Przyrosty roczne i stan zdrowotny drzewostanu sosnowego na strzelnicy Jaworze na Poligonie Drawskim

Olga Łodzińska-Jurkiewicz, Anna Cedro

ARTYKUŁY / ARTICLES

Abstrakt. Poligon Drawski to jeden z największych ośrodków militarnych zarówno w Polsce, jak i w Europie. Obszar ten jest nieustannie wykorzystywany przez wojsko, a intensywna eksploatacja powoduje zmiany w środowisku przyrodniczym. Celem badań było określenie wpływu działań wojskowych na stan zdrowotny i przyrosty roczne sosny zwyczajnej na strzelnicy Jaworze. W ramach badań pobrano i zmierzono 30 prób z sosen, wykonano analizy dendrochronologiczne i dendroklimatyczne. Ponadto wykonano inwentaryzację stanu zdrowotnego drzew w obrębie dwóch osi strzelnicy. Przeprowadzone badania i analizy pozwoliły określić stan drzewostanu sosnowego jako dobry (ponad 50% osobników nie wykazało żadnego uszkodzenia, 25% osobnikom przypisano 1 stopień uszkodzenia, 5% drzew znalazło się w najwyższych stopniach uszkodzenia 4 i 5). Analizy dendroklimatyczne wykazały, że największy wpływ na kształtowanie się szerokości przyrostu rocznego słoja ma suma miesięcznych opadów w lutym i marcu. Stwierdzono wiele anomalii w budowie wewnętrznej tkanek pnia będących wynikiem prowadzonych działań militarnych.

Słowa kluczowe: dendroklimatologia, obszar wojskowy, strzelnica, uszkodzenia drzew, sosna zwyczajna

Abstract. Tree-ring widths and health status of Scots pine stand at the Jaworze Shooting Range (Drawski Training Ground). Drawski Training Ground is one of the largest military centers in Poland as well as in Europe. The area of the training ground is constantly used by the army, and intensive exploitation causes changes in the natural environment. The aim of the research was to determine the impact of military activities on the health condition and annual growth of Scots pine at the Jaworze Shooting Range. 30 samples from pines were collected and measured, dendrochronological and dendroclimatic analyzes were performed. In addition, an inventory of the health condition of trees within the two axis of the shooting range was made. The research and analysis allowed to determine the state of the pine stand as good (more than 50% of the individuals showed no damage, 25% were assigned 1st damage, 5% of the trees were in the highest degrees of damage). Dendroclimatic analyzes showed that the largest impact on tree-ring width is the sum of monthly rainfall in February and March. Many anomalies were found in the internal trunk tissues resulting from military operations.

Key words: dendroclimatology, military area, shooting area, damage of trees, Scots pine

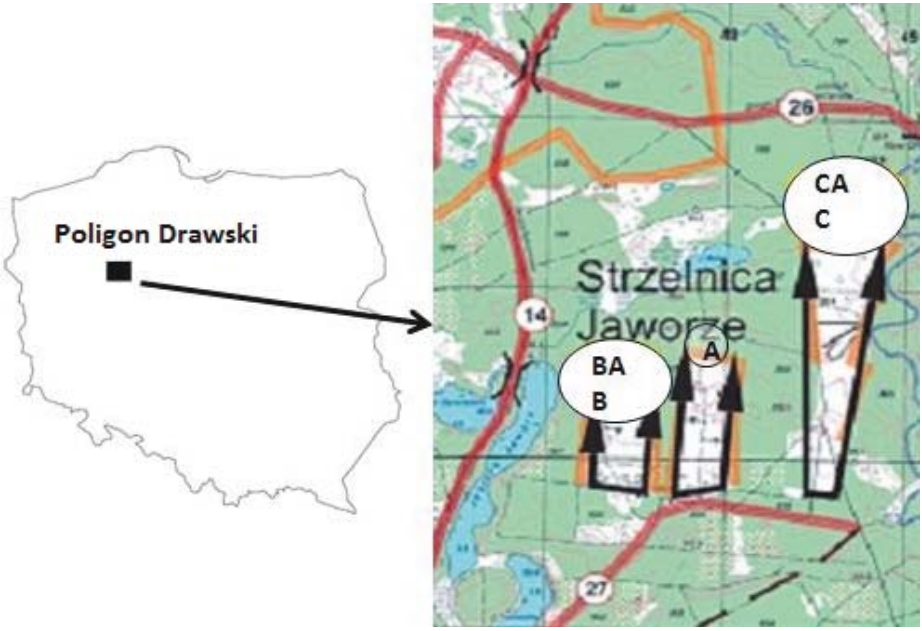
Wstęp

Poligony wojskowe to tereny intensywnie wykorzystywane przez wojsko. Poligon Drawski (Centrum Szkolenia Wojsk Lądowych), czyli największy taki obiekt w Polsce i w Europie, jest eksploatowany niemalże przez cały rok, nie tylko przez polskie jednostki. Obszary wojskowe ze względu na niedostępność są rzadkim terenem i obiektem badań naukowych, dlatego każda nowa informacja zwiększa nasz zasób wiedzy na temat środowiska przyrodniczego i jego przekształceń na tych obszarach.

Celem badań było określenie wpływu działań wojskowych na stan zdrowotny i szerokość przyrostu rocznego drzewostanów sosnowych rosnących na zapleczu strzelnicy Jaworze zlokalizowanej na Poligonie Drawskim.

Obszar badań

Centrum Szkolenia Wojsk Lądowych (Poligon Drawski) to obszar niemalże 36 tys. ha, z czego blisko 70% stanowią tereny leśne. Teren ten położony jest w północno-zachodniej części Polski, w województwie zachodniopomorskim w powiecie drawskim, w granicach dwóch gmin: Drawsko Pomorskie i Kalisz Pomorski. Na obszarze Poligonu przeważa drzewostan iglasty, z dominującym udziałem sosny (około 83%), z domieszką brzozy (3,6%), olchy (2,8%), dębu (2,2%) oraz świerka (1%) (Łacwik i Sypuła 2011). Poligon jako ośrodek działań militarnych funkcjonuje w swojej obecnej formie od 1946 roku, a w jego granicach występuje zróżnicowana baza obiektów szkoleniowych, w tym strzelnice mało- i wielkokalibrowe.



Ryc. 1. Lokalizacja powierzchni badawczej
Fig. 1. Location of research site

Obszar badań stanowiła strzelnica Jaworze, położona w południowej części poligonu. W jej skład wchodzą 3 osie (A, B, C) (ryc. 1). Wstępne prace terenowe wykluczyły możliwość poboru prób z osi A, ze względu zbyt mały obwód i wiek osobników, porastających dany obszar. Do badań wykorzystano zatem osobniki rosnące na zapleczu pozostałych osi. Oś B to obszar, gdzie mają miejsce strzelania ćwiczebne z broni strzeleckiej i granatników. Cele ukrywane na tej osi usytuowane są w odległości od 25 do 350 m od budek strzelniczych. Natomiast druga z badanych osi, oś C, to obszar przeznaczony do ćwiczeń z broni wielkokalibrowej, broni pokładowej umieszczonej na bojowych wozach pancernych i transporterach opancerzonych. Na tej osi odległość rozmieszczenia celów od budek strzelniczych jest znacznie większa i wynosi: dla celów ukrywanych od 300 do 1000 m, zaś dla celów ruchomych 1000 m (www.cswldrawsko.wp.mil.pl/pl/14.html).

Materiał i metody

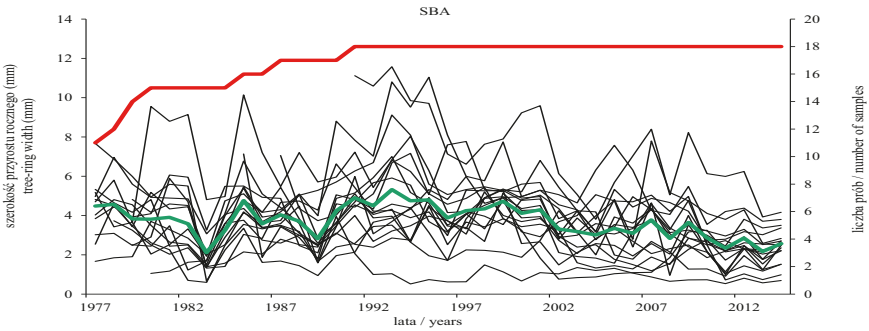
Materiał do badań został pobrany jesienią 2014 roku z sosen rosnących na zapleczu linii osi B (oznaczonej na potrzeby badań jako oś BA). Wybrano drzewa zarówno uszkodzone przez działania militarne, jak i te bez widocznych uszkodzeń. Na wysokości pierśnicy zmierzono obwód pnia i pobrano próby za pomocą świdra Presslera. Opróbowano 30 drzew nawiercając drzewa na wylot. Próby opisano i przewieziono do laboratorium w celu preparatyki i dalszych analiz. Podczas poboru prób zaznaczono kierunek ekspozycji na strzał (kierunek 0), a kierunek 1 oznaczał stronę przeciwną. Próby wklejono w drewniane podstawki, a po wyschnięciu ścięto je nożem preparacyjnym w celu uzyskania czytelnego obrazu słojów. Pomiar szerokości przyrostów rocznych wykonano pod binokularem, na ruchomym stoliku pomiarowym, połączonym z licznikiem rewersyjnym z dokładnością pomiaru 0,01 mm przy wykorzystaniu oprogramowania Dendrometr (Mindur 2000). Pomiar został wykonany od rdzenia w obu kierunkach do kory. Podczas tego etapu badań zapisywano uwagi dotyczące anomalii przyrostowych, czy występowania traumatycznych przewodów żywicznych. Pomierzone próbki wydatowano, korzystając z programu PROT (pakiet TREE RINGS, Krawczyk 1995, Krawczyk i Krąpiec 1995). Obliczono wartość *t* testu Studenta i współczynnik korelacji liniowej Pearsona *r* dla par analizowanych krzywych. Następnie wybrano próby o wysokich wartościach współczynników *t* i *r* oraz charakteryzujące się wysoką graficzną zgodnością przebiegu krzywych przyrostowych, z których złożono chronologię lokalną dla obszaru strzelnica Jaworze oś BA. Za pomocą programu AVERAGE (pakiet TREE RINGS, Krawczyk 1995) uśredniono krzywe indywidualne. Korzystając z programu COFFECHA (Holmes 1994) sprawdzono jakość wykonanych pomiarów i złożonej chronologii. W kolejnym etapie wykonano indeksację (standaryzację) chronologii za pomocą programu ARSTAN (Cook i Holmes 1986), aby wyeliminować trend wiekowy. Po uzyskaniu sekwencji indeksów przyrostowych usunięto autokorelację, wykorzystując do kolejnych etapów analiz jedynie chronologię rezydualną (RES). Następnie wykonano analizę dendroklimatologiczną oraz lat wskaźnikowych. W analizie korelacji i funkcji odpowiedzi wykorzystano trzy elementy klimatyczne: średnią miesięczną temperaturę powietrza (T), sumę miesięczną opadów atmosferycznych (P) oraz miesięczną sumę godzin ze słońcem (usłonecznienie, IN). Analizy te przeprowadzono dla 16-miesięcznych okresów, począwszy od czerwca roku poprzedniego, a kończąc na wrześniu roku bieżącego powstawania słoja. Do analiz, dla dwóch pierwszych czynników, wykorzystano dane meteorologiczne pochodzące ze stacji Resko (lata 1962-2014), natomiast dane dotyczące usłonecznienia zostały

pozyskane ze stacji w Szczecinie (1966-2014). Analizę korelacji i funkcji odpowiedzi przeprowadzono przy użyciu programu RESPO (Holmes 1994). Wykonano również analizę lat wskaźnikowych, cechujących się redukcją – lata negatywne, lub wzrostem – lata pozytywne szerokości słoja w stosunku do roku poprzedniego (Wilczyński 2004), korzystając z programu TCS (Walanus 2002). Lata pozytywne i negatywne zostały wyznaczone z minimum 10 drzew, przy progu zgodności wynoszącym przynajmniej 90%.

Jesienią 2017 roku, na obszarze dwóch osi wykonano inwentaryzację uszkodzeń dla 240 drzew, w tym 70 z osi BA. Dokonując opisu stanu zdrowotnego posłużono się sześciostopniową skalą Dudy (tab. 1), która uwzględnia jednocześnie wielkość uszkodzenia pnia oraz korony drzewa.

Wyniki

Sosny rosnące na zapleczu osi BA na Strzelnicy Jaworze charakteryzują się młodym wiekiem: największa zmierzona ilość słojów w jednej próbie to 54 (licząc od rdzenia do kory), zaś najmniejsza 24. Łączna ilość zmierzonych przyrostów rocznych wyniosła 2093. Chronologia lokalna SBA dla osi BA strzelnicy Jaworze powstała na podstawie 18 krzywych przyrostowych (ryc. 2). Chronologia liczy tylko 38 lat w okresie: 1977-2014. Średnia szerokość słoja badanych drzew wynosi 3,73 mm, wahając się w bardzo dużym zakresie od 1,92 do 7,37 mm. W trakcie pomiaru szerokości przyrostów rocznych zanotowano wiele stref (często po kilka-kilkanaście słojów) „zalanych" żywicą, słoje z traumatycznymi przewodami żywicznymi, silnymi redukcjami, anomalnym wzrostem szerokości przyrostu rocznego, drewnem reakcyjnym, tkanką callusową, a nawet z fragmentem odłamka pocisku. Większość tych cech obserwowana była w części pnia od strony strzału (kierunek 0). Tylko anomalny wzrost szerokości przyrostu rocznego i drewno reakcyjne przeważało na stronie przeciwnej od kierunku strzału (kierunek 1). Część prób z tego powodu wykazywała niskie wskaźniki statystyczne i zgodność graficzną w przebiegu krzywych dendrochronologicznych w stosunku do chronologii lokalnej i z tego powodu nie została uwzględniona przy składaniu chronologii.



Ryc. 2. Zestawienie sekwencji przyrostowych z poszczególnych drzew (linie czarne) wchodzących w skład chronologii lokalnej sosny SBA (linia zielona) oraz liczba prób (linia czerwona)
Fig. 2. Dendrochronological sequences (black line) making up local pine chronology SBA (green line), number of samples (red line)

Analiza korelacji i funkcji odpowiedzi wskazała na opady atmosferyczne jako główny czynnik kształtujący wielkość przyrostu rocznego (ryc. 3). Wysokie opady na przełomie zimy i wiosny (luty i marzec), a także w czerwcu i we wrześniu pozytywnie wpływają na kondycję drzew i sprzyjają powstaniu szerokich przyrostów rocznych. Tylko w grudniu roku poprzedzającego dany rok wegetacji notuje się ujemną wartość wskaźnika regresji dla opadów atmosferycznych. Dla temperatury powietrza istotne statystycznie wartości regresji zanotowano w grudniu roku poprzedzającego przyrost i w marcu roku bieżącego (dodatnie wartości współczynników). Zaś dla usłonecznienia wartości istotne statystycznie są tylko ujemne i notuje się je w lipcu roku poprzedniego oraz w czerwcu roku bieżącego.

Tab. 1. Skala stanu zdrowotności drzew wg J. Dudy (Wika i Włoch 1996)
Table 1. The scale of health condition of trees according to J. Duda

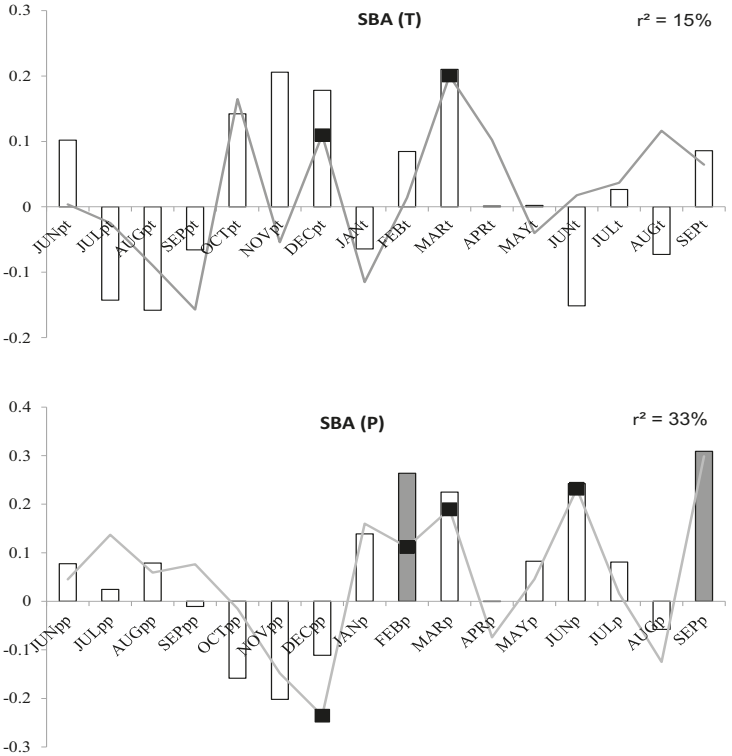
Stopień uszkodzenia	Pień	Korona	Uwagi
0	nieuszkodzone kambium i fallogen	bez uszkodzeń	przyrost nowego słoja drewna i łyka w całym obwodzie drzewa
1	pojedyńcze zranienie lub kilka zranień łącznie do 10 cm obwodu	do 15% korony, obumarłe 1-2 gałęzie lub konary o obwodzie u podstawy ponad 5 cm	pęknięcia mrozowe, uszkodzenia mechaniczne, niezabliźnone zabitki w pniu do 10 cm
2	zranienia 10-25% obwodu pnia	15-25% wiecej niż 2 konary uszkodzone	co najmniej 3/4 obwodu pnia spełnia funkcje przewodzące w drewnie i łyku
3	zranienia 25-50% obwodu pnia	25-50%	funkcje kambium zachowane w co najmniej 1/2 obwodu pnia
4	zranienia 50-75% obwodu pnia	50-75%	co najmniej 1/4 obwodu pnia spełnia funkcje przewodzące
5	zranienia ponad 75% obwodu pnia	ponad 75%	mniej niż 1/4 obwodu pnia spełnia funkcje przewodzące

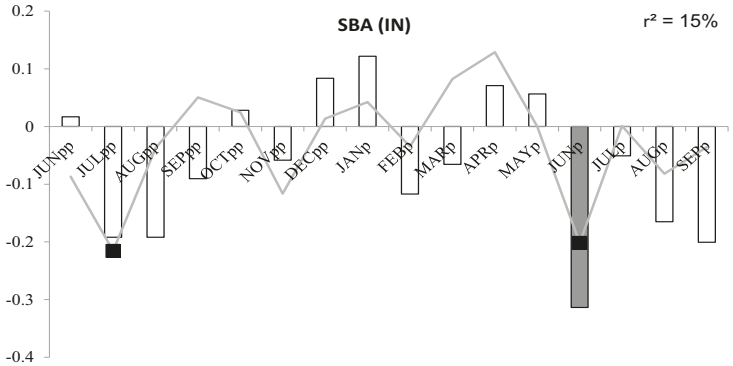
Za okres, w którym przebieg warunków pogodowych w największym stopniu wpływa na dynamikę szerokości słoja należy uznać koniec zimy/początek wiosny (luty/marzec). Wyższa od średniej wieloletniej temperatura powietrza i wyższa od normy wieloletniej suma opadów w tym okresie powodują powstanie szerszego przyrostu rocznego u badanych sosen. Dodatkowo istotna jest rola warunków pogodowych czerwca (szczególnie wielkość opadów i usłonecznienia). Obliczony współczynnik determinacji dla analizowanych elementów pogodo-

wych najwyższy jest dla opadów atmosferycznych (33%), zaś dla temperatury i usłonecznienia wynosi po 15%.

Stwierdzono 10 lat wskaźnikowych. Za pozytywne uznano 1984, 1985, 1990, 1993, 2012 i 2014, a negatywne – 1986, 1989, 1996 i 2013. Przebieg warunków pogodowych w tych latach wskazuje na cieplejsze i wilgotniejsze od warunków przeciętnych okresy końca zimy i początku wiosny jako główny czynnik powodujący powstanie pozytywnych lat wskaźnikowych. Lata z mroźnym styczniem i lutym oraz chłodną i późno rozpoczynającą się wiosną to okresy redukcji szerokości przyrostu rocznego (lata negatywne). Dodatkowym czynnikiem ograniczającym przyrost może być niedobór opadów w okresie letnim.

Inwentaryzacja stanu zdrowotnego drzew na obszarze strzelnicy Jaworze pokazała, że drzewostan występujący na tym terenie jest w niewielkim stopniu uszkodzony. Uszkodzenia te odnoszą się zarówno do pnia i korony. Z zaobserwowanych uszkodzeń mechanicznych można wymienić złamania gałęzi (jednej lub kilku), złamanie pnia, otarcia kory, nadpalenia podstawy pnia (działanie pocisków smugowych), znaczne ubytki w pniu wskutek odłamania fragmentów pnia. Blisko 80% drzew wykazało 0 lub 1 stopnień uszkodzenia. Wyższe stopnie uszkodzenia odnotowano na strzelnicy małokalibrowej (oś B oraz BA), natomiast na strzelnicy wielkokalibrowej stopni 3-5 nie odnotowano (tab. 2, ryc. 4).





Ryc. 3. Wyniki analizy korelacji (słupki) i funkcji odpowiedzi (linia) chronologii sosny i temperatury powietrza (T), opadów atmosferycznych (P) i usłonecznienia (IN), wartości istotne statystycznie przy α = 0,05 (czarne kwadraty, szare słupki), poprzedni rok (p), współczynnik determinacji regresji wielokrotnej (r^2)

Fig. 3. Results of correlation (bars) and response function analyses (line) for Scots pine chronology and air temperature (T), precipitation (P) and insolation (IN), significant values (α = 0.05) - gray bars and black squares; previous year (p); coefficient of determination (r^2)

Ryc. 4. Różne stopnie uszkodzenia sosny (od gory zgodnie z ruchem wskazówek zegara: stopień 1, 1, 2, 5) na strzelnicy Jaworze
Fig. 4. Different degrees of damage to the pine (from the top in a clockwise direction: stege 1, 1, 2, 5) at the Jaworze Shooting Range

Tab. 2. Stan zdrowotny sosny zwyczajnej na obszarze strzelnicy Jaworze
Table 2 . Health condition of Scots pine at the Jaworze Shooting Range

STOPIEŃ	LICZBA DRZEW				SUMA	%				SUMA
	B	BA	C	CA		B	BA	C	CA	
0	23	29	24	59	135	9,6	12,1	10,0	24,6	56,3
1	14	18	20	10	62	5,8	7,5	8,3	4,2	25,8
2	8	11	2	1	22	3,3	4,6	0,8	0,4	9,2
3	1	7	1	0	9	0,4	2,9	0,4	0,0	3,8
4	1	1	3	0	5	0,4	0,4	1,3	0,0	2,1
5	3	4	0	0	7	1,3	1,7	0,0	0,0	2,9
SUMA	50	70	50	70	240	20,8	29,2	20,8	29,2	100

Dyskusja

Sosna zwyczajna, która na obszarze poligonu stanowi blisko 80% drzewostanu, jest gatunkiem o szerokim zakresie tolerancji na temperaturę (od –60ºC do +40ºC). Jest to gatunek bardzo wrażliwy na antropopresję, zwłaszcza działania mające negatywne oddziaływanie na jej wzrost

i rozwój (Przybylski 1993). Jak pokazały wyniki analiz dendroklimatycznych, w przypadku drzew z badanego obszaru, największy wpływ na wzrost mają warunki pogodowe końca zimy i początku wiosny (głównie wielkość opadów i termika powietrza). Podobne rezultaty otrzymano dla drzew rosnących na terenie Poligonu Drawskiego na obszarze starodrzewu sosnowego zlokalizowanego w okolicy Mostu Orlego, gdzie dominujący wpływ na kształtowanie się szerokości przyrostu rocznego ma także termika zimy i wczesnej wiosny oraz suma opadów w tym okresie (Łodzińska-Jurkiewicz 2016). Badania, które prowadzono na terenie Pomorza Zachodniego, a dotyczyły drzewostanów nieuszkodzonych i nienarażonych na działania wojska, potwierdzają okres zależności (przełom zimy i wiosny) oraz kierunek korelacji (dodatnie dla temperatury i opadów) (Cedro 2004). Zależności między niską temperaturą zimy a redukcją szerokości przyrostu rocznego u sosny zwyczajnej zostały wykazane również w podobnych badaniach, zarówno dla całego obszaru Polski, jak i poszczególnych jej regionów (Wilczyński i in. 1999, 2001, Feliksik i in. 2000, Zielski i in. 2001, Krąpiec i in. 2003, Cedro 2004, Wilczyński 2010, Kaczka i in. 2012).

Ponieważ w literaturze trudno odnaleźć wyniki badań prowadzonych na terenach wojskowych, trudno jest dokonywać zestawień bądź porównań przyrostów sosny zwyczajnej, występującej w podobnych warunkach stresowych. Jednocześnie wiek pozwala zakwalifikować osobniki z powierzchni badawczej do jednych z najstarszych występujących w regionie (Cedro 2004, Łodzińska-Jurkiewicz 2016). Ochronną rolę terenów poligonowych wykazali również Cedro i Antkowiak (2016) badając na Poligonie Biedrusko pod Poznaniem największą i jedną z najstarszych populacji gruszy (*Pyrus pyraster* L.) na terenie Polski.

Wpływ działań militarnych na drzewa na Poligonie Drawskim ogranicza się do niewielkich powierzchni rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie strzelnic (na linii strzału, zaplecze strzelnicy). Korony i pnie uszkodzone są w niewielkim stopniu, notuje się m.in. złamania gałęzi lub pnia, otarcia kory, nadpalenia podstawy pnia lub rany w pniu powstałe wskutek uderzeń odłamków. W budowie wewnętrznej tkanek pni drzew znajduje się: często strefy „zalane" żywicą, słoje z traumatycznymi przewodami żywicznymi, silne redukcje przyrostu rocznego lub bardzo duży wzrost szerokości przyrostu rocznego, drewno reakcyjne i tkankę callusową.

Podsumowanie

Wpływ działań wojska na stan zdrowotny i przyrosty roczne drzew na badanym poligonie ogranicza się do niewielkich stref bezpośrednio sąsiadujących ze strzelnicami. Na zapleczu tych obiektów rosną młode drzewostany sosnowe, które „wyłapują" większość niecelnych strzałów (stąd uszkodzenia pni i korony, a także nietypowy zapis w przebiegu przyrostów rocznych). Drzewa rosnące za strzelnicą mają głównie funkcję ochronną w stosunku do dalej położonych powierzchni leśnych, nie nadają się do celów gospodarczych (za względu np. na odłamki pocisków tkwiące w drewnie). Drzewostan ten jest często odnawiany (nie co 80-120 lat jak w lasach gospodarczych, ale po osiągnięciu znacznego stopnia uszkodzenia). Taka rola drzew na niewielkich obszarach poligonowych jest jak najbardziej zrozumiała i do zaakceptowania, a straty powodowane przez działania militarne nie są duże i ograniczają się do niewielkich powierzchni. Jednocześnie obszary poligonów ze względu na silnie zredukowaną gospodarkę leśną stanowią doskonały przykład ochrony i zachowania wiekowych drzewostanów. Stanowią przez to bardzo cenne miejsce dociekań naukowych, pomimo dużych ograni-

czeń możliwości prowadzenia badań na obszarach wojskowych należy podejmować działania w celu opisania i poznania środowiska przyrodniczego na tych terenach.

Literatura

Cedro A. 2004. Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezji zielonej i rodzimych gatunków dębów. Oficyna In Plus, Szczecin.

Cedro A., Antkowiak W. 2016. Dendroclimatological analysis of wild pear *Pyrus pyraster* (L.) Burgsd. from Biedrusko military area (west Poland) - preliminary study. Geochronometria 43: 18-23. doi: 10.1515/geochr-2015-0029.

Cook E.R., Holmes R. J. 1986. ARSTAN. Guide for computer program Arstan. The University of Arizona: 50-65.

Feliksik E., Wilczyński S., Podlaski R. 2000.Wpływ warunków termiczno-pluwialnych na wielkość przyrostów radialnych sosny (*Pinus sylvestris* L.), jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) ze Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Sylwan 9: 53-63.

Holmes R.J. 1994. Dendrochronology Program Library. Sers Manual. University of Arizona. Tucson.

Kaczka R.J., Brzęk Ł., Czajka B. 2012. Wpływ czynników klimatycznych na wzrost sosny pospolitej w Tatrach Reglowych. Studia i Materiały CEPL, Rogów, 30 (1): 84-90.

Krawczyk A. 1995. Program komputerowy TREE RINGS. Kraków.

Krawczyk A., Krąpiec M. 1995. Dendrochronologiczna baza danych. W: Materiały II Krajowej Konferencji: Komputerowe wspomaganie badań naukowych, Wrocław: 247-252.

Krąpiec M., Szychowska-Krąpiec E., Wilczyński S., Zielski A. 2003. Dendrochronological signal of Scots pine in Poland. Eurodendro 2003. Conference of the Europaean Working Group for Dendrochronology, Obergurgl Tyrol Austria September 1-14.2003, Abstracts: 49.

Łacwik Z., Sypuła P. 2011. Plan urządzania lasu Nadleśnictwa Drawsko na okres od 1.01.2013 do 31.12.2020, Szczecinek.

Łodzińska-Jurkiewicz O. 2016. Tajemnice drzewostanu sosnowego jednego z najstarszych poligonów w Europie – Poligonu Drawskiego, Studia i Materiały CEPL, Rogów, 48 (3): 56-62.

Mindur B. 2000. Dendrometr 1,0. Kraków.

Przybylski T. 1993. Autekologia i synekologia. W: Biologia sosny zwyczajnej. Pod redakcją: Białoboka S., Boratyńskiego A., Bugały W. Sorus, Poznań-Kórnik. 255-281.

Walanus A. 2002. Instrukcja obsługi programu TCS. Program TCS do obliczania lat wskaźnikowych. Kraków.

Wilczyński S., 1999. Dendroklimatologia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z wybranych stanowiska w Polsce. Praca doktorska wykonana w Zakładzie Klimatologii Leśnej w AR w Krakowie.

Wilczyński S. 2004. Lata wskaźnikowe i wyjątkowe w ocenie związków klimat-przyrost. Sylwan 148 (5): 30-40.

Wilczyński S. 2010. Uwarunkowania przyrostu radialnego wybranych gatunków drzew z Wyżyny Kieleckiej w świetle analiz dendroklimatologicznych. Rozprawa habilitacyjna, Zesz. Nauk. UR w Krakowie.

Wilczyński S., Krąpiec M., Szychowska-Krąpiec E., Zielski A. 2001. Regiony dendroklimatyczne sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce. Sylwan 8:53-61.

Zielski A., Krąpiec M., Wilczyński S., Szychowska-Krąpiec E. 2001. Chronologie przyrostów radialnych sosny zwyczajnej w Polsce. Sylwan 5: 105-120.

Olga Łodzińska-Jurkiewicz, Anna Cedro*

Uniwersytet Szczeciński, Pracownia Meteorologii i Klimatologii Morskiej

*anna.cedro@usz.edu.pl