

Wpływ wykonania szlaków operacyjnych na wartość hodowlaną jednowiekowych drzewostanów sosnowych przy różnych metodach trzebieży

The influence of the establishment of skid trails on the silvicultural quality of even-aged Scots pine stands in different thinning treatments

Tadeusz Zachara 

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

e-mail: T.Zachara@ibles.waw.pl

Abstract. The study was conducted on a permanent experimental plot established in 1965 in the Kozienice Forest District to investigate the effects of spacing on the growth of Scots pine. Since 1999, the plot has also been used to study the effects of thinning – using a randomized block design. In this study, seven treatments (four blocks) out of a total of nine treatments present on the plot were included. The following treatments were tested: (1) moderate selective thinning TU1 and TU2 (focusing on 500 future crop trees per hectare evenly distributed on the plot), (2) group thinning TG1 and TG2 (focusing on the same number of future crop trees not evenly distributed on the plot), (3) heavy thinning TS1 and TS2 (focusing on 350 future crop trees per hectare), and (4) control plot (K, without thinning). During the last thinning, a network of skid trails (each 17–18 m) was established in the study plot to enable the use of a harvester. The aim of the study was to evaluate the influence of the establishment of skid trails on the loss of future crop trees in different treatments. All trees removed in the period 2015–2020 (including natural mortality and mortality caused by the establishment of skid trails) were counted and their basal area calculated. ANOVA was performed to investigate the influence of thinning treatments on natural and artificial loss of trees between successive thinnings. The largest total number and basal area of trees removed was found in control plot K. The greatest loss of future crop trees was observed in the plots treated with group thinning TG1. In plots with a lower number of future crop trees (TS1), the loss was zero. In summary, the establishment of skid trails in heavily thinned Scots pine stands with wide spacing is acceptable. The skid trails should be established before the selection of future crop trees.

Keywords: silviculture, Scots pine, future crop trees, tending cuts, skid trails

Słowa kluczowe: hodowla lasu, sosna zwyczajna, drzewa dorodne, cięcia pielęgnacyjne, szlaki operacyjne

1. Wprowadzenie

Trzebieże są w klasycznym gospodarstwie leśnym uznawane za niezbędny zabieg pielęgnacyjny, służący poprawie warunków wzrostu najcenniejszych osobników w drzewostanie, a także podnoszący jego odporność na zagrożenia biotyczne i abiotyczne (Schädelin 1942; Bernadzki i in. 1980; Leibundgut 1984; Jaworski 2013; del Rio i in. 2017). Równocześnie jako zabieg deficytowy często są zaniechane, lub wykonywane z opóźnieniem, co skłania do ich upraszczania i zmniejszania tą drogą kosztów gospodarowania (Abetz 1970; Huss 1983; Stępień 1986; Łukaszewicz, Zajączkowski 2019). Częstość zabiegów, ich rodzaj i intensywność są zwykle kompromisem między postulatami dotyczącymi przyrostu mąszości, jakości przyszłego surowca, ryzykiem uszkodzeń podczas prac i zagrożeń po wykonaniu zabiegu (Vasiliaskas 2001;

Stemski i in. 2010; Ahnlund i in. 2014; Gostolek i in. 2018).

Jednym z przedsięwzięć mających służyć zmniejszeniu kosztów cięć pielęgnacyjnych, oprócz wydłużania okresów między zabiegami i wzrostu ich nasilenia, jest wykonywanie szlaków zrywkowych (Sosnowski 2002) ułatwiających transport pozyskanego drewna, które pod pewnymi warunkami mogą być traktowane również jako szlaki operacyjne (Karlsson i in. 2013), umożliwiające pozyskanie wyznaczonych do usunięcia drzew za pomocą maszyn wielooperacyjnych (harwesterów). Wycinanie szlaków zaleca się przeprowadzać stosunkowo wcześniej, np. na etapie czyszczeń późnych, z możliwością ich późniejszego poszerzania (Giefing i in. 2003).

Wykonanie szlaków powoduje wyłączenie pewnej części powierzchni leśnej z produkcji. Aby umożliwić poruszanie się maszyny, szerokość pojedynczego szlaku musi wynosić minimum 3,5–4 m, a odległość między sąsiadującymi

Wpłynęło: 23.03.2023 r., zrecenzowano: 30.10.2023 r., zaakceptowano: 23.11.2023 r.

szlakami około 40 m (Sosnowski 2002). W wypadku szlaków operacyjnych dostępnych dla harwesterów, z uwagi na zasięg ramienia odległość między nimi nie powinna przekraczać 20 m, co w łącznym efekcie powoduje zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez drzewostan o około 15%. Podobne kwestie stawały na porządku dziennym już w przeszłości, gdy w państwowym gospodarstwie leśnym dopuszczono stosowanie cięć liniowych (polegających na usuwaniu co trzeciego do co siódmego rzędu drzew), pod nazwą „zagęszczonych szlaków zrywkowych” (Zasady... 1969). Wówczas oceniano negatywnie ich wpływ na wartość hodowlaną oraz odporność na czynniki abiotyczne (Bernadzki 1969; Gryniewicz 1972; Zachara 1992). Z cięć schematycznych, polegających na usuwaniu całych rzędów, znana jest gospodarka leśna krajów skandynawskich (Mäkinen i in. 2003).

W badaniach nad wpływem szlaków zrywkowych na wzrost i rozwój drzewostanu sosnowego wśród pozytywnych efektów wymienia się przyspieszenie wzrostu drzew odsłoniętych przez ten zabieg (Stempski i in. 2010; Stempski, Jabłoński 2014; Kuliešis i in. 2018) oraz ograniczenie szkód wewnątrz drzewostanu podczas mechanicznego pozyskania drewna (Suwała 1999). Nieuniknionym skutkiem tej operacji jest jednak schematyczne usunięcie części drzewostanu, w której mogą znajdować się egzemplarze cenne z hodowlanego punktu widzenia.

Celem pracy była ocena wpływu zabiegu trzebieżowego połączonego z wycięciem szlaków operacyjnych na obniżenie wartości hodowlanej drzewostanu określone ubytkiem drzew dorodnych.

2. Obiekt i metodyka

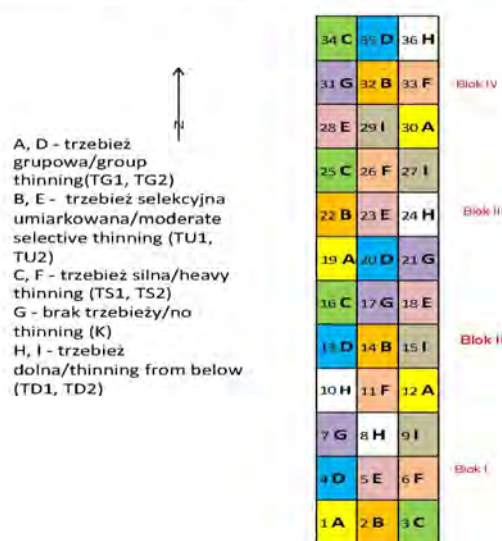
Badania przeprowadzono na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Kozienice w Leśnictwie Chinów, oddz. 100a w 56-letnim litym drzewostanie sosnowym założonym z sadzenia na siedlisku boru świeżego, I bonitacji, na glebie rdzawej właściwej.

Powierzchnia założona była w 1965 roku przy użyciu 1-letnich sadzonek sosny zwyczajnej jako doświadczenie więźbowe, z różnymi wariantami więźby kwadratowej, prostokątnej i trójkątnej, w układzie bloków losowych (4 powtórzenia, 9 wariantów). Pojedyncza działka miała kształt prostokąta o wymiarach 17×33 m. W roku 1999 doświadczenie zostało zmienione na więźbowo-trzebieżowe (ryc. 1) z następującymi wariantami:

- wariant K (więźba sadzenia prostokątna 1,2×0,8 m), czyli kontrolny (bez trzebieży), drzewa dorodne w liczbie 500 sztuk na hektarze były wyznaczone tylko w celach porównawczych.
- warianty TU1 (więźba sadzenia kwadratowa 1,0 m) i TU2 (więźba sadzenia trójkątna 1,2 m) w którym zaplanowano trzebież selekcyjną umiarkowaną, wybierano drzewa dorodne w liczbie 500 sztuk na hektarze. Spośród drzew szkodliwych usuwano nie więcej niż jedno drzewo z warstwy panującej na każde z drzew dorodnych.
- warianty TS1 (więźba sadzenia kwadratowa 1,2 m) i TS2 (więźba sadzenia prostokątna 1,2×0,55 m) przeznaczono do trzebieży uproszczonej, silnej (według drzew docelowych), wybierano drzewa dorodne w liczbie 350 sztuk na hektar. Z ich bezpośredniego sąsiedztwa usuwano wszystkich konkurentów stykających się z nim koronami.

- warianty TG1 (więźba sadzenia kwadratowa 0,8 m) i TG2 (więźba sadzenia trójkątna 1,0 m) – stabilizująca trzebież grupowa, wybierano drzewa dorodne w takiej samej liczbie jak w wariantach TU1 i TU2, bez wymogu regularnego rozmieszczenia, tzn. dopuszczono wybór drzew rosnących w bezpośredniej bliskości (w jednej biogrupie), jeśli ich jakość pozwalała zakwalifikować je jako dorodne.
- warianty TD1 (więźba kwadratowa 1,4 m) i TD2 (więźba prostokątna 2,3×0,3 m), w których prowadzi się trzebież dolną i w związku z tym nie wybierano drzew dorodnych, dlatego nie są one omawiane w niniejszym opracowaniu.

wariant/treatment	więźba/spacing	rozstęp/distance
A	kwadratowa/square	0,8 m
B	kwadratowa/square	1,0 m
C	kwadratowa/square	1,2 m
D	trójkątna/triangular	1,0 m
E	trójkątna/triangular	1,2 m
F	prostokątna/rectangular	1,2 x 0,55 m
G	prostokątna/rectangular	1,2 x 0,8 m
H	prostokątna/rectangular	2,3 x 0,3 m
I	kwadratowa/square	1,4 m



Rycina 1. Układ powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Kozienice.

Figure 1. Experimental design in the Kozienice Forest District.

Trzebież według powyższych założeń na powierzchni Kozienice wykonano w roku 1999. Kolejne nawroty miały miejsce w roku 2007 i 2019. Podczas ostatniego zabiegu wykonano szlaki operacyjne i przeprowadzono trzebież przy użyciu harwestera. Szlaki poprowadzono w poprzek powierzchni (wzdłuż krótszego boku działek) poszerzając istniejące od początku jednorzędowe odstępy między działkami oraz wykonując dodatkowe szlaki pośrodku każdej z działek, przez co odległość między szlakami wynosiła 17–18 metrów.

Ostatni pomiar wykonano w roku 2020. Pomierzono pierśnice wszystkich drzew stojących (w dwóch kierunkach), w zaokrągleniu do 1 mm, oraz wysokości wszystkich drzew (w zaokrągleniu do 0,1 m). Zarejestrowano wszystkie utracone drzewa z ostatniego okresu pomiarowego, włącznie z tymi spowodowanymi wycięciem szlaków.

Wyniki pomiarów przedstawiono tabelarycznie i graficznie. W tabelach przedstawiono liczbę drzew i pierśnicowe pole przekroju, przeciętną pierśnicę i wysokość oraz wysokość i pierśnicę 100 najgrubszych drzew na hektarze. Pole przekroju wyliczono jako sumę pól wszystkich drzew na działce:

$$G = \sum g_i \quad (2)$$

gdzie:

$$g_i = \pi((d1_i+d2_i)/2)^2/4 \quad (3)$$

$d1_i, d2_i$ – pomiar pierśnicy w dwóch kierunkach

Przeciętną pierśnicę określono jako pierśnicę przekroju:

$$D_{sr} = 2\sqrt{G/\pi} \quad (4)$$

Wysokość (H_{sr}) określono jako średnią ważoną polem przekroju:

$$H_{sr} = \sum g_i h_i / \sum g_i \quad (5)$$

gdzie h_i oznacza wysokość pojedynczego drzewa. Liczbę drzew i pole przekroju w tabelach przedstawiono w przeliczeniu na 1 ha.

Podobne obliczenia przeprowadzono dla drzew utraconych, biorąc jako podstawę do obliczeń dane pomiarowe z poprzedniego badania w roku 2015. Celem zbadania wpływu wariantu cięć i obecności szlaków zrywkowych na straty w drzewostanie, dokonano zestawienia zarówno liczby jak i pola przekroju drzew utraconych z ostatniego okresu, oddzielnie dla szlaków zrywkowych i pozostałej powierzchni. Zebrane dane z uwagi na brak normalności rozkładu badanych cech i występowanie wartości zerowych na niektórych działkach, poddano transformacji logarymicznej aby umożliwić przeprowadzenie analizy wariancji.

Analizę przeprowadzono na danych transformowanych traktując jako źródła zmienności 2 czynniki: wariant cięć (czynnik stały) i powtórzenie (czynnik losowy). Różnice między średnimi porównywano testem Tukeya.

3. Wyniki badań

Liczba drzew w momencie pomiaru wahała się od 778 szt./ha w wariantcie TS1 do 1544 szt./ha w wariantcie kontrolnym, a całkowite pole przekroju od 24,513 m²/ha w wariantcie TS2 do 38,605 m²/ha w wariantcie kontrolnym. Liczba drzew dorodnych wynosiła od 327 szt./ha w wariantcie TS2 do 531 szt./ha w wariantcie TG2. Najwyższa przeciętna pierśnica charakteryzowała wariant TS1 (tab. 1).

Analiza wariancji wykazała istotność wpływu wariantu cięć zarówno na liczebność jak i pole przekroju drzew utraconych (tab. 2). W tabeli pominięto losowy czynnik powtórzenia, gdyż w wypadku wszystkich analiz jego wpływ okazał się nieistotny. Jeśli chodzi o utracone drzewa dorodne, wpływ był słabo istotny pod względem liczebności i nieistotny pod względem pola przekroju.

Największą liczebnością i polem przekroju drzew utraconych charakteryzował się zgodnie z oczekiwaniami wariant kontrolny K (tab. 3).

Można zauważyć, że w wariantcie kontrolnym a w mniejszym stopniu także w obu wariantach trzebieży umiarkowanej, znaczna część strat w drzewostanie (w wariantcie kontrolnym większość) to naturalne

Tabela 1. Cechy biometryczne drzewostanu i wybranych drzew dorodnych na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Kozienice w roku 2020.

Table 1. Biometric characteristics of forest stand and future crop trees on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2020.

Wariant* Treatment*	Cały drzewostan** Total stand**						Drzewa dorodne Future crop trees			
	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)	Hg (m)	Dg (cm)	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)
K	1544	38,605	19,0	17,9	20,5	25,4	424	14,277	19,5	20,7
TG1	1090	30,497	19,2	18,8	20,6	24,9	499	16,154	19,6	20,4
TG2	1019	30,952	20,1	19,8	21,3	25,9	531	18,537	20,4	21,1
TS1	778	29,652	19,9	22,2	20,9	28,2	374	16,907	20,4	24,0
TS2	802	24,513	19,7	19,8	20,7	25,1	327	12,853	20,3	22,3
TU1	949	29,588	20,2	19,9	21,4	26,0	477	18,104	20,6	21,9
TU2	931	28,868	20,0	19,9	21,2	26,1	470	17,418	20,3	21,7
r-m	1016	30,382	19,7	19,8	20,9	25,9	443	16,321	20,2	21,7

*K – kontrola (bez trzebieży) w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie prostokątnej 1,2×0,8 m / control (without thinning) in stand planted at a rectangular spacing 1,2×0,8 m

TG1 – trzebież grupowa w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie kwadratowej (odległość między sadzonkami 0,8 m) / group thinning in stand planted at a square spacing 0,8×0,8 m

TG2 – trzebież grupowa w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie trójkątnej (odległość między sadzonkami 1,0 m) / group thinning in stand planted at a triangle spacing (1,0 m)

TS1 – trzebież silna wg drzew docelowych w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie kwadratowej (odległość między sadzonkami 1,2 m) / heavy thinning for target trees in stand planted at a square spacing 1,2×1,2 m

TS2 – trzebież silna wg drzew docelowych w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie prostokątnej 1,2×0,55 m / heavy thinning for target trees in stand planted at a rectangular spacing 1,2×0,55 m

TU1 – trzebież selekcyjna klasyczna (umiarkowana) w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie kwadratowej (odległość między sadzonkami 1,0 m) / classic selective thinning (moderate) in stand planted at a square spacing 1,0×1,0 m

TU2 – trzebież selekcyjna klasyczna (umiarkowana) w drzewostanie wyrosłym z uprawy posadzonej w więźbie trójkątnej (odległość między sadzonkami 1,2 m) / classic selective thinning (moderate) in stand planted at a triangle spacing (distance 1,2 m)

** N – liczba drzew / number of trees

G – pierśnicowe pole przekroju / basal area

H – wysokość przeciętna / mean height

D – pierśnica przeciętna / mean diameter at breast height

Hg – wysokość górna / dominant height

Dg – pierśnica górna / dominant diameter at breast height

Tabela 2. Wyniki analizy wariancji liczby drzew utraconych i ich pola przekroju na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.

Table 2. Results of ANOVA of the lost trees (number and basal area) on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

Drzewa utracone Lost trees	N		G	
	F	Grupy jednorodne Homogenous groups	F	Grupy jednorodne Homogenous groups
Razem Total	4,182***	1: TS1, TS2, TU1, TG2, TG1, TU2 2: TU1, TG2, TG1, TU2, K	8,501***	1: TS1, TU1, TS2, TG2, TG1, TU2 2: K
Dorodne Future crop trees	3,037*	-	2,441 ^(c)	-
Na szlaku On trail	2,886*	1: TU1, TS1, TS2, TG2, TU2, TG1 2: TS1, TS2, TG2, TU2, TG1, K	7,134***	1: TU1, TS1, TS2, TU2, TG2, 2: TS1, TS2, TU2, TG2, TG1, K 3: TG2, TG1, K
Dorodne na szlaku Future crop trees on trail	3,240*	1: TS1, TU1, TS2, TG2, TU2, TG1 2: TU1, TS2, TG2, TU2, K, TG1	3,077*	1: TS1, TU1, TS2, TG2, TU2, K 2: TS2, TG2, TU2, K, TG1
Poza szlakiem Outside trail	4,130**	1: TS1, TS2, TG1, TG2, TU1, TU2 2: TG2, TU1, TU2, K	7,348***	1: TS1, TS2, TG1, TG2, TU1, TU2 2: TU2, K
Dorodne poza szlakiem Future crop trees outside trail	1,027 ⁻	-	1,182 ⁻	-

różnice nieistotne / differences not significant

^(c) – istotność przy poziomie 0,1 / significance level 0,1

* – istotność przy poziomie 0,05 / significance level 0,05

** – istotność przy poziomie 0,01 / significance level 0,01

*** – istotność przy poziomie 0,001 / significance level 0,001

Tabela 3. Liczba i pole przekroju drzew utraconych w różnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.

Table 3. Number and basal area of lost trees in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

Wariant Treatment	Drzewa utracone razem All lost trees				Utracone dd razem All future crop trees lost			
	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)
K	360	4,895	17,2	13,2	25	0,544	18,6	17,1
TG1	87	1,989	18,6	17,5	34	1,048	18,8	19,8
TG2	73	1,701	19,1	17,0	20	0,438	19,5	16,9
TS1	45	0,886	17,7	16,1	0	0,000	-	-
TS2	50	1,091	18,5	16,0	15	0,422	19,4	18,7
TU1	63	1,027	18,3	14,8	7	0,116	17,9	15,1
TU2	93	1,967	18,6	16,4	35	0,817	18,4	18,3
r-m	110	1,936	18,3	15,9	19	0,484	18,8	17,6

wydzielanie lub ubytek z przyczyn losowych, biotycznych lub abiotycznych, mające miejsce na obszarze poza szlakami operacyjnymi (ryc. 2).

Nieco odmienne wyniki uzyskano analizując wyłącznie drzewa usunięte wskutek wycięcia szlaków operacyjnych. Wprawdzie i w tym wypadku najwyższe wartości charakteryzowały wariant kontrolny (ryc. 2, 3), ale statystycznie nie różniły się one pod tym

względem od uzyskanych w wariantach trzebieży grupowej (tab. 2), w których zagęszczenie drzewostanu było również stosunkowo wysokie.

Jeśli chodzi o drzewa dorodne (ryc. 4, 5), okazuje się, że najczęściej spośród nich zostało utraconych nie w wariantcie kontrolnym, lecz w wariantcie trzebieży grupowej TG1 – liczba drzew 29 szt./ha, pole przekroju blisko 1 m²/ha (tab. 4).

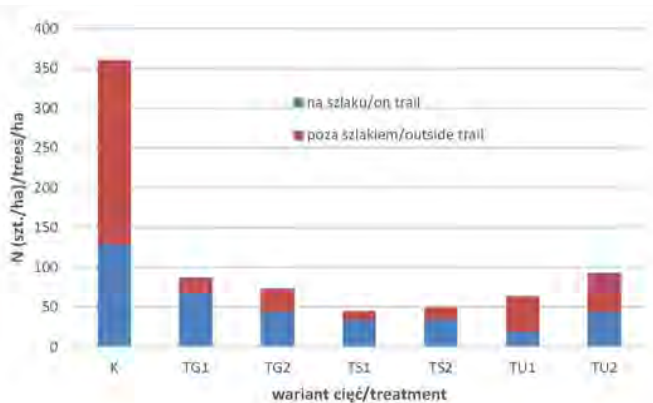
**Rycina 2. Liczba drzew utraconych w poszczególnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.**

Figure 2. Number of lost trees in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

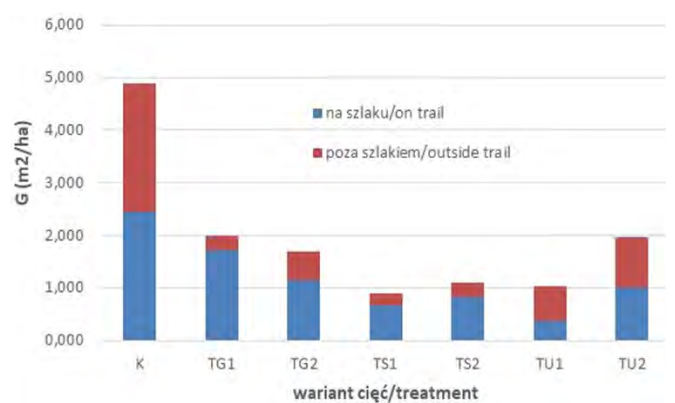
**Rycina 3. Pole przekroju drzew utraconych w różnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.**

Figure 3. Basal area of lost trees in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

Tabela 4. Liczba i pole przekroju drzew usuniętych na szlakach operacyjnych w różnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.

Table 4. Number and basal area of future crop trees cut down on skid trails in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

Wariant Treatment	Drzewa wycięte na szlaku Trees cut down on trail				Wycięte dd na szlaku Future crop trees cut down on trail			
	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)	N (szt./ha)	G (m ² /ha)	H (m)	D (cm)
K	128	2,450	17,9	15,5	20	0,478	19,1	17,5
TG1	67	1,716	18,7	18,1	29	0,950	18,9	20,1
TG2	44	1,137	19,6	18,2	15	0,328	19,5	16,9
TS1	35	0,675	18,2	17,0	0	0,000	-	-
TS2	35	0,824	18,7	16,9	10	0,271	19,2	18,6
TU1	19	0,362	18,8	15,7	5	0,087	17,9	15,1
TU2	44	1,015	18,9	17,1	15	0,434	18,9	19,2
r-m	53	1,168	18,7	16,9	13	0,364	18,9	17,9

Wielkości te różniły się istotnie od uzyskanych w wariantach TS1 w wypadku liczby drzew oraz od TS1 i TU1 w wypadku pola przekroju (tab. 2). Nie jest to całkiem zaskakujące zważywszy na przypadki gdy drzewa te, co często zdarza się w tej metodzie cięć, znajdowały się blisko jedno od drugiego, stąd możliwa była ich nadreprezentacja na szlaku operacyjnym. Zwrócić należy uwagę na to, że ani jedno drzewo dorodne nie zostało usunięte w wariantach trzebieży silnej TS1 stosowanej w drzewostanie założonym w rozluźnionej więźbie (ryc. 4, 5).

Na obszarze poza szlakami operacyjnymi wpływ wariantu cięć na całkowity wypadek drzew był bardzo istotny (tab. 2). Wypadki mierzone liczbą drzew były najwyższe w wariantach kontrolnym K i różniły się istotnie od wartości uzyskanych w wariantach TS1, TS2 i TG1 a mierzone polem przekroju – także od wariantów TG2 i TU1. Wartości te nie różniły się istotnie od uzyskanych w jednym z wariantów trzebieży umiarkowanej TU2 (ryc. 3), na co miał wpływ stosunkowo wysoki wypadek drzew spowodowany czynnikami abiotycznymi (śniegołomy) i biotycznymi (przyplaszczek granatek) na jednej z działek traktowanych tym sposobem cięć.

Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic między wariantami, jeśli chodzi o ubytek samych drzew dorodnych, można jednak zauważyć, że najwięcej drzew dorodnych poza szlakami operacyjnymi ustąpiło z drzewostanu w wariantach TU2 (ryc. 4, 5), co było spowodowane czynnikami wspomnianymi powyżej.

4. Dyskusja wyników

Wycięcie szlaków operacyjnych powoduje straty hodowlane polegające na utracie części przyszłego drzewostanu, przy czym

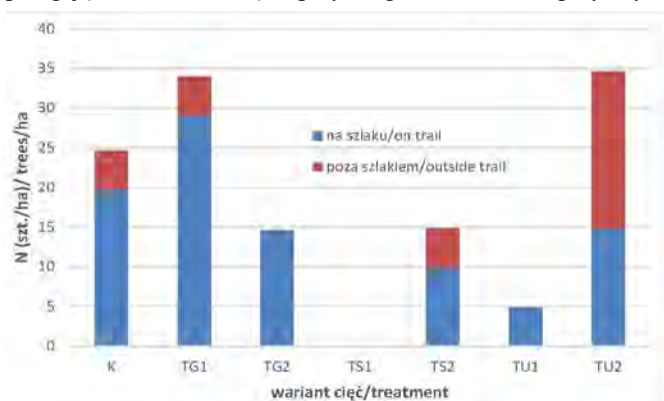
**Rycina 4. Liczba utraconych drzew dorodnych w różnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.**

Figure 4. Number of future crop trees lost in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

straty te są najmniejsze w tych obiektach, gdzie liczba drzew dorodnych jest z założenia obniżona w stosunku do norm przewidzianych w Zasadach Hodowli Lasu, zwłaszcza w tym wariantach, gdzie drzewostan od początku wzrastał w rozluźnionej więźbie. Jeśli pominąć wariant kontrolny

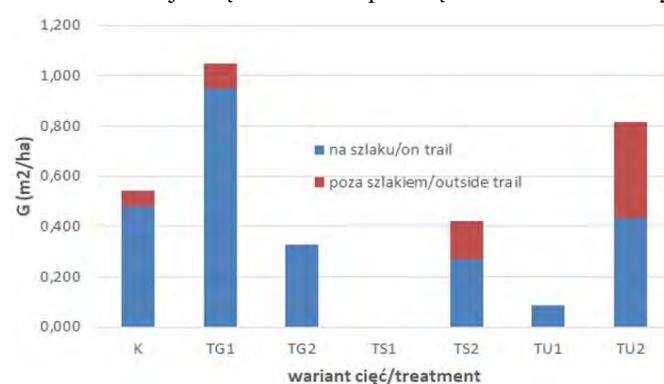
**Rycina 5. Pole przekroju utraconych drzew dorodnych w różnych wariantach na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Kozienice w latach 2015–2020.**

Figure 5. Basal area of future crop trees lost in different treatments on the experimental plot in the Kozienice Forest District in 2015–2020.

(brak jakiegokolwiek trzebieży w drzewostanie odnowionym z sadzenia), który w prawidłowej gospodarce leśnej nie występuje, największe straty mają miejsce w wypadku trzebieży grupowej, będącej szczególną odmianą trzebieży selekcyjnej. Stosowanie tej metody jest najtrudniejsze do pogodzenia z mechanizacją prac, gdyż jednym z celów przyświecającym twórcy tej wersji trzebieży było unikanie nadmiernego przerywania zwarcia (Zajączkowski 1990, 1994). Klasyczna, umiarkowana trzebież selekcyjna stanowi wariant pośredni między wyżej wymienionymi.

Uzyskane wyniki można porównać z pracami Suwały (1999, 2003), który badał uszkodzenia drzew i gleby w trzebieżach późnych przy różnych procesach technologicznych na terenie Nadleśnictwa Solec Kujawski i Dąbrowa (RDLP Toruń). Szlaki, po których poruszał się harwester, znajdowały się w odstępach 20, 40 i 60 m od siebie. Ich wykonanie skutkowało utratą od 0 do 4 drzew dorodnych na hektar (Suwała 1999), przy czym w wypadku szlaków przecinanych co 40–60 m średnio usuwano 2 drzewa dorodne, a w wypadku szlaków co 20 m – 3 drzewa dorodne na hektar. Są to wartości niższe od uzyskanych w niniejszej pracy, na co mógł mieć wpływ fakt operowania w tamtym wypadku na większej powierzchni i unikania czysto schematycznego prowadzenia szlaków, co było trudne do realizacji w opisywanym doświadczeniu.

Ogólna konkluzja z uzyskanych wyników jest taka, że postępująca mechanizacja prac, powodowana czynnikami

ekonomicznymi, skutkuje ewolucją metod pielęgnowania lasu w kierunku bardziej uproszczonych w stosunku do klasycznej myśli hodowlanej przyświecającej twórcom trzebieży selekcyjnej, z jej naczelną zasadą „wcześnie, umiarkowanie, często”. Otwiera to drogę do dyskusji nad przyszłością strategii dotyczącej cięć pielęgnacyjnych w państwowym gospodarstwie leśnym. Oficjalnie bowiem obowiązuje tam nadal selekcyjny kierunek cięć pielęgnacyjnych z naciskiem na selekcję pozytywną (Zasady... 2012) jednakże, jak wskazują od pewnego czasu specjaliści-hodowcy, w obecnej praktyce leśnej często zabiegi ewoluują w kierunku selekcji negatywnej (Brzeziecki 2005), a stopniowe odchodzenie od obowiązku trwałego oznaczania drzew dorodnych stawia pod znakiem zapytania skuteczność selekcji (Łukaszewicz, Zajączkowski 2019).

Zakładając świadome utrzymanie zasady selekcji pozytywnej w toku całego procesu pielęgnacyjnego, a jednocześnie przewidując postępującą mechanizację cięć pielęgnacyjnych, należy tak planować kolejność prac związanych z wyznaczaniem trzebieży, aby wyznaczenie szlaków operacyjnych poprzedzało wybór drzew dorodnych.

5. Wnioski

1. Wykonanie szlaków operacyjnych w drzewostanie sosnowym podlegającym trzebieży skutkuje zmniejszeniem puli drzew dorodnych (przyszłościowych) będących obiektem selekcji, w stopniu zależnym od przyjętej metody trzebieży.
2. Największe straty wśród drzew dorodnych występują w przypadku stosowania trzebieży grupowej, co stoi w kolizji z regułami tej odmiany trzebieży selekcyjnej.
3. Najmniejszy ubytek drzew dorodnych podczas wyznaczania szlaków operacyjnych osiągnąć można przy uproszczonej metodzie trzebieży selekcyjnej, z obniżoną liczbą drzew dorodnych na jednostkę powierzchni.
4. Z hodowlanego punktu widzenia celowe jest wyznaczenie szlaków operacyjnych przy pierwszej trzebieży, przed wyznaczeniem drzew dorodnych.

Konflikt interesów

Autor deklaruje brak potencjalnych konfliktów.

Źródła finansowania

Badania zostały sfinansowane ze środków Funduszu Badań Własnych IBL (temat nr 260222).

Podziękowania

Dziękuję Kolegom: mgr. inż. Piotrowi Zajączkowskiemu i mgr. inż. Grzegorzowi Jakubowskiemu za pomoc w pomiarach terenowych oraz wprowadzeniu zebranych danych do bazy.

Literatura

- Abetz P. 1970. Schwachholzmarkt und waldbauliche Konsequenzen bei Bestandesbegründung und Jungbestandspflege, *AFZ* 18: 368–370.
- Ahnlund Ulvcrona K., Karlsson K., Ulvcrona T. 2014. Identifying the biological effects of pre-commercial thinning on diameter growth in young Scots pine stands, *Scandinavian Journal of Forest Research* 29(5): 427–435.
- Bernadzki E. 1969. Zmiany wartości hodowlanej drzewostanu pod wpływem cięć liniowych, *Sylwan* 113(10): 1–10.
- Bernadzki E., Czereyski K., Ilmurzyński E., Marszałek T.,

- Szymański S. 1980. Trzebieże. PWRiL, Warszawa, 396 s.
- Brzeziecki B. 2005. Wpływ trzebieży na zróżnicowanie strukturalne drzewostanów sosnowych, *Sylwan* 199(10): 11–19.
- Giefling D.F., Karaszewski Z., Ziemiński Z. 2003. Wpływ szlaków zrywkowych założonych w czasie czyszczeń późnych na kształtowanie się niektórych cech drzew, *Sylwan* 197(3): 11–18.
- Gostolek R., Rutkowska A., Adamowicz K. 2018. Wpływ typu siedliskowego lasu na przychody uzyskiwane w ramach wczesnych i późnych trzebieży pozytywnych, *Sylwan* 162(3): 179–188.
- Gryniewicz J. 1972. Wpływ trzebieży selekcyjnej i cięć liniowych na powstawanie szkód śniegowych w drzewostanach sosnowych. *Sylwan* 116(3): 17–28.
- Huss J. 1983. Durchforstungen in Kiefernjungbeständen, *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 1: 1-17.
- Jaworski A. 2013. Hodowla lasu. T. II. Pielęgnowanie lasu. PWRiL, Warszawa, 360 s.
- Karlsson L., Bergsten U., Ulvcrona T., Elfving B. 2013. Long-term effects on growth and yield of corridor thinning in young *Pinus sylvestris* stands, *Scandinavian Journal of Forest Research* 28 (1): 28–37.
- Kuliešis A., Aleinikovas M., Linkevičius E., Kuliešis A. A., Saladis J., Škema M., Šilinskas B., Beniušiene L. 2018. The impact of strip roads on the productivity of spruce plantations, *Forests* 640 (9): 1–14.
- Leibundgut H. 1984. Die Waldpflege. 3 Auflage. Verlag Paul Haupt, Bern - Stuttgart, 216 s.
- Łukaszewicz J., Zajączkowski J. 2019. Trzebieże wczesne w Lasach Państwowych w Polsce - rozwój czy regres?, *Sylwan* 163(1): 13–24.
- Mäkinen H., Isomäki A., Hongisto T. 2006. Effect of half-systematic and systematic thinning of Scots pine and Norway spruce in Finland, *Forestry* 79 (1): 103–121.
- del Rio M., Bravo-Oviedo A., Pretzsch H., Löf M., Ruiz-Peinado R. 2017. A review of thinning effects on Scots pine stands: From growth and yield to new challenges under global change, *Forest Systems* 26(2): 1–19.
- Schädelin W. 1942. Die Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung. 3 Aufl., Bern-Leipzig.
- Sosnowski J. 2002. Szlaki zrywkowe w proekologicznym gospodarstwie leśnym. Część II - Projektowanie, wykonawstwo i użytkowanie szlaków zrywkowych, *Sylwan* 146(9): 93–99.
- Stempski W., Grodecki J., Wudarczyk M. 2010. Wpływ szlaków zrywkowych na wzrost i rozwój drzew z nimi sąsiadujących, *Sylwan* 154(4): 259–266.
- Stempski W., Jabłoński K. 2014. Differentiation of tree diameters at strip roads in a young pine tree-stand, *Acta Scientiarum Polonorum Silvorum Colendarum Ratio et Industria Lignari* 13 (1): 37–46.
- Stępień E. 1986. Zwiększanie stabilności drzewostanów przy pracach odnowieniowych, *Sylwan* 130(1): 13–21.
- Suwała M. 1999. Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w późnych trzebieżach, *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa Seria A* 873: 1–86.
- Suwała M. 2003. Uszkodzenia drzew w drzewostanach sosnowych przy pozyskiwaniu drewna w praktyce leśnej, *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa Seria A* 959: 61–80.
- Vasiliauskas R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review, *Forestry* 74(4): 319–336.
- Zachara T. 1992. Wzrost drzewostanu sosnowego założonego na gruncie porolnym traktowanego cięciami liniowymi i selekcyjnymi, *Sylwan* 130(9): 33–40.
- Zajączkowski J. 1990. Stabilisierende Gruppendurchforstung in Kiefernbeständen, *Forstarchiv* 1: 39–40.
- Zajączkowski J. 1994. Biogrupy drzew w drzewostanach - możliwości i celowość ich wykorzystania przy prowadzeniu trzebieży. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A* 778: 1–38.
- Zasady hodowlane obowiązujące w państwowym gospodarstwie leśnym. 1969. PWRiL, Warszawa.
- Zasady hodowli lasu. 2012. Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych w Bedoniu.