

ANALIZA KOSZTÓW PRAC HODOWLANYCH W WYBRANYCH NADLEŚNICTWACH

Marta Molińska-Glura , Jakub Glura

Katedra Ekonomiki i Techniki Leśnej, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

ABSTRAKT


Praca dotyczy analizy kosztów prac hodowlanych w wybranych nadleśnictwach znajdujących się na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinku w latach 2011–2015. Celem pracy było sprawdzenie czy istnieje zależność między wielkością ponoszonych kosztów a żyznością siedliska. Do przeprowadzenia analizy wybrano sześć zabiegów hodowlanych, tj. pielęgnacja upraw, czyszczenia wczesne, czyszczenia późne, czyszczenia późne z pozyskaniem masy, trzebieże wczesne oraz trzebieże późne. Czynności hodowlane wykonano na wybranych pięciu typach siedliskowych lasu. Wyniki badań wykazały, iż najbardziej kosztownym zabiegiem są trzebieże późne. Badania potwierdziły także wpływ jakości siedliska na wielkość poniesionych kosztów.

Słowa kluczowe: typ siedliskowy lasu, żyzność siedliska, koszty jednostkowe, zabiegi pielęgnacyjne

WSTĘP

Lasy w Polsce są jednym z najważniejszych bogactw naturalnych pod względem zarówno ekologicznym, kulturalnym, społecznym, jak i gospodarczym. Cele ekonomiczne procesów społeczno-gospodarczych, przede wszystkim ekspansja rolnictwa i popyt na surowiec drzewny, historycznie spowodowały znaczne obniżenie lesistości na obszarze naszego kraju, czego efektem było zubożenie krajobrazu, struktury gatunkowej lasów oraz zmniejszenie różnorodności biologicznej środowiska. Obecnie powierzchnia lasów w Polsce zwiększa się systematycznie i zajmuje 9,3 mln ha, co daje lesistość na poziomie 29,6% (GUS, 2020). Wszystkie koszty wykonywanych zabiegów hodowlanych są pokrywane z przychodów Lasów Państwowych pochodzących głównie ze sprzedaży drewna. Zabiegi hodowlane mają na celu stworzenie ekosystemów leśnych pełniących funkcje ochronne, społeczne i produkcyjne. Wartością nadrzędną jest

jak najmniejsza ingerencja w już istniejące drzewostany, a przy tym kreowanie nowych metod hodowli lasu w sposób możliwie naturalny i bezkonfliktowy. Ważne jest, aby przez hodowlę lasu utrzymywano stan równowagi w ekosystemach leśnych, kreowano przyjazne powiązania z otoczeniem społeczno-gospodarczym i zapewniano produkcję zasobów drzewnych. W Polsce w sporządzaniu planu urządzenia lasu priorytetem są względy hodowlane, a nie ekonomiczne. Jednak należy pamiętać, iż bilans ponoszonych kosztów i uzyskanych przychodów stanowi podstawę samodzielności finansowej Lasów Państwowych. Restrykcja podaży drewna spowodowana rocznym etatem użytkowania lasu sprawia, że ograniczenia kosztów to podstawa w poprawie efektywności ekonomicznej w Lasach Państwowych (Ankudo-Jankowska i Tutka, 2014). W gospodarstwie leśnym wszelkie podejmowane decyzje powinny być zgodne z prawami

 marta.glura@up.poznan.pl, <https://orcid.org/0000-0003-1997-7930>

przyrodniczymi i zasadami ekonomicznymi (Bura-czewski i Grygier, 2011; Marszałek, 1980). Koszty przedstawiają gospodarność nadleśnictwa, ponieważ w nich możemy znaleźć potwierdzenie racjonalności podejmowanych działań prawie na każdym szczeblu zarządzania (Glura i in., 2012).

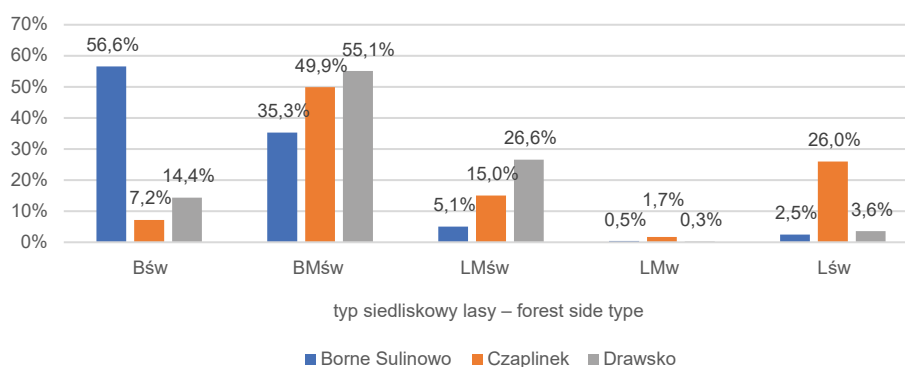
Aby sprawdzić efektywność gospodarowania, możemy poddać analizie całokształt działalności gospodarstwa leśnego lub wybrany jego obszar bądź poszczególną czynność gospodarczo-leśną (Ankudo-Jankowska i Tutka, 2014; Białczak i Molendowski, 2006; Gostolek i in., 2018). W szczególności istotna jest analiza kosztów, przychodów oraz wyniku finansowego, która pozwala na kontrolę wszystkich procesów realizowanych w przedsiębiorstwie (Kocel, 2004). Analiza kosztów jednostkowych jest bardzo problematyczna. Istotne jest umiejętne dobranie kosztów, aby efekt końcowy był najbardziej miarodajny. Racjonalność ekonomiczna powinna charakteryzować się nie tylko doraźnymi efektami finansowymi, lecz przede wszystkim uwzględniać wpływ określonych zachowań na efekty końcowe, odzwierciedlone w rozmiarach i jakości wytwarzanej produkcji (Glura i in., 2016). Koszty hodowli upraw leśnych można podzielić na dwie kategorie: koszty bezpośrednie oraz koszty pośrednie. Koszty bezpośrednie zostały wykorzystane do określenia wysokości kosztów poniesionych przy pracach hodowlanych. Koszty te nawiązują ściśle do powierzchni i przez to mogą być użyte jako podstawa analizy kosztów prac hodowlanych.

Celem pracy jest określenie zależności między wielkością ponoszonych kosztów na prace pielęgnacyjne w różnych fazach rozwojowych drzewostanu a żyznością siedliska, na którym te drzewostany rosną. Przeprowadzono analizę średnich kosztów jednostkowych prac hodowlanych w nadleśnictwach: Borne Sulinowo, Czaplinek i Drawsko w okresie od 2011 do 2015 roku.

MATERIAŁ I METODA

Na podstawie dostępnych danych przeprowadzono analizę zabiegów hodowlanych w wybranych nadleśnictwach w latach 2011–2015. Do analizy wybrano trzy nadleśnictwa: Borne Sulinowo, Czaplinek oraz Drawsko, które funkcjonują w ramach Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinku. Analizowano bezpośrednie koszty jednostkowe (na 1 ha) omawianych zabiegów na poszczególnych siedliskach. Procentowa struktura siedliskowa w badanych nadleśnictwach była mocno zróżnicowana. W Nadleśnictwie Borne Sulinowo dominuje siedlisko boru świeżego, natomiast las świeży klasyfikuje się najniżej. Należy zaznaczyć, iż las świeży, z badanych siedlisk, największą powierzchnię zajmował w Nadleśnictwie Czaplinek. W Nadleśnictwie Drawsko największy udział miał bór mieszany świeży, a najmniejszy – las mieszany wilgotny i las świeży (rys. 1).

W analizie kosztów uwzględniono pięć typów siedliskowych lasu (TSL) występujących w omawianych



Rys. 1. Procentowy udział siedlisk leśnych w badanych nadleśnictwach

Źródło: Nadleśnictwa: Borne Sulinowo, Czaplinek, Drawsko

Fig. 1. Percentage of forest habitats in the studied forest districts

Source: Forest districts: Borne Sulinowo, Czaplinek, Drawsko

nadleśnictwach, a mianowicie: bór świeży (Bśw), bór mieszany świeży (BMśw), las mieszany świeży (LMśw), las świeży (Lśw), las mieszany wilgotny (LMw). Analizie poddano koszty prac pielęgnacyjnych, tj. pielęgnowanie upraw, czyszczenia wczesne, czyszczenia późne, czyszczenia późne z pozyskaniem, trzebieże wczesne pozytywne, trzebieże późne pozytywne. W analizie nie uwzględniono trzebieży wczesnych negatywnych oraz trzebieży późnych negatywnych ze względu na znikomą udział tych zabiegów.

W analizowanych nadleśnictwach, w badanym okresie, nie odnotowano istotnych katastrof żywiołowych ani zdarzeń natury biotycznej, które mogłyby wpłynąć znacząco na zmianę sposobu wykonania zabiegów gospodarczych. Analiza kosztów w szczególności dotyczyła drzewostanów gospodarczych. Wnioskowanie statystyczne nie wykazało istotnego zróżnicowania analizowanych kosztów w poszczególnych latach i między badanymi nadleśnictwami, zatem oba te czynniki (rok i nadleśnictwo) nie były brane pod uwagę w dalszych analizach.

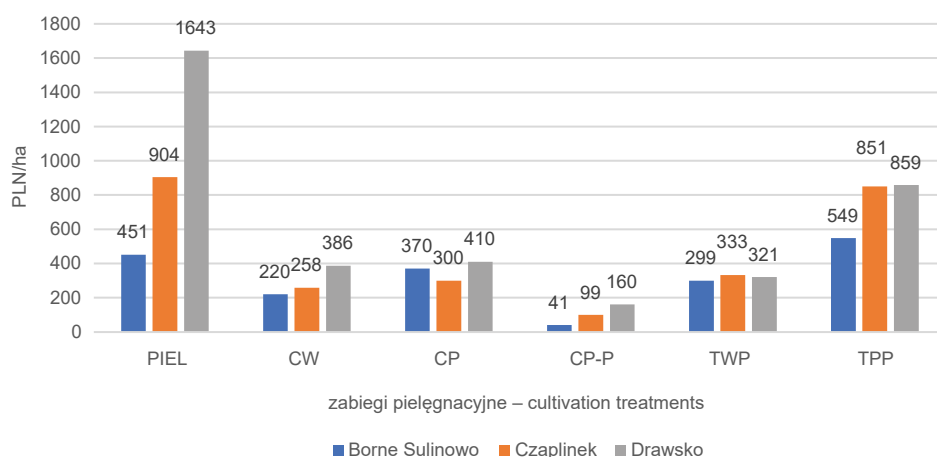
Do analizy statystycznej średnich kosztów zastosowano test ANOVA w klasyfikacji pojedynczej z uprzednim sprawdzeniem zgodności analizowanych zmiennych z rozkładem normalnym we wszystkich podgrupach na podstawie testu Kołmogorowa-Smirnowa. Do oceny grup jednorodnych zastosowano test

post-hoc HSD Tukeya. Jako poziom istotności statystycznej przyjęto $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

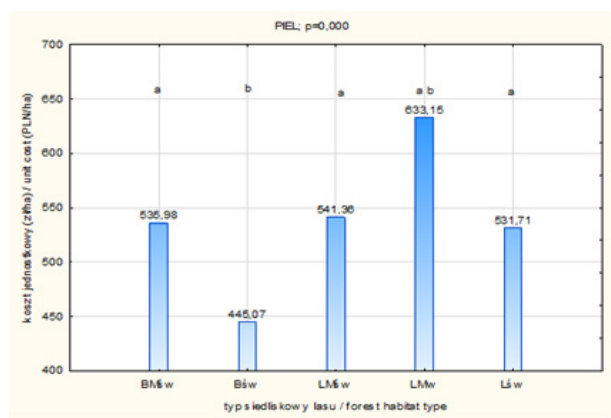
Z uzyskanych danych z bazy SILP (System Informatyczny Lasów Państwowych) wynika, że w analizowanych nadleśnictwach zostały przeprowadzone 8454 zabiegi hodowlane, z czego: 2998 pielęgnacji upraw (PIEL), 864 czyszczeń wczesnych (CW), 1080 czyszczeń późnych (CP), 300 czyszczeń późnych z pozyskaniem drewna (CP-P), 953 trzebieży wczesnych pozytywnych (TWP) oraz 2259 trzebieży późnych pozytywnych (TPP). Ogólne informacje na temat średnich kosztów badanych zabiegów pielęgnacyjnych w okresie 2011–2015 zostały przedstawione na rysunku 2.

Do przeprowadzenia analizy statystycznej połączono dane z trzech nadleśnictw w analogicznym okresie badawczym, odrębnie rozpatrując grupy czynności, co miało na celu sprawdzenie czy typ siedliskowy lasu (TSL) różnicuje koszty jednostkowe badanych czynności. Analizując koszty zabiegów pielęgnacji upraw (PIEL), stwierdzono, że typ siedliskowy lasu (TSL) był czynnikiem, który istotnie różnicował średni koszt wykonania tych prac. Największy średni koszt jednostkowy, wynoszący 633,15 zł/ha, wystąpił



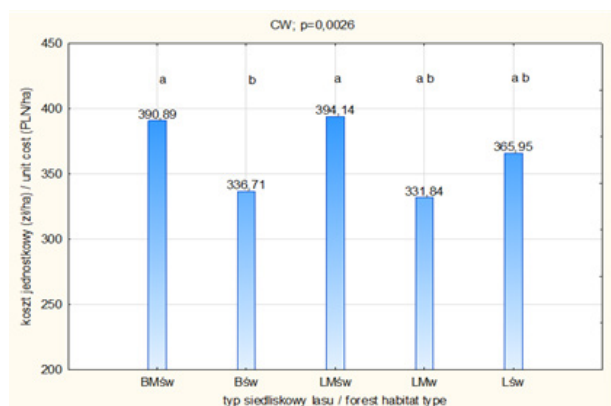
Rys. 2. Średni koszt jednostkowy zabiegów pielęgnacyjnych w badanych nadleśnictwach w latach 2011–2015

Fig. 2. The average unit cost of cultivation treatments in investigated forest districts in 2011–2015



Rys. 3. Średni koszt jednostkowy pielęgnacji gleby oraz grupy jednorodne statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 3. The average unit cost of soil cultivation and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)

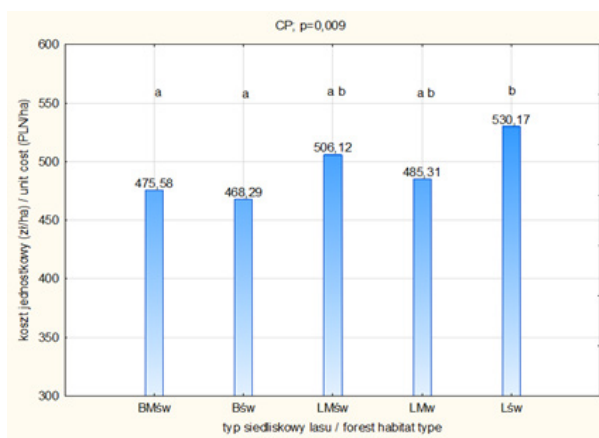


Rys. 4. Średni koszt jednostkowy czyszczeń wczesnych oraz grupy jednorodne statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 4. The average unit cost of early cleanings and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)

dla siedliska LMw, a najmniejszy – dla siedliska Bśw i wynosił 445,07 zł/ha (rys. 3).

Kolejnym zabiegiem analizowanym w badaniach były czyszczenia wczesne. W przypadku tych prac typ siedliskowy lasu (TSL) okazał się również czynnikiem różnicującym wielkości ponoszonych kosztów. Najwyższy średni koszt czyszczeń wczesnych miał miejsce na siedlisku LMśw w wysokości 394,14 zł/ha, natomiast najniższy na siedlisku LMw – 331,84 zł/ha (rys. 4). W tym zabiegu średni koszt jednostkowy oscyluje



Rys. 5. Średni koszt jednostkowy czyszczeń późnych oraz grupy jednorodne statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 5. The average unit cost of late cleanings and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)

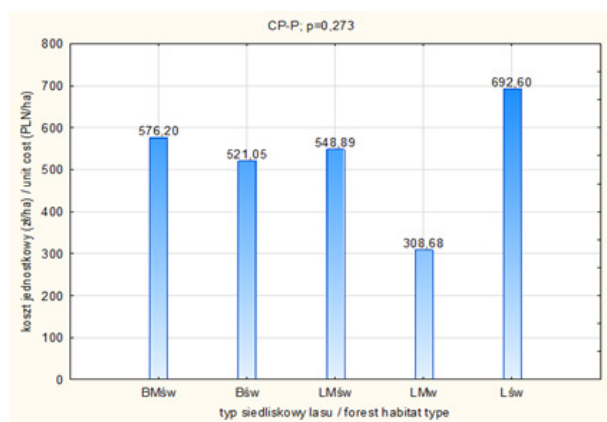
na bardzo zbliżonym poziomie na wszystkich typach siedliskowych lasu.

W przypadku czyszczeń późnych (CP) można stwierdzić, że typ siedliskowy lasu również okazał się czynnikiem różnicującym wielkości ponoszonych kosztów. Na siedlisku Lśw średni koszt jednostkowy był największy i wyniósł 530,17 zł/ha, natomiast na siedlisku Bśw koszt ten był najmniejszy – 468,29 zł/ha (rys. 5). Przy tym zabiegu pielęgnacyjnym przeprowadzona analiza statystyczna doskonale pokazuje, że im żyzniejsze siedlisko, tym koszt jednostkowy wykonywanych prac jest wyższy.

W czyszczeniach późnych z pozyskaniem drewna (CP-P) typ siedliskowy lasu nie wpływał istotnie statystycznie na wielkość kosztów jednostkowych. Najmniejszy średni koszt był na siedlisku LMw – 308,68 zł/ha, a największy na siedlisku Lśw – 692,60 zł/ha (rys. 6).

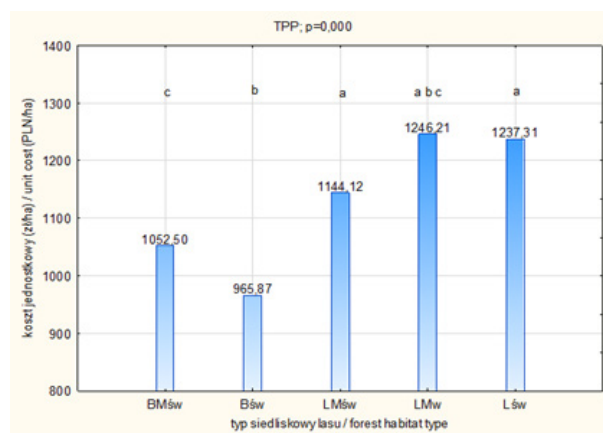
Analizując koszty wykonania trzebieży wczesnej pozytywnej (TWP), ponownie stwierdzono, iż typ siedliskowy lasu jest czynnikiem różnicującym te koszty. Największy koszt wykazano na siedlisku LMśw – 928,58 zł/ha, a najniższy na siedlisku Lśw – 663,00 zł/ha (rys. 7).

W trzebieżach późnych pozytywnych (TPP) typ siedliskowy lasu był czynnikiem, który istotnie różnicował ponoszone koszty. Największy koszt zaobserwowano na siedlisku LMw, w którym wartość średnia wynosiła



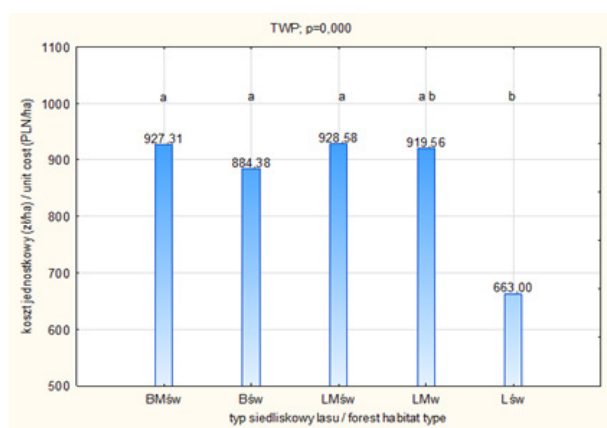
Rys. 6. Średni koszt jednostkowy czyszczeń późnych oraz grupy jednorodnie statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 6. The average unit cost of late cleanings and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)



Rys. 8. Średni koszt jednostkowy trzebieży późnych oraz grupy jednorodnie statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 8. The average unit cost of late thinnings and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)



Rys. 7. Średni koszt jednostkowy trzebieży wczesnych oraz grupy jednorodnie statystycznie (test HSD Tukeya)

Fig. 7. The average unit cost of early thinnings and statistically homogeneous groups (HSD Tukey's test)

1246,21 zł/ha, natomiast najmniejsze koszty wystąpiły na siedlisku Bśw i wyniosły 965,87 zł/ha (rys. 8).

DISKUSJA

Na podstawie przeprowadzonej analizy kosztów zabiegów pielęgnacyjnych można dostrzec pewne zależności pomiędzy wielkością ponoszonych kosztów. Szczególnie jest to widoczne w przypadku zabiegów

pielęgnowania gleby, czyszczeń wczesnych i czyszczeń późnych w różnych fazach rozwojowych drzewostanu. Generalnie, im żyzniejsze siedlisko, tym wyższy koszt wykonania zabiegów pielęgnacyjnych. Otrzymane wyniki badań potwierdzają rezultaty analizy przeprowadzonej przez Glura i in. (2012), iż wraz ze wzrostem żyzności siedliska zwiększają się koszty jednostkowe tych zabiegów. Jest to zależność dość wyraźna (szczególnie) we wcześniejszych fazach rozwoju drzewostanu. Niewątpliwie wpływ na taki stan mają również czynniki inne niż żyzność siedliska, np. uzyskane w przetargach stawki za robociznę oraz za jednostkę miary (ha, m³ itp.), intensywność zabiegów hodowlanych, która z kolei wynika z cech drzewostanu, skład sortymentów pozyskiwanych w wykonywanym zabiegu (Ankudo-Jankowska i in., 2013; Szramka, 2013).

W badaniach przeprowadzonych przez Ankudo-Jankowską i in. (2021) stwierdzono, że koszty pielęgnacji upraw na siedlisku LMśw były wyższe o niemal 130%, a w przypadku Lśw nawet o 151% w porównaniu z siedliskiem BMśw. Za Ankudo-Jankowską i Tutką (2014) można stwierdzić, że typ siedliskowy lasu jest istotnym czynnikiem warunkującym wysoką efektywność ekonomiczną zabiegów trzebieżowych.

Sposób prowadzenia zabiegów jest ściśle uwarunkowany celem, który pragniemy osiągnąć. W początkowym okresie rozwoju drzewostanu nie ma możliwości

uzyskania doraźnych korzyści finansowych, jednocześnie okres ten jest bardzo kosztochłonny. Dlatego poszukiwanie metod zmniejszających koszty założenia i pielęgnowania drzewostanu jest niezwykle istotne (Glura i Korzeniewicz, 2013).

W pracy przedstawiono szczegółową analizę kosztów zabiegów hodowlanych w nadleśnictwach Borne Sulinowo, Czaplinek oraz Drawsko w latach 2011–2015. Biorąc pod uwagę podobieństwo warunków siedliskowych i charakterystyki badanych nadleśnictw, możliwe było wykonanie miarodajnej analizy kosztów.

Koszty zabiegów pielęgnacyjnych wykonanych w ramach użytkowania lasu – czyszczenia późne z pozyskaniem drewna, trzebieże wczesne i trzebieże późne – trudno powiązać jednoznacznie z typem siedliska. Istotniejszym czynnikiem wpływającym na koszty w tych pracach jest zasobność drzewostanu i jego bieżące potrzeby pielęgnacyjne. Koszty zmieniają się również pod wpływem intensywności cięć pielęgnacyjnych, ale i tu występują pewne zależności wynikające z typu siedliskowego lasu. W świetle prowadzonych badań stwierdzono, że proces pozyskania drewna był bardziej kosztochłonny w zasobnych drzewostanach liściastych aniżeli iglastych. Z badań, które na terenie Nadleśnictwa Lipka prowadzili Adamowicz i in. (2016) wynika, że wyższe koszty jednostkowe pozyskania surowca drzewnego w czyszczeniach i trzebieżach stwierdzono na siedlisku boru świeżego, a najniższe na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego.

Podsumowując, można stwierdzić, że rodzaj zabiegu hodowlanego wpływał na różnicowanie analizowanych kosztów w większym stopniu niż typ siedliskowy lasu. W prowadzonych analizach zauważono również, że poszczególne koszty charakteryzowały się dużą zmiennością w zależności od siedliska. Ta właściwość może wpływać na kategorię stawianych prognoz i wniosków. Dalsze badania mogą przyczynić się do lepszej identyfikacji potrzeb współczesnego systemu planowania kosztów i przychodów z uwzględnieniem specyfiki realizacji gospodarki leśnej.

PIŚMIENNICTWO

Adamowicz, K., Gostolek, R., Jaszczak, R., Szczypa, P., Szramka, H. (2016). Ocena wpływu wybranych zabiegów hodowlanych i typów siedliskowych lasu na

koszt pozyskania surowca drzewnego w czyszczeniach i trzebieżach [Evaluating the impact of silvicultural treatments and forest habitat type on the cost of timber harvest in cleanings and thinnings]. *Sylvan*, 160(12), 993–1001 [in Polish].

Ankudo-Jankowska, A., Starosta-Grała, M., Szylin, M. (2021). Wpływ siedliska i wieku uprawy na różnicowanie się kosztów pielęgnowania upraw leśnych w Nadleśnictwie Mieszkowice [The influence of forest habitat and age of crop on the variation of forest crops tending costs in the Mieszkowice forest district]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar.*, 20(1), 5–14 [in Polish].

Ankudo-Jankowska, A., Tutka, A. (2014). Ocena ekonomicznej efektywności zabiegów trzebieżowych w drzewostanach sosnowych na przykładzie nadleśnictwa Bogdaniec [Evaluation of economic efficiency of thinning treatments in pine stands based on the Bogdaniec forest district]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar.*, 13(3), 5–18 [in Polish].

Ankudo-Jankowska, A., Glura, J., Ankudo, L., Kowalczyk, H. (2013). Ekonomiczna efektywność zabiegów trzebieżowych w drzewostanach sosnowych II i III klas wieku [Economic efficiency of thinning in pine stands of age classes 2 and 3]. *Sylvan*, 157(1), 17–25 [in Polish].

Białczak, W., Molendowski, F. (2006). Pracochłonność i koszty prac leśnych w wybranych typach siedliskowych lasu [Labour consumption and costs of forest work for selected forest site types]. *Inż. Roln.*, 2 [in Polish].

Buraczewski, A., Grygier, P. (2011). Koszty gospodarki leśnej oraz potrzeby i kierunki ich racjonalizacji [Costs of forest management and needs and directions of their rationalization]. W: III Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, 15–17 marca 2011 (s. 267–291). Sękocin Stary [in Polish].

Glura, J., Ankudo-Jankowska, A., Korzeniewicz, R., Wróbel, W. (2016). Zastosowanie Cash flow w analizie kosztów odnowienia lasu [Application of cash flow in the analysis of forest regeneration costs]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar.*, 15(3), 161–167 [in Polish].

Glura, J., Dubiejko, G., Ankudo-Jankowska, A. (2012). Analiza kosztów odnowienia lasu rębiami zupełnymi i złożonymi na przykładzie Nadleśnictwa Chocianów [Cost analysis of forest regeneration with clear cuttings and complex fellings based on the Chocianów forest district]. *Zarz. Ochr. Przyr. Las.*, (06), 256–266 [in Polish].

Glura, J., Korzeniewicz, R. (2013). Hodowlana i ekonomiczna ocena zakładania upraw sosnowych z wykorzystaniem sadzonek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym [Silvicultural and economic evaluation of Scots pine plantation establishment using container-grown

- and bare-root seedlings]. *Sylvan*, 157(3), 177–186 [in Polish].
- Gostolek, R., Rutkowska, A., Adamowicz, K. (2018). Wpływ typu siedliskowego lasu na przychody uzyskiwane w ramach wczesnych i późnych trzebieży pozytywnych [Influence of the forest habitat type on the income from the early and late positive thinnings]. *Sylvan*, 162(3), 179–188 [in Polish].
- GUS (2020). *Rocznik statystyczny leśnictwa 2020*. Warszawa: GUS [in Polish].
- Kocel, J. (2004). Metoda określania jednostkowych kosztów standardowych prac leśnych na podstawie grupowania nadleśnictw o zbliżonych warunkach przyrodniczo leśnych [A method of determining standard unit costs of forest operations on the basis of grouping forest districts similar in nature-forest conditions]. *Leśn. Pr. Bad. For. Res. Pap.*, 3, 31–51 [in Polish].
- Marszałek, T. (1980). *Ekonomika trzebieży* [Economics of thinning]. W: W. Zakrzewski (red.), *Trzebieże*. Warszawa: PWRiL [in Polish].
- Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Szczecinku, 2011: Plan urządzenia lasu na okres od 1.01.2011 r. do 31.12.2020 r. Nadleśnictwo Drawsko. *Elaborat Tom 1A* [in Polish].
- Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Szczecinku, 2011: Plan urządzenia lasu na okres od 1.01.2010 r. do 31.12.2019 r. Nadleśnictwo Czaplnek. *Elaborat Tom 1A* [in Polish].
- Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Szczecinku, 2012: Plan urządzenia lasu na okres od 1.01.2012 r. do 31.12.2021 r. Nadleśnictwo Borne Sulinowo. *Elaborat Tom 1A*.
- Sieniawska, S. (2018). Analiza kosztów prac hodowlanych w wybranych nadleśnictwach RDLP Szczecinek [Cost analysis of breeding work in selected forest districts of the Szczecinek Regional Directorate of the State Forests]. *Masz. Pr. inż. Katedra Ekonomiki Leśnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu* [in Polish].
- Szramka, H. (2013). Wpływ systemów wynagradzania na koszty jednostkowe wybranych prac leśnych [Impact of remuneration systems on unit costs of selected forest jobs]. *For. Lett.*, 104, 35–45 [in Polish].

COST ANALYSIS OF BREEDING WORK IN SELECTED FOREST DISTRICTS

ABSTRACT

The main subject of this study is the cost of silvicultural works in selected forest districts in the Regional Directorate of State Forests in Szczecinek in the years 2011–2015. The aim was to verify the possible relationship between the amount of costs incurred and fertility of the habitat. To conduct analysis six cultivation treatments were chosen: soil cultivation, early cleaning, late cleaning, late cleaning with timber harvesting, early and late thinning. Cultivation treatments were carried out in selected types of forest habitat (TSL). Research results demonstrated that late thinning is the most expensive treatment. This study also proved that the type of habitat has an effect on incurred costs.

Keywords: forest habitat type, habitat fertility, unit costs, tending operations

