowienia powierzchni wyniósł 2038,06 PLN/ha (tab. 1), natomiast w wariancie z wykorzystaniem naturalnych możliwości regeneracji sosny wielkość ta wyniosła 490,03 PLN/ha i wynikała głównie z kosztów zabiegów agrotechnicznych. Na powierzchniach badawczych, gdzie zastosowano tradycyjny materiał sadzeniowy, najwyższe średnie koszty odnowienia ponoszone były na siedlisku LMśw – 2277,32 PLN/ha, najniższe na siedlisku Bśw – 1800,47 PLN/ha. W przypadku powierzchni badawczych, na których wykorzystano możliwość odnowienia sosny samosiewem, najwyższe średnie koszty odnotowano na siedlisku BMśw (781,45 PLN/ha), a najniższe na LMśw (356,50 PLN/ha). Należy zwrócić uwagę, że w przypadku kosztów odnowienia na siedlisku LMśw, zgodnie z przyjętą metodyką badań, analizą objęto tylko powierzchnię międzygniazdową. Gatunki występujące na gniazdach były we wcześniejszym okresie, w obydwu sposobach odnowienia, wprowadzone sztucznie. Nie miały więc one wpływu na różnice w bilansie końcowym.

Koszty odnowienia 1 ha powierzchni leśnej z wykorzystaniem obsiewu naturalnego sosny były średnio 4-krotnie niższe niż w wariancie z zastosowaniem tradycyjnego materiału sadzeniowego, tj. średnio o 1550 PLN. Największe średnie różnice wystąpiły na siedlisku LMśw – 1920 PLN/ha, a najmniejsze na BMśw – 1358 PLN/ha.

Na 238,93 ha odnowień naturalnych wykonano 34,93 ha poprawek (tab. 2). Największą powierzchnię poprawek wykonano na siedlisku BMśw i LMśw, a najmniejszą na Bśw. W odnowie-

Tabela 1.

Średnie koszty [zł/ha] odnowienia według sposobu odnowienia i siedliskowego typu lasu
Average costs [PLN/ha] of regeneration with regard to the applied method and forest habitat type

	N	S
Bśw	399,07	1800,47
BMśw	516,40	1875,14
BMw	781,45	2173,60
LMśw	356,50	2277,32

N – uprawy odnowione naturalnie (samosiew), S – uprawy odnowione sztucznie (sadzonki z odkrytym system korzeniowym)
Bśw – fresh coniferous, BMśw – fresh mixed coniferous, BMw – moist mixed coniferous, LMśw – fresh mixed broadleaved forest; N – natural regeneration (self-seeding), S – artificially regeneration (seedlings with an open root system)

Tabela 2.

Liczba upraw (Nupr) oraz powierzchnia [ha] odnowienia (Aodn), poprawek (Aopopr) i zabiegów pielęgnacyjnych (Azab) w zależności od sposobu odnowienia i siedliskowego typu lasu
Number of plots (Nupr) as well as area [ha] of regeneration (Aodn), supplementary planting (Aopopr) and tending operations (Azab) regarding regeneration method and forest habitat type

	N-Nupr	N-Aodn	N-Aopopr	N-Azab	S-Nupr	S-Aodn	S-Aopopr	S-Azab
Bśw	31	71,14	5,99	124,30	11	20,56	3,54	30,09
BMśw	42	93,84	10,99	277,30	13	23,27	4,73	69,16
BMw	18	32,64	3,32	104,87	14	30,64	2,60	97,92
LMśw	19	41,31	14,63	206,66	9	18,91	1,51	74,19
Razem In total	110	238,93	34,93	713,13	47	93,38	12,38	271,36

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

niach sztucznych uzupełniono sadzonki na powierzchni 12,38 ha na 93,38 ha wszystkich upraw. Powierzchniowo najwięcej poprawek wykonano na siedlisku BMśw – 4,73 ha i Bśw – 3,54 ha, a najmniej na siedlisku LMśw – 1,51 ha.

W uprawach z nalotem sosny częściej wykonywano poprawki. Na siedliskach borowych poprawki nie przekraczały średnio 12% powierzchni upraw, natomiast w przypadku upraw na siedlisku LMśw młode sosny przegrywały konkurencję z roślinnością zielną i wymagały ponownego, sztucznego wprowadzania sadzonek, średnio na 35% powierzchni upraw. W odnowieniach sztucznych wystąpiła sytuacja odwrotna i najwięcej poprawek wykonano na siedliskach Bśw i BMśw, odpowiednio 17,2 i 20,3%, podczas gdy na BMw i LMśw około 8%. Średnie koszty poprawek odniesione do jednostki powierzchni w analizowanym okresie w odnowieniach naturalnych osiągnęły wielkość 553 PLN/ha, natomiast w odnowieniach sztucznych 529 PLN/ha.

Zaobserwowano duże dysproporcje pod względem kosztów poprawek na poszczególnych siedliskowych typach lasu. W przypadku Bśw i BMśw koszty poprawek w badanym okresie były w odnowieniach sztucznych wyższe niż w naturalnych, odpowiednio 2,5-krotnie – 271 PLN/ha i 3-krotnie – 682 PLN/ha uprawy. Na siedlisku LMśw koszty wykonania poprawek w odnowieniach sztucznych sosny były natomiast 7-krotnie niższe, średnio o 554 PLN/ha, co wpłynęło na wartość końcową rachunku ekonomicznego założenia i pielęgnacji upraw na tym siedlisku.

Na uprawach z naturalnym odnowieniem sosny wykonano 713,13 ha pielęgnacji gleby i czynności wczesnych w stosunku do 238,93 ha powierzchni odnowionej – najwięcej na siedliskach BMśw – 277,30 ha i na LMśw – 206,66 ha (tab. 2). W uprawach z odnowieniem sztucznym sosny zrealizowano 271,36 ha zabiegów pielęgnacyjnych na 93,38 ha ogólnej powierzchni badanych upraw. Największą powierzchnią zabiegów objęto odnowienia na siedliskach BMw – 97,92 ha i LMśw – 74,19 ha.

Badania dotyczące intensywności zabiegów hodowlanych w poszczególnych latach od momentu odnowienia powierzchni wykazały różnice pomiędzy dwoma sposobami odnowienia (tab. 3). W odnowieniach z wykorzystaniem samosiewu sosny zabiegi pielęgnacyjne trwały dłużej. Największą intensywność stwierdzono w 1, 2 i 3 roku po uznaniu obsiewu, gdy ponad

Tabela 3.

Intensywność zabiegów pielęgnacyjnych w poszczególnych latach po odnowieniu powierzchni (0-6) oraz w zależności od siedliskowego typu lasu w badanych sposobach zagospodarowania

Intensity of tending intervention in individual years after surface renewal (0-6) and in relation to forest habitat type in the type of regeneration

	N	S
0	0,26	0,33
1	0,57	0,77
2	0,54	0,75
3	0,54	0,42
4	0,42	0,41
5	0,45	0,22
6	0,20	–
Razem In total	2,98	2,91
Bśw	1,75	1,46
BMśw	2,96	2,97
BMw	3,21	3,20
LMśw	5,00	3,92

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

połowa odnowionej powierzchni została poddana pielęgnacjom. W kolejnych latach (4 i 5 rok) wielkość ta zmniejszyła się do poziomu 0,42 i 0,45. W 6 roku od uznania obsiewu sosny osiągnęła wielkość 0,20. W rozpatrywanym okresie (od odnowienia do momentu osiągnięcia przez sosnę 7 lat) każdy hektar upraw został blisko 3-krotnie (2,98) poddany zabiegom hodowlanym w ramach pielęgnacji gleby i czyszczeń wczesnych. Nieco odmienne były zmiany intensywności pielęgnacji w uprawach z odnowieniem sztucznym sosny. Na $\frac{1}{3}$ powierzchni upraw zabiegi te były prowadzone już w roku odnowienia lasu. Zdecydowanie największa intensywność omawianych zabiegów wystąpiła w 1 i 2 roku po odnowieniu, osiągając wielkość odpowiednio 0,77 i 0,75. W kolejnych latach odnotowano niższy stosunek wykonanych zabiegów pielęgnacyjnych do ogólnej powierzchni upraw. Uzyskany łączny wskaźnik intensywności – 2,91 – okazał się niewiele mniejszy niż w uprawach z naturalnym odnowieniem sosny.

Intensywność zabiegów pielęgnacyjnych zwiększała się wraz ze wzrostem żyzności siedliska w obydwu wariantach odnowienia. Najbardziej pracochłonnymi uprawami okazały się odnowienia na siedlisku LMśw. Różnica polegała na intensywności wykonanych zabiegów hodowlanych. Podczas gdy w odnowieniach z sosną odnowioną naturalnie każdy hektar uprawy został poddany średnio 5-krotnie pielęgnacji gleby i czyszczeniom wczesnym, to w odnowieniach sztucznych wskaźnik ten wyniósł 3,92 (tab. 3). Na siedlisku tym analizowane czynności hodowlane wykonywano długo po odnowieniu i nawet w 5 i 6 roku ich intensywność była zdecydowanie większa niż na pozostałych siedliskach. W obu przypadkach zabiegi pielęgnacyjne o najmniejszej intensywności były prowadzone na powierzchniach badawczych na siedlisku Bśw, gdzie nie zaobserwowano istotnych różnic w omawianym wskaźniku (1,46 – odnowienia sztuczne i 1,75 – odnowienia naturalne). Największy rozmiar zabiegów w stosunku do całkowitej powierzchni upraw odnotowano w 1 i 2 roku po odnowieniu. W kolejnych latach wskaźnik ten wyraźnie malał. Wyjątek stanowiły odnowienia na siedlisku LMśw, gdzie intensywność spadała wraz z wiekiem, lecz mniej intensywnie, gdyż w 5 roku utrzymywała się na poziomie 0,41.

Analiza kosztów prezentuje, że w badanym okresie średni koszt zabiegów pielęgnacyjnych w odnowieniach naturalnych był wyższy o 171,71 PLN/ha niż w sztucznych i wyniósł 1520,02 PLN/ha. W ujęciu siedliskowym najniższe koszty pielęgnacji uzyskano na siedlisku Bśw w obydwu sposobach odnowienia, średnio 721,90 PLN/ha w uprawach naturalnych i 628,30 PLN/ha w uprawach sztucznych. Największe nakłady poniesiono na pielęgnowanie odnowień na siedlisku LMśw. W uprawach z sosną z samosiewu były one 4-krotnie większe, a w przypadku upraw z sosną z sadzenia blisko 3,5-krotnie większe od kosztów zaewidencjonowanych dla analogicznych odnowień na siedlisku Bśw. Na każdym z analizowanych typów siedliskowych lasu łączne koszty zabiegów hodowlanych z zakresu pielęgnacji gleby i czyszczeń wczesnych były większe w odnowieniach naturalnych. Największe dysproporcje wystąpiły na LMśw, gdzie różnica wyniosła 870,58 PLN/ha, a najmniejsze na BMw – 76,67 PLN/ha.

Łączne koszty odnowienia, poprawek i pielęgnacji upraw z sosną pochodzenia sztucznego były średnio większe o 1443,24 PLN na hektar uprawy. Niższe koszty pielęgnacji oraz poprawek w tym sposobie odnowienia nie zrekomensowały wysokich nakładów poniesionych na odnowienie powierzchni, w wyniku czego łączny koszt wyniósł średnio 5002,94 PLN/ha, podczas gdy w odnowieniach naturalnych – 3559,70 PLN/ha.

Grupą nakładów wywierającą największy wpływ na końcowy bilans były koszty związane z odnowieniem lasu. Odnowienie jednego hektara powierzchni leśnej było niższe średnio o 1548 PLN na uprawach, gdzie wykorzystano naturalne możliwości odnawiania się sosny. Ich wielkość miała decydujący wpływ na sumaryczny koszt powstania i utrzymania upraw w badanym okresie czasu. Pozostałe rodzaje wydatków kształtowały się na podobnym poziomie.

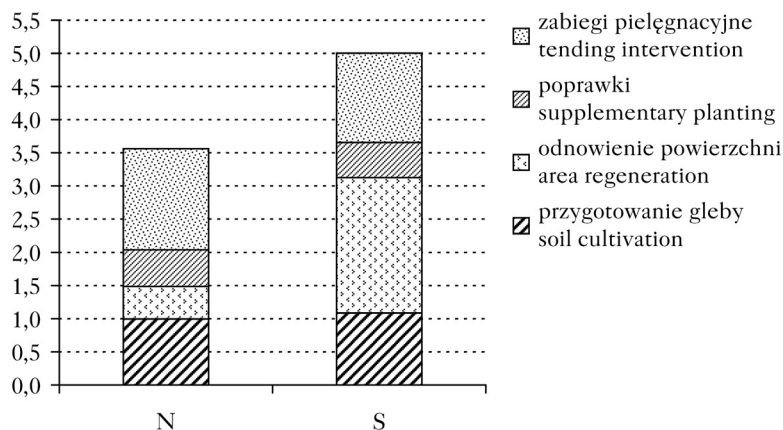
W uprawach z sosną pochodzącą z sadzenia największy udział stanowiły koszty odnowienia powierzchni – 40,7%, a najmniejsze wydatki poniesiono na poprawki – 10,6% (ryc. 1). W odnowieniach, w których wykorzystano naturalne możliwości regeneracji sosny, największy udział stanowiła grupa kosztów związana z pielęgnacją upraw – 42,7%, a najmniejszy koszty odnowienia powierzchni – 13,8%.

Analiza wydatków poniesionych na odnowienie i pielęgnację upraw w ujęciu siedliskowym pozwoliła zaobserwować interesujące zależności (tab. 4). W przypadku odnowień naturalnych najmniejsze koszty odnowienia stwierdzono na siedlisku Bśw – 2248,61 PLN/ha, a największe na LMśw – 6157,68 PLN/ha. Na pozostałych badanych siedliskach łączny koszt wahał się w przedziale od 3359,79 PLN/ha na BMśw do 3703,92 PLN/ha na BMw. W uprawach z odnowieniem sztucznym sosny również najniższe koszty odnotowano na Bśw – 3739,66 PLN/ha, natomiast na pozostałych siedliskach łączne koszty były zdecydowanie wyższe i wynosiły od 5148,00 PLN/ha na BMśw do 5895,25 PLN/ha na LMśw.

Pod względem ekonomicznym najbardziej efektywny okazał się wariant z zastosowaniem odnowienia naturalnego sosny na siedlisku Bśw. Łączne koszty, które wyniosły 2249 PLN/ha, stanowiły 60% sumy kosztów wariantu z zastosowaniem sztucznego sposobu odnowienia sosny. Na siedlisku BMśw wielkość ta wyniosła 65% (3360 PLN/ha), a na BMw – 71% (3703 PLN/ha) analogicznych kosztów.

Jedynie w przypadku odnowień na siedlisku LMśw łączne koszty odnowienia upraw z wykorzystaniem samosiewu sosny były średnio o 262 PLN/ha wyższe niż w odnowieniach sztucznych i wyniosły 6158 PLN/ha. Naloty sosnowe na tym siedlisku wymagały wykonania dużo większych poprawek oraz zastosowania częstszych i o większej intensywności zabiegów pielęgnacyjnych. Te grupy kosztów stanowiły największy udział (odpowiednio 29,4 i 49,1%) oraz były zdecydowanie większe niż analogiczne nakłady w odnowieniach sztucznych.

Struktura kosztów była odmienna w zależności od sposobu odnowienia i warunków siedliskowych. Analizując poszczególne grupy kosztów w uprawach z sosną z samosiewu, można zauważyć, że na siedliskach borowych największy udział miały wydatki związane z przygotowaniem gleby (30-41,8%) i zabiegami pielęgnacyjnymi (32,1-43,8%) (ryc. 2). Jedynie na siedlisku LMśw naj-



Ryc. 1.

Wielkość i udział poszczególnych grup kosztów [tys. zł] w naturalnym (N) i sztucznym (S, sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym) sposobie odnowienia

Amount and structure of costs [×1000 PLN] in natural (N) and artificial (S, open root system) ways of forest regeneration

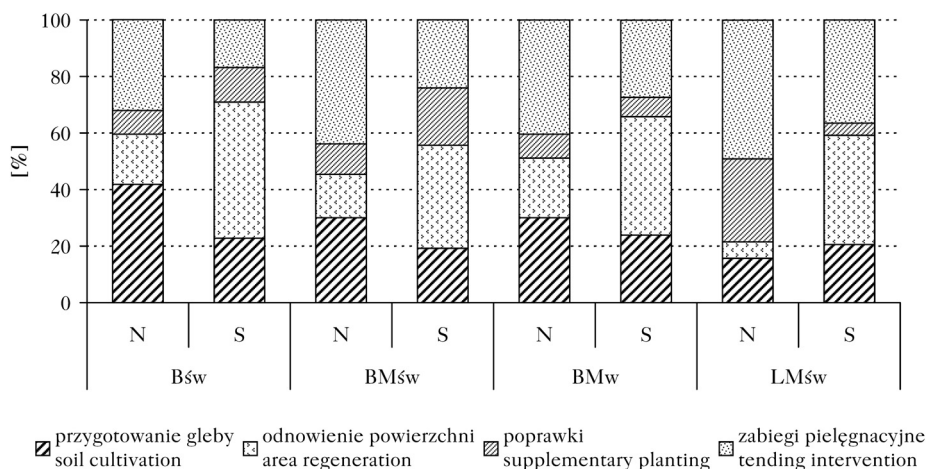
wyższe okazały się koszty wykonanych zabiegów pielęgnacyjnych (49%) oraz koszty poprawek (29%). Nakłady poniesione na odnowienie powierzchni wyniosły blisko 6%, co było wielkością najniższą spośród wszystkich analizowanych przypadków. W uprawach z sosną pochodzenia sztucznego największy udział w całkowitych kosztach miały wydatki przeznaczone na odnowienie lasu,

Tabela 4.

Średni koszt zabiegów hodowlanych [zł/ha] w zależności od sposobu odnowienia i siedliskowego typu lasu
 Mean costs of silvicultural treatments [PLN/ha] depending on the type of regeneration and forest habitat type

		N	S
Bśw	przygotowanie gleby soil cultivation	940,73	852,52
	odnowienie powierzchni area regeneration	399,07	1800,47
	poprawki supplementary planting	186,91	458,37
	zabiegi pielęgnacyjne tending intervention	721,90	628,30
	razem in total	2248,61	3739,66
BMśw	przygotowanie gleby soil cultivation	1008,72	990,38
	odnowienie powierzchni area regeneration	516,40	1875,14
	poprawki supplementary planting	362,45	1044,66
	zabiegi pielęgnacyjne tending intervention	1472,22	1237,82
	razem in total	3359,79	5148,00
BMw	przygotowanie gleby soil cultivation	1112,73	1239,82
	odnowienie powierzchni area regeneration	781,45	2173,60
	poprawki supplementary planting	313,03	356,31
	zabiegi pielęgnacyjne tending intervention	1496,70	1420,03
	razem in total	3703,92	5189,76
LMśw	przygotowanie gleby soil cultivation	971,16	1212,50
	odnowienie powierzchni area regeneration	356,50	2277,32
	poprawki supplementary planting	1808,52	254,51
	zabiegi pielęgnacyjne tending intervention	3021,49	2150,91
	razem in total	6157,68	5895,25

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1



Ryc. 2.

Struktura kosztów w badanych typach siedliskowych lasu i sposobach odnowienia
Cost structure in the examined forest site types and methods of regeneration

od 36,4% na BMśw do 48,1% na Bśw. Ta grupa kosztów miała największy wpływ na końcową wartość jednostkową bilansu rachunku ekonomicznego. Najmniejszy udział miały wydatki poniesione na poprawki – od 4,3% na LMśw do 20,3% na BMśw. Podobnie jak w przypadku upraw z samosiewem sosny, wraz ze wzrostem żyzności siedliska wzrastał udział nakładów na pielęgnację odnowień: od 16,8% na siedlisku Bśw do 36,5% na siedlisku LMśw.

Decyzje dotyczące wyboru sposobu odnowienia lasu mają silniejsze konsekwencje ekonomiczne niż hodowlane, uzależnione od rozmiaru i częstotliwości zabiegów pielęgnacyjnych oraz poprawek wykonywanych w późniejszym okresie. Obecnie nie są one uwzględniane w rachunku ekonomicznym gospodarstwa leśnego [Zajac, Kaliszewski 2014].

Zgodnie z założeniami intensywnego gospodarowania lepsze wykorzystanie czynników wytwórczych powoduje wzrost efektywności, a co za tym idzie obniżenie kosztów produkcji i uzyskanie korzystniejszego wyniku końcowego [Leibundgut 1973; Andrzejczyk 1980; Szramka 2000; Szramka, Sobolak 2005]. Poszukiwanie metod ograniczających koszty związane z zakładaniem i pielęgnacją upraw ma duże znaczenie dla bilansu końcowego [Bernadzki 2005; Glura, Korzeniewicz 2013]. Już Leibundgut [1973] zwracał uwagę na świadome i przemyślane wykonywanie prac hodowlanych jako nakładów niezbędnych do uzyskania określonego celu hodowlanego. Jak zauważyli Arbatowski i Rybczyński [1989], rachunek efektywności umożliwia wybór optymalnego i najbardziej racjonalnego wariantu, opartego o wskaźniki efektywności.

Koszty odnowienia w Nowej Dębie były w początkowych latach wzrostu drzewostanów sosnowych lub z przewagą sosny niższe w wariantcie z wykorzystaniem naturalnej regeneracji lasu. Odnowienia naturalne i sztuczne różnią się diametralnie strukturą poniesionych kosztów, co wpływa na końcowy efekt ekonomiczny.

Podsumowanie

Czynnikiem najbardziej różnicującym końcowy efekt ekonomiczny założenia i pielęgnacji upraw z udziałem sosny w poszczególnych wariantach odnowienia były koszty odnowienia powierzchni. Pochłonęły one największą część nakładów w wariantcie z zastosowaniem sztucznej regeneracji lasu. Do korzystniejszego bilansu końcowego upraw, na których wykorzystano naturalne możli-

wości odnawiania sosny, przyczyniły się także wyższe koszty poprawek w uprawach sztucznych na słabszych siedliskach. Różnice wielkości pozostałych grup kosztów nie miały istotnego znaczenia.

Rachunek ekonomiczny i efekty hodowlane uzyskane w badanych wariantach odnowienia sosny umożliwiają podjęcie racjonalnych decyzji hodowlanych, opartych na ocenie oraz znajomości czynników je kształtujących. Istotnymi czynnikami oddziałującymi na poziom i strukturę średnich kosztów z zakresu hodowli lasu odniesionych do powierzchni okazały się warunki siedliskowe oraz sposób odnowienia powierzchni. Z kolei umiejętne sterowanie kosztami produkcji jest niezbędne w prawidłowym zarządzaniu gospodarstwem leśnym. Następstwa decyzji dotyczących sposobu odnowienia powierzchni leśnej uwidaczniają się już w początkowych fazach rozwojowych drzewostanu, wpływając na poziom kosztów prowadzenia upraw oraz na cechy takacyjne młodego pokolenia drzew.

W uprawach z wykorzystaniem samosiewów sosny zabiegi pielęgnacyjne wykonywane są przez więcej lat i wykazują większą intensywność, choć termin wykonania pierwszego zabiegu często jest odłożony w czasie. Intensywność zabiegów pielęgnacyjnych rośnie wraz ze wzrostem żywności siedliska. Intensywność poprawek w odnowieniach sztucznych jest mniejsza niż w odnowieniach naturalnych. W przypadku powierzchni badawczych z samosiewem sosny udział poprawek wzrasta wraz z żywnością siedliska. Odmienna sytuacja występuje w odnowieniach sztucznych, gdzie największą powierzchnię stanowią poprawki na siedliskach Bśw i BMśw, a najmniejszą na siedlisku LMśw.

Sposób odnowienia ma istotny wpływ na końcowy wynik rachunku ekonomicznego założenia upraw. Przeprowadzone badania dotyczące sztucznego i naturalnego odnawiania drzewostanów sosnowych lub z przewagą sosny potwierdzają ekonomiczną opłacalność naturalnego odnowienia lasu na siedliskach Bśw, BMśw i BMw. Na siedlisku LMśw wysokie koszty zabiegów pielęgnacyjnych oraz poprawek miały zasadniczy wpływ na niekorzystny wynik ekonomiczny naturalnego sposobu odnowienia lasu.

Literatura

- Andrzejczyk A. 1980. Podstawy metodyczne i rezultaty rachunku kosztów produkcji drewna na pniu w drzewostanach sosnowych. *Sylwan* 124 (1): 17-27.
- Arbatowski S., Rybczyński J. 1989. Efektywność ekonomiczna upraw plantacyjnych leśnych drzew szybko rosnących. *Sylwan* 133 (3): 61-73.
- Bernadzki E. 2005. Poszukiwanie racjonalnych rozwiązań w hodowli lasu. *Sylwan* 149 (12): 21-29. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2005080>.
- Buraczewski A., Grygier P. 2011. Koszty gospodarki leśnej oraz potrzeby i kierunki ich racjonalizacji. Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce do roku 2030. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, III sesja. Sękocin Stary, 15-17 marca 2011. 267-291.
- Glura J., Ankudo-Jankowska A., Korzeniewicz R., Wróbel W. 2016. Zastosowanie metody cash flow w analizie kosztów odnowienia lasu. *Acta Sci. Pol., Silv. Colend. Ratio et Ind. Lign.* 15 (3): 161-167.
- Glura J., Korzeniewicz R. 2013. Hodowlana i ekonomiczna ocena zakładania upraw sosnowych z wykorzystaniem sadzonek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym. *Sylwan* 157 (3): 177-186. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2011024>.
- Glura J., Moliński K. 2003. Zastosowanie metody dyskontowania do porównania kosztów upraw leśnych. *Sylwan* 147 (7): 13-23. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2003987>.
- Jastrzębski S. 1975. Aspekty ekonomiczne odnowień naturalnych w Puszczy Solskiej. *Sylwan* 119 (4): 67-72.
- Kaliszewski A. 2006. Analiza wybranych elementów kosztów zagospodarowania w zakresie hodowli i ochrony lasu w Nadleśnictwie Tuszyma. Sprawozdanie końcowe z realizacji tematu badawczego „Przyrodnicze i ekonomiczne efekty ekosystemowego podejścia w trwałym i zrównoważonym gospodarstwie leśnym na przykładzie Nadleśnictwa Tuszyma (RDLP Krosno)”. Maszynopis. IBL, Warszawa.
- Kaliszewski A. 2008. Monitorowanie zmian na obszarach sztucznej i naturalnej regeneracji lasu w północno-wschodniej Polsce po klęsce huraganu. Sprawozdanie końcowe z realizacji tematu badawczego nr BLP-278. Maszynopis. IBL, Warszawa.

- Kaliszewski A. 2017. Analiza kosztów sztucznego i naturalnego odnowienia dębu w wybranych nadleśnictwach. *Leś. Pr. Bad.* 78 (4): 315-321.
- Klocek A., Płotkowski L., Zajac S. 2012. Produkcja drewna w rachunkach ekonomicznych gospodarstwa leśnego. W: *Przyrodnicze i gospodarcze aspekty produkcji oraz wykorzystania drewna – stan obecny i prognoza*. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, IV sesja. Sękocin Stary, 20-22 marca 2012. 153-178.
- Kocel J. 1998. Problematyka kosztów działalności nadleśnictw. *Głos Lasu* 1: 28-29.
- Kocel J. 2000. Znaczenie i kierunki racjonalizacji kosztów działalności Lasów Państwowych. Stan i perspektywy badań z zakresu urządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. *Materiały IV konferencji leśnej*. Sękocin Las, 13-14 czerwca 2000. 350-358.
- Kocel J. 2004. Metoda określania jednostkowych kosztów standardowych prac leśnych na podstawie grupowania nadleśnictw o zbliżonych warunkach przyrodniczo-leśnych. *Leś. Pr. Bad.* 3: 31-51.
- Landenberger J. 1932. O kosztach odnawiania i zalesiania. *Sylvan* 81 (2): 59-63.
- Leibundgut H. 1973. Rationalisierung und naturnahe Waldwirtschaft. *D. Forst- u-Holzwirt.* 18: 365-368.
- Lysik K. 2007. Analiza kosztów i wybranych wskaźników ekonomicznych dla nadleśnictw gospodarujących w terenach górskich i będących pod wpływem emisji przemysłowych. *Zarządzanie ochroną przyrody w lasach*. WSZŚ w Tucholi.
- Magiera K. 1997. Spojrzenie na koszty i ich podział w leśnictwie. *Głos Lasu* 3: 26-29.
- Pachnowska M. 2001. Struktura i dynamika wybranych grup kosztów działalności podstawowej Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinie w latach 1996-1999. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych*. PTPN 90: 71-81.
- Rykowski K., Andrzejczyk T., Dobrowolska D., Farfał D., Falencka-Jabłońska M., Bocoń A., Borkowski J., Borowski Z., Mazurska K., Kaliszewski A., Pudelko M. 2006. *Przyrodnicze i ekonomiczne efekty ekologicznego podejścia w trwałym i zrównoważonym gospodarstwie leśnym na przykładzie Nadleśnictwa Tuszyn* (RDLP Krosno). *Sprawozdanie końcowe*. IBL, Warszawa.
- Szramka H. 2000. Rozwój metod oceny efektywności gospodarowania państwowego leśnictwa w Polsce. Stan i perspektywy badań z zakresu urządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. *Materiały IV konferencji leśnej*. Sękocin Las, 13-14 czerwca 2000. 297-304.
- 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. DOI: 10.26202/sylvan.9200530.
- Szramka H., Sobolak M. 2005. Próba oceny intensywności gospodarowania w Nadleśnictwie Łopuchówko w latach 1997-2000. *Sylvan* 149 (12): 37-44. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.9200529>.
- Zajac S., Kaliszewski A. 2014. Ekonomiczne aspekty ekologizacji zagospodarowania lasu. W: *Przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania oraz cele i metody hodowli lasu*. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, VI sesja. Sękocin Stary, 18-20 marca 2014. 195-209.