

Marian Suwała<sup>1</sup>

## Przyrosty drzew uszkodzonych przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach sosnowych w trzebieżach późnych

Increments in trees injured during late thinning in pine stands

**Abstract.** The analysis covered average annual dbh, tree height and volume increments within ten years after the occurrence of injury (broken down into five-year periods of 1–6 and 6–10 years) during late thinning in pine stands. The injury of sample trees was classified as small – up to 100 cm<sup>2</sup>, and large – above 100 cm<sup>2</sup>. In both cases, two injury degrees were distinguished: without injury to wood tissue and with injury to wood tissue. The inventory carried out immediately after the thinning was the basis for determining the area and depth of wound. Trees free from mechanical injury were referred to for comparison. Tree volume was determined by sectioning felled trees. In all analyzed comparisons, the annual increment of dbh and volume of injured trees, within ten years after injury, was higher than in the case of uninjured trees, and for part of the studied comparisons the differences were statistically significant. In none of the analyzed comparisons found were significant differences in annual height growth. There were neither distinct regularities as concerns increment arrangement dependent on the area and depth of tree wound.

**Key words:** Scots pine growth, mechanical injury to Scots pine, timber harvest.

### 1. Wprowadzenie

Po wystąpieniu rany, powstałej w wyniku uszkodzenia mechanicznego, drzewa uruchamiają reakcje obronne umożliwiające jej zablźnianie (reakcje traumatyczne). Procesy te są złożone i zależą od wielu czynników, m.in. wielkości i głębokości ran, uszkodzenia kambium, naprężeń ściskających i rozciągających. Mechanizmy regulujące reakcje obronne są w dużym stopniu nierozpoznane (Zajączkowska 2006).

W zakresie wpływu zranień drzew przy pozyskiwaniu drewna na ich przyrosty literatura jest bardzo uboga. Autorzy powołują się zwykle na badania Isomäki i Kallio wykonane wiele lat temu w Finlandii (1974). Wynika z nich, że w przypadku świerka, przyrost miąższości drzew uszkodzonych zmniejsza się w pierwszym dziesięcioleciu o 13% – przy ranach o powierzchni do 100 cm<sup>2</sup> oraz o 24% – jeżeli rany obejmują powierzchnię większą niż 100 cm<sup>2</sup>. W drugim dziesięcioleciu strata przyrostu zmniejsza się o 30%, a w trzecim o 70%.

Wyniki badań nad wpływem żywicowania na przyrost drzew wskazują, że uszkodzona mechanicznie sosna może reagować inaczej niż świerk. Na podstawie badań wyko-

nanych po żywicowaniu sosny, Jezierski (1930) stwierdził, że wpływ żywicowania na przyrost jest skomplikowany i nie zawsze negatywny. Grochowski (1990) twierdzi, powołując się na wyniki badań wykonanych w byłym ZSRR, że długotrwałe i intensywne żywicowanie powoduje zmniejszenie przyrostu grubości w środkowej części strzały, zwiększenie na pasach życiowych i powyżej nich, a w partiach górnych nie następują żadne zmiany. Stwierdzono również, że drzewo pozostawione na pniu po żywicowaniu przyrasta intensywniej, ale następuje przy tym deformacja strzały. Badania wykonane pod kierownictwem Grochowskiego (1990) wskazują na możliwość zwiększenia przyrostu grubości i miąższości żywicowanej sosny zwyczajnej.

Obecne badania wykonano na powierzchniach badawczych, na których 10 lat wcześniej przeprowadzono inwentaryzację uszkodzeń drzew i gleby, powstałych przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach sosnowych, w trzebieżach późnych (Dobrowolska i in. 1996; Olejarski, Walendzik 1996; Suwała i in. 1996; Suwała 1999).

<sup>1</sup> Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Użytkowania Lasu, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn, Poland

\* Fax +48 227153557, e-mail: m.suwala@ibles.waw.pl

Celem badań było określenie wpływu uszkodzeń (mechanicznych zranień) drzew przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach sosnowych podczas trzebieży późnych na przyrost ich pierśnicy, wysokości i miąższości w okresie 10 lat od wystąpienia uszkodzeń.

## 2. Metodyka badań

### Wskaźniki oceny

Badania przeprowadzono w drzewostanach sosnowych na siedlisku Bśw (obecnie Bśw i BMśw), w wieku 73–102 lata. Szczegółową charakterystykę drzewostanów i trzebieży wykonanych 10 lat temu oraz podczas obecnych badań przedstawiono we wcześniejszej publikacji poświęconej ocenie wpływu uszkodzeń gleby na przyrosty drzew (Suwała 2007).

Do oceny wpływu uszkodzeń drzew na ich przyrosty (w ciągu 10 lat po wystąpieniu uszkodzeń, z podziałem na lata 1–5 i 6–10) określono średni przyrost roczny pierśnicy, wysokości i miąższości drzew uszkodzonych (w stopniach powierzchni i głębokości ran) oraz nieuszkodzonych (porównawczych), wybranych w 3 strefach odległości od szlaków zrywkowych i klasach pierśnic.

### Zasady wyboru drzew próbnych

Przyjęto następujący podział uszkodzeń drzew:

- o powierzchni  $\leq 100 \text{ cm}^2$  (PM),
- o powierzchni  $> 100 \text{ cm}^2$  (PD).

W obu kategoriach wielkości uszkodzonej powierzchni wyróżniono uszkodzenia:

- bez ran tkanki drzewnej (N),
- z ranami tkanki drzewnej (R).

Podstawę do ustalenia powierzchni i głębokości uszkodzeń stanowiła ich inwentaryzacja wykonana przed 10 laty.

Do określenia wpływu uszkodzeń drzew na przyrost ich pierśnicy, wysokości i miąższości wybierano drzewa próbne z uszkodzeniami mechanicznymi (U), powstałymi podczas pozyskiwania drewna przed 10 laty. Przyjęto przy tym poniższe uwarunkowania.

Ustalono trzy strefy odległości drzew próbnych od brzegu szlaku zrywkowego:

- 1) do 5 m (5 m) – większe uszkodzenia gleby – w tym koleiny, bruzdy, oddziałujące na korzenie drzew, prześwietlenie z tytułu wycięcia szlaku;
- 2) od 5,01 do 15 m (15 m) – małe uszkodzenia gleby (bez kolein), bez prześwietlenia z tytułu wycięcia szlaku;
- 3) od 15,01 do 30 m (30 m) – bez uszkodzeń gleby, bez prześwietlenia z tytułu wycięcia szlaku, w środko-

wej części pasów drzewostanu między szlakami zrywkowymi, prowadzonymi przed 10 laty w odstępach 40 i 60 m.

Drzewa uszkodzone zostały ponadto sklasyfikowane według ich pierśnicy określonej przed 10 laty. Wyróżniono trzy klasy pierśnic drzew:

- 1) M – klasa pierśnic mniejszych (do 18,9 cm) niż w klasie średniej;
- 2) S – klasa średnia (19,0–24,9 cm), obejmująca trzy klasy w tabeli stosowanej do szacunków brakarskich – klasa środkowa wskazana przez średnią pierśnicę drzew w drzewostanach na powierzchniach badawczych po wykonaniu trzebieży przed 10 laty;
- 3) D – klasa pierśnic większych (powyżej 24,9 cm) niż w klasie średniej.

W każdej klasie pierśnic ustalono po trzy drzewa próbne, na podstawie pomiaru pierśnic drzew uszkodzonych przed 10 laty.

Ogólna liczba uszkodzonych drzew próbnych (108) wynika głównie z ograniczonej liczby drzew o odpowiedniej pierśnicy i cechach ran w strefach odległości od szlaku zrywkowego na powierzchniach badawczych.

Jako porównawcze przyjęto drzewa próbne bez uszkodzeń mechanicznych. Zasady ich doboru przedstawiono we wcześniejszej publikacji (Suwała 2007).

### Prace terenowe

Prace terenowe na powierzchniach badawczych (w drzewostanach po 10 latach od pozyskania drewna) obejmowały:

- wybór uszkodzonych i nieuszkodzonych drzew próbnych, zgodnie z wyżej określonymi zasadami oraz nadanie numeru i oznaczenie strzały na wysokości 1 m i 1,3 m, z zaznaczeniem stron świata za pomocą odmiennych kolorów farby;
- wpis drzewa do odpowiedniego zestawienia;
- ścinę drzew próbnych oraz wykonanie pomiarów wysokości strzały w ostatnim dziesięcioleciu, z podziałem na okresy pięcioletnie;
- pomiar średnic na kierunkach północ-południe i wschód-zachód oraz pobranie wywierców na pierśnicy i w sekcjach 2 m w przypadku średnicy strzały powyżej 7 cm, na czterech kierunkach wg stron świata;
- pobranie krążków w sekcjach długości 2 m, do średnicy strzały do 7 cm, oraz na jej wysokości przed 5 i 10 laty.

### Prace laboratoryjne i obliczenie wyników

Pomiar przyrostu drzew próbnych na pierśnicy oraz w środku sekcji długości 2 m, w dziesięcioleciu z podziałem na okresy pięcioletnie, wykonano na wywierciach (za pomocą przyrostomierza) oraz na krążkach

(przymiarem liniowym) na poszczególnych kierunkach z dokładnością do 1 mm. Pierśnicę oraz średnicę drzew w środku sekcji po 10 latach, a także 5 i 10 lat temu (bez kory) obliczono jako średnią arytmetyczną z dwóch pomiarów (na kierunkach północ-południe i wschód-zachód). Miąższość drzew obecnie oraz 5 i 10 lat temu obliczono sekcyjnie.

Obliczono przyrosty pierśnicy, wysokości i miąższości (w dziesięcioleciu = miąższość po 10 latach – 10 lat temu; w pierwszym pięcioleciu = miąższość 5 lat temu – 10 lat temu; w drugim pięcioleciu = miąższość po 10 latach – 5 lat temu).

Przyrosty obliczono jako średnie arytmetyczne w ramach kategorii powierzchni i głębokości ran oraz uszkodzenia drzew w klasach ich pierśnic.

Do oceny istotności wpływu obiektów doświadczenia na średni przyrost zastosowano analizę wariancji przy użyciu testu Fischera. Weryfikacji hipotez dokonano na poziomie istotności  $p_{\alpha} \leq 0,05$ . W przypadku stwierdzenia istotnego wpływu obiektów doświadczenia na średnie przyrosty, dokonano porównania istotności różnic między nimi przy zastosowaniu testu Tukeya (przy  $p_{\alpha} = 0,05$ ).

### 3. Wyniki badań

#### Wpływ uszkodzeń drzew na przyrost ich pierśnicy

Na podstawie średniej ogólnej rocznego przyrostu pierśnicy drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych oraz w klasach pierśnic (tab. 1) można przedstawić poniższe spostrzeżenia.

Średni ogólny przyrost roczny pierśnicy oraz w klasach pierśnic mniejszych (do 18,9 cm) i średnich (19,0–24,9 cm) drzew uszkodzonych okazał się istotnie większy niż drzew nieuszkodzonych w latach 1–10 oraz 1–5 i 6–10 po wystąpieniu uszkodzeń. Średni ogólny przyrost roczny pierśnicy w przypadku drzew uszkodzonych w poszczególnych okresach wyniósł odpowiednio 0,19; 0,20 i 0,19 cm, a drzew nieuszkodzonych 0,16; 0,17 i 0,16 cm.

W klasie mniejszych pierśnic średni przyrost roczny drzew uszkodzonych kształtował się na poziomie 0,15 cm, natomiast drzew nieuszkodzonych na poziomie 0,11 cm we wszystkich uwzględnionych okresach. W klasie pierśnic średnich przyrost drzew uszkodzonych wyniósł przeciętnie w trzech uwzględnionych okresach 0,20 cm, a drzew nieuszkodzonych – 0,16 cm.

W klasie pierśnic większych (powyżej 24,9 cm) przyrost drzew uszkodzonych był także większy niż nieuszkodzonych i wyniósł – średnio w trzech uwzględnionych okresach – odpowiednio 0,23 cm i 0,21 cm, ale różnice są statystycznie nieistotne.

Na podstawie analizy przyrostu rocznego pierśnicy oraz powierzchni i głębokości ran drzew uszkodzonych w trzech strefach odległości od szlaków zrywkowych (tab. 2) można sformułować następujące stwierdzenia:

– we wszystkich analizowanych porównaniach roczny przyrost pierśnicy drzew uszkodzonych jest większy niż drzew nieuszkodzonych, w tym istotnie statystycznie w przypadku większości stopni powierzchni i głębokości ran, z wyjątkiem ran o małej powierzchni bez uszkodzeń drewna (PM-N) oraz o dużej powierzchni z uszkodzeniami drewna (PD-R);

– w latach 1–10 od wystąpienia uszkodzeń roczny przyrost pierśnicy drzew w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran wahał się od 0,18 do 0,21 cm, a przyrost pierśnicy drzew nieuszkodzonych wyniósł 0,16 cm;

– w latach 1–5 od wystąpienia uszkodzeń roczny przyrost pierśnicy drzew w stopniach powierzchni i głębokości ran drzew zawierał się również w przedziale od 0,18 do 0,21 cm, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 0,17 cm;

– w latach 6–10 od wystąpienia uszkodzeń roczny przyrost pierśnicy drzew w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran drzew wahał się od 0,17 do 0,20 cm, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 0,16 cm.

**Tabela 1. Średni roczny przyrost pierśnicy drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych [cm]**

Table 1. Average of annual dbh increment in injured and uninjured trees [cm]

Drzewa Trees	Ogółem General	W klasach pierśnic In dbh classes [cm]		
		18,9	19,0–24,9	24,9
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury				
<b>Uszkodzone</b> Injured	0,19*	0,15*	0,20*	0,23
<b>Nieuszkodzone</b> Uninjured	0,16*	0,11*	0,16*	0,21
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury				
<b>Uszkodzone</b> Injured	0,20*	0,15*	0,21*	0,23
<b>Nieuszkodzone</b> Uninjured	0,17*	0,12*	0,17*	0,21
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury				
<b>Uszkodzone</b> Injured	0,19*	0,15*	0,20*	0,22
<b>Nieuszkodzone</b> Uninjured	0,16*	0,11*	0,15*	0,20

\* różnice istotne / significant differences

**Tabela 2. Średni roczny przyrost pierśnicy drzew uszkodzonych w klasach powierzchni i głębokości ran oraz drzew nieuszkodzonych [cm]**

Table 2. Average annual dbh increment in injured trees by wound area and depth classes and in uninjured trees [cm]

Drzewa Trees	Stopnie powierzchni i głębokości ran drzew uszkodzonych Degree of tree injury by area and depth of wound							
	PM	PD	PM-N PD-N	PM-R PD-R	PM-N	PM-R	PD-N	PD-R
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,19 *	0,19 *	0,19 *	0,20 *	0,18	0,21 *	0,20 *	0,18
Nieuszkodzone Uninjured	0,16*							
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,20 *	0,20 *	0,20 *	0,20 *	0,18	0,21 *	0,21 *	0,18
Nieuszkodzone Uninjured	0,17*							
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,19 *	0,19 *	0,18 *	0,19 *	0,17	0,20 *	0,19 *	0,18
Nieuszkodzone Uninjured	16*							

\* różnice istotne / significant differences

**Tabela 3. Średni roczny przyrost wysokości drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych [m]**

Table 3. Average of annual height increment in injured and uninjured trees [m]

Drzewa Trees	Ogółem General	W klasach pierśnic In dbh class [cm]		
		<18,9	19,0–24,9	>24,9
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	0,21	0,20	0,21	0,22
Nieuszkodzone Uninjured	0,20	0,19	0,22	0,20
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	0,21	0,21	0,21	0,22
Nieuszkodzone Uninjured	0,21	0,19	0,23	0,20
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	0,21	0,20	0,21	0,21
Nieuszkodzone Uninjured	0,20	0,19	0,22	0,20

**Wpływ uszkodzeń drzew na przyrost ich wysokości**

Analiza średniej ogólnej rocznego przyrostu wysokości drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych oraz w klasach pierśnic (tab. 3) umożliwia przedstawienie poniższych spostrzeżeń.

Nie stwierdzono istotnej różnicy między średnią ogólną przyrostu rocznego wysokości drzew uszkodzonych a nieuszkodzonych ani średnimi tego przyrostu w klasach pierśnic w latach 1–10 oraz 1–5 i 6–10 po wystąpieniu uszkodzeń. Nie wystąpiły też wyraźniejsze prawidłowości. Średnia ogólna przyrostu rocznego wysokości w przypadku drzew uszkodzonych w poszczególnych okresach wyniosła 0,21 m, a drzew nieuszkodzonych 0,20–0,21 m.

W klasie pierśnic mniejszych średni przyrost roczny wysokości drzew uszkodzonych w trzech uwzględnionych okresach kształtował się na poziomie 0,20 m, natomiast drzew nieuszkodzonych na poziomie 0,19 m. W klasie pierśnic średnich w trzech uwzględnionych okresach było odwrotnie, tj. przyrost drzew uszkodzonych wyniósł 0,21 cm, a nieuszkodzonych średnio 0,22 m. W klasie pierśnic większych przyrost drzew uszkodzonych był nieznacznie większy niż nieuszkodzonych i wyniósł średnio w trzech uwzględnionych okresach, odpowiednio 0,22 m i 0,20 m.

Analiza rocznego przyrostu wysokości drzew uszkodzonych w zależności od powierzchni i głębokości

**Tabela 4. Średni roczny przyrost wysokości drzew uszkodzonych w zależności od powierzchni i głębokości ran oraz przyrost drzew nieuszkodzonych [m]**

Table 4. Average annual height increment in uninjured and in injured trees by area and depth of wounds [m]

Drzewa Trees	Stopnie powierzchni i głębokości ran drzew uszkodzonych Degree of tree injury by area and depth of wound							
	PM	PD	PM-N PD-N	PM-R PD-R	PM-N	PM-R	PD-N	PD-R
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21
Nieuszkodzone Uninjured	0,20							
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,21	0,22	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22
Nieuszkodzone Uninjured	0,21							
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21
Nieuszkodzone Uninjured	0,20							

ran, w trzech strefach odległości od szlaków zrywkowych (tab. 4), pozwala na poniższe stwierdzenia.

We wszystkich analizowanych porównaniach roczny przyrost drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych nie różni się istotnie.

W latach 1–10 od wystąpienia uszkodzeń przyrost wysokości drzew uszkodzonych wynosił od 0,20 do 0,21 m w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran, a drzew nieuszkodzonych – 0,20 m.

W latach 1–5 przyrost wysokości drzew uszkodzonych, zawierał się w przedziale od 0,20 do 0,22 m w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran, a drzew nieuszkodzonych wynosił 0,21 m.

W latach 6–10 przyrost drzew uszkodzonych wahał się od 0,20 do 0,21 m w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 0,20 m.

### Wpływ uszkodzeń drzew na przyrost ich miąższości

Na podstawie średniej ogólnej rocznego przyrostu miąższości pni drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych oraz średnich w poszczególnych klasach pierśnic (tab. 5) można przedstawić poniższe spostrzeżenia.

Średnia ogólna przyrostu rocznego miąższości drzew uszkodzonych oraz analogiczne średnie w klasach pierśnic mniejszych (do 18,9 cm) i średnich (19,0–24,9 cm) w latach 1–10 oraz 1–5 i 6–10 po wystąpieniu uszkodzeń okazały się istotnie większe niż przyrost miąższości

**Tabela 5. Średni roczny przyrost miąższości drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych [dm<sup>3</sup>]**Table 5. Average of annual volume increment of injured and uninjured trees [dm<sup>3</sup>]

Drzewa Trees	Ogółem General	W klasach pierśnic In dbh class [cm]		
		<18,9	19,0–24,9	>24,9
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	10,15*	4,75*	9,73*	15,96
Nieuszkodzone Uninjured	8,24*	3,67*	6,95*	14,10
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	9,69*	4,31*	9,06*	15,71
Nieuszkodzone Uninjured	7,84*	3,39*	6,43*	13,72
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury				
Uszkodzone Injured	10,60*	5,20*	10,39*	16,21
Nieuszkodzone Uninjured	8,64*	3,95*	7,48*	14,48

\* różnice istotne / significant differences

**Tabela 6. Średni roczny przyrost miąższości drzew uszkodzonych w zależności od powierzchni i głębokości ran oraz przyrost drzew nieuszkodzonych [dm<sup>3</sup>]**Table 6. Average annual volume increment in uninjured and injured trees by area and depth of wounds [dm<sup>3</sup>]

Drzewa Trees	Stopnie powierzchni i głębokości ran drzew uszkodzonych Degree of tree injury by area and depth of wound							
	PM	PD	PM-N PD-N	PM-R PD-R	PM-N	PM-R	PD-N	PD-R
<b>1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	10,30	9,99	9,81	10,48*	9,91	10,68	9,71	10,28
Nieuszkodzone Uninjured	8,24*							
<b>1–5 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 1–5 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	9,81	9,58	9,25	10,13*	9,17	10,45	9,34	9,82
Nieuszkodzone Uninjured	7,84*							
<b>6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń</b> 6–10 years after the occurrence of injury								
Uszkodzone Injured	10,78*	10,41	10,37	10,83	10,65	10,92	10,09	10,74
Nieuszkodzone Uninjured	8,64*							

\* różnice istotne / significant differences

PM – uszkodzenie ≤ 100 cm<sup>2</sup> / injury ≤ 100 cm<sup>2</sup> ;PD – uszkodzenie > 100 cm<sup>2</sup> / PD – injury > 100 cm<sup>2</sup> ;

N – bez ran tkanki drzewnej / without injuries to wood tissue;

R – z ranami tkanki drzewnej / with injuries to wood tissue

drzew nieuszkodzonych. Średni ogólny przyrost roczny miąższości drzew uszkodzonych w poszczególnych okresach wyniósł odpowiednio 10,15; 9,69 i 10,60 dm<sup>3</sup>, a drzew nieuszkodzonych 8,24; 7,84 i 8,64 dm<sup>3</sup>.

W klasie pierśnic mniejszych średni przyrost roczny miąższości drzew uszkodzonych wyniósł w latach 1–10 oraz 1–5 i 6–10 odpowiednio 4,75; 4,31 i 5,20 dm<sup>3</sup>, natomiast drzew nieuszkodzonych 3,67; 3,39 i 3,95 dm<sup>3</sup>. W klasie pierśnic średnich przyrost drzew uszkodzonych wyniósł w trzech uwzględnionych okresach odpowiednio: 9,73; 9,06 i 10,39 dm<sup>3</sup>, a drzew nieuszkodzonych 6,95; 6,43 i 7,48 dm<sup>3</sup>.

W klasie pierśnic większych (powyżej 24,9 cm) przyrost miąższości drzew uszkodzonych był także większy niż nieuszkodzonych i w trzech uwzględnionych okresach wyniósł odpowiednio 15,96; 15,71 i 16,21 dm<sup>3</sup> oraz 14,10; 13,72 i 14,48 dm<sup>3</sup>, ale różnice są statystycznie nieistotne.

Analiza rocznego przyrostu miąższości drzew uszkodzonych, w zależności od powierzchni i głębokości ran, w trzech strefach odległości od szlaków zrywkowych (tab. 6) pozwala na poniższe stwierdzenia.

We wszystkich analizowanych porównaniach roczny średni przyrost miąższości drzew uszkodzonych był większy niż nieuszkodzonych, ale różnice istotne statystycznie były tylko w kategorii drzew z ranami o powierzchni małej i dużej i z uszkodzeniami drewna (PM-R + PD-R) dla okresów 1–10 lat od wystąpienia uszkodzeń i 1–5 lat oraz kategorii z ranami o powierzchni małej, z uszkodzeniami i bez uszkodzeń drewna (PM) dla okresu 6–10 lat od wystąpienia uszkodzeń.

W latach 1–10 od wystąpienia uszkodzeń roczny przyrost miąższości drzew uszkodzonych wahał się od 9,71 do 10,68 dm<sup>3</sup> w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 8,24 dm<sup>3</sup>.

Roczny przyrost miąższości drzew uszkodzonych w latach 1–5 od wystąpienia uszkodzeń zawierał się w przedziale od 9,17 do 10,45 dm<sup>3</sup> w poszczególnych stopniach powierzchni i głębokości ran drzew, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 7,84 dm<sup>3</sup>.

W latach 6–10 od wystąpienia uszkodzeń roczny przyrost miąższości drzew uszkodzonych wahał się w stopniach powierzchni i głębokości ran drzew od 10,09 do 10,92 dm<sup>3</sup>, a drzew nieuszkodzonych wyniósł 8,64 dm<sup>3</sup>.

#### 4. Analiza wyników i dyskusja

Wyniki badań wskazują na większy przyrost pierśnicy i miąższości drzew uszkodzonych niż nieuszkodzonych. W części analizowanych porównań różnice są istotne. Takie wyniki okazują się zbieżne z badaniami przyrostu sosny po żywicowaniu (Grochowski 1990). Są natomiast odmienne niż wyniki badań na wpływem mechanicznych uszkodzeń na przyrost miąższości drzew świerkowych (Isomäki, Kallio 1974). Nie stwierdzono istotnych różnic między przyrostem rocznym wysokości drzew uszkodzonych a nieuszkodzonych. Nie wystąpiły też w tym przypadku wyraźniejsze prawidłowości.

Trzeba wyjaśnić, że uszkodzone i nieuszkodzone drzewa próbne wybrano w trzech drzewostanach, ponieważ tylko w ten sposób było możliwe zestawienie pełnej ich reprezentacji w ustalonych stopniach powierzchni i głębokości ran oraz w klasach pierśnic i strefach odległości od szlaków zrywkowych. Jednak w każdym drzewostanie wybierano drzewa uszkodzone i nieuszkodzone w tych samych klasach pierśnic i strefach odległości od szlaków zrywkowych. W klasach pierśnic mniejszych średnia pierśnica uszkodzonych i nieuszkodzonych drzew próbnych bez kory wyniosła odpowiednio 15,2 i 15,1 cm, w klasach pierśnic średnich – 20,9 i 19,3 cm, a większych – 26,5 i 26,2 cm. Średnia pierśnica drzew uszkodzonych okazała się zatem nieznacznie większa niż drzew nieuszkodzonych. Wydaje się jednak, że te różnice nie miały decydującego wpływu na wielkość przyrostu, bo np. w klasie pierśnic mniejszych pierśnice drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych są niemal takie same, a średni przyrost pierśnicy i miąższości drzew uszkodzonych okazał się istotnie większy niż drzew nieuszkodzonych.

Zastanawiający jest brak wyraźniejszych prawidłowości w układzie przyrostu w zależności od stopnia powierzchni i głębokości ran, podobnych do wykazanych przez Isomäki i Kallio (1974) w przypadku świerka. Trudno jednoznacznie wyjaśnić fakt, że drzewa uszkodzone zareagowały podobnie, niezależnie od stopnia powierzchni i głębokości ran. Trzeba również zwrócić uwagę na to, że nie wiadomo, jaki byłby układ przyrostów drzew uszkodzonych i nieuszkodzonych w dłuższym okresie czasu. Niedostateczna jest także wiedza o mechanizmach umożliwiających zablźnianie ran ani o zachodzących wówczas procesach. Nakazuje to dużą ostrożność w formułowaniu wniosków.

#### 5. Wnioski

1. Średni przyrost roczny pierśnicy drzew uszkodzonych – w trzech strefach odległości szlaków zrywkowych, w większości stopni powierzchni i głębokości ran

– okazał się istotnie większy niż drzew nieuszkodzonych. W żadnym z analizowanych porównań nie stwierdzono istotnej różnicy między przyrostem rocznym wysokości drzew uszkodzonych a nieuszkodzonych. Przyrost roczny miąższości drzew uszkodzonych był większy niż nieuszkodzonych, ale w zdecydowanej większości analizowanych kategorii (stopni powierzchni i głębokości ran) różnice te były statystycznie nieistotne.

2. Biorąc pod uwagę niedostateczne jeszcze poznanie skutków uszkodzeń drzew przy pozyskiwaniu drewna w różnych warunkach drzewostanowych, a także procesów zachodzących po uszkodzeniu drzewa, szczególnie w dłuższym czasie, oraz brak wyraźniejszych prawidłowości w układzie przyrostów w zależności od powierzchni i głębokości ran, należy w dalszym ciągu ograniczać powstawanie tych uszkodzeń, także w drzewostanach sosnowych podczas trzebieży późnych.

3. Wskazane jest prowadzenie dalszych badań nad oceną skutków uszkodzeń drzew, następujących w drzewostanach przy pozyskiwaniu drewna.

#### Podziękowanie

Autor składa serdeczne podziękowania Panu Nadleśniczemu i Pracownikom Nadleśnictwa Dąbrowa (RDLP Toruń) oraz Kolegom z Zakładu Użytkowania Lasu za pomoc w realizacji badań.

#### Literatura

- Dobrowolska D., Farfał D., Józefaciukowa W. 1996: Wpływ wybranych metod i środków pozyskiwania drewna na uszkodzenia korzeni sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Ser. A, 820: 36-44.
- Grochowski W. 1990: Uboczna produkcja leśna. PWN, Warszawa: 180-187.
- Isomäki A., Kallio T. 1974: Consequences by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Acta Forestalia Fennica*, Vol. 136: 1-24.
- Jezierski F. 1930: Zagadnienie wpływu żywicowania sosny zwyczajnej na jej przyrost. *Sywan*, 1, numery stron; 2, numery stron; 3, numery stron.
- Olejarski I., Walendzik R. 1996: Wpływ maszyn do pozyskiwania drewna i zrywki na właściwości fizyczne gleb leśnych na siedlisku boru świeżego. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Ser. A, 827: 48-61.
- Suwała M. 1999: Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Ser. A, 873: 1-86.
- Suwała M. 2007: Wpływ uszkodzeń gleby przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach sosnowych w trzebieżach

- późnych na przyrosty drzew. *Leśne Prace Badawcze*, 3: 99-116.
- Suwała M., Farfał D., Dobrowolska D., Józefaciuk W., Żółciak A., Oszako T., Sierota Z., Olejarski I., Walendzik R. J., Zachara T., Jodłowski K., Szuba T., Gniady R. 1996: Wpływ techniki i technologii pozyskiwania drewna na wybrane elementy środowiska leśnego. Dokumentacja IBL. Warszawa.
- Zajączkowska U. 2006: Procesy regeneracji pni drzew po zranieniu. *Sylwan*, 3: 3-10.