

MAGDALENA STOLARSKA<sup>1</sup>, RAFAŁ STOLARSKI<sup>2</sup>, ZDZISŁAW HARABIN<sup>3</sup>, WOJCIECH KRZAKLEWSKI<sup>1</sup>, MARCIN PIETRZYKOWSKI<sup>1</sup>

## SOSNA ZWYCZAJNA (*PINUS SYLVESTRIS* L.) Z SUKCESJI NA CENTRALNYM ZWAŁOWISKU ODPADÓW GÓRNICICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

### SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) FROM SUCCESSION ON THE CENTRAL SITES OF HARD COAL MINING WASTES

<sup>1</sup>Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Ekologii Lasu; <sup>2</sup>Lasy Państwowe, Nadleśnictwo Niepołomice; <sup>3</sup>Politechnika Koszalińska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

*Abstract:* The studies concentrated on the growth of Scots pine from succession on the „Smolnica” central waste heap. The following 9 circular experimental plots were set up: 4 in the fertilized parts of the heap, 4 on the non-fertilized parts, and 1 in the vicinity of the heap. The studies included tree measurements, pine needles collection, assessment of stand damage extent, phytosociological and pedological studies. The obtained results indicated that pine stands were of first stand quality. However no great differences were found between pine dimensions on fertilized and non-fertilized plots. The results show that practical using of pine self-seeding on this kind of lands is possible.

*Słowa kluczowe:* rekultywacja, sosna zwyczajna, odnowienie naturalne.

*Key words:* reclamation, Scots pine, natural restocking.

## WSTĘP

W drodze sukcesji samorzutnej spośród szeregu gatunków drzew leśnych na zwałach górnictwa węgla kamiennego najwcześniej pojawiają się gatunki lekkonasienne. Samorzutne wkraczanie roślinności na tego rodzaju nieużytki w głównej mierze zależy od składu i charakteru zbiorowisk roślinnych otaczających zwały. Sukcesja sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zwałowisku centralnym „Smolnica” przebiegała

dość intensywnie głównie dzięki bocznemu samosiewowi z sąsiadujących ze zwałem drzewostanów sosnowych [Stolarska, Stolarski 2002]. Sosna z samosiewu utrzymywała się mimo jej usuwania w ramach prowadzonej pielęgnacji nasadzeń doświadczalnych [Harabin i in. 1980; Strzyszc i in. 1981]. Z tego względu możliwe było przebadanie niektórych cech przystosowawczych sosny.

Celem badań była ocena przystosowania sosny pochodzącej z samosiewu do warunków przedmiotowego zwałowiska oraz jej wpływu na powstający ekosystem, w tym szczególnie na właściwości siedliska glebowego.

## OBIEKT BADAŃ I METODYKA

Zwałowisko „Smolnica”, położone obok miejscowości Trachy, zostało zbudowane przez Kopalnię Węgla Kamiennego „Szczygłowice” w dawnym wyrobisku popiaskowym. Obiekt zajmuje obszar o powierzchni około 60 ha i jest położony wśród kompleksów leśnych Nadleśnictwa Rybnik. Materiałem zwałowiska były odpady dołowe i przeróbcze występujące w postaci nieprzepalonych utworów karbońskich, przy nieznacznym udziale miału i pyłu węglowego, a także drobnych okruchów węgla. W składzie petrograficznym przeważają iłwce kaolinitowo-illitowe (85 do 95% masy odpadów), mały jest udział mułowców i piaskowców [Strzyszc 1978]. Część doświadczalną zwałowiska o powierzchni około 5,5 ha uformowano w latach 1967–1969, a następnie niwelowano w roku 1972 i założono w ramach badań Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk (IPIŚ PAN) w Zabrze 24 poletka doświadczalne z 6 odmianami topoli [Harabin 1978]. Po przeprowadzeniu wizji lokalnej oraz przeanalizowaniu literatury dotyczącej zwałowiska [Harabin 1978; Strzyszc 1978] w 2002 roku na terenie wspomnianego doświadczenia założono 9 współśrodkowych kołowych powierzchni próbnych (o promieniu  $r = 11,26$  i  $5,64$  m), w tym 4 powierzchnie na zwale nawożonym (nr 2, 3, 4, 5); 4 na zwale nienawożonym (nr 1, 6, 7, 8) oraz 1 powierzchnię kontrolną (oznaczoną jako 0) w gospodarczym drzewostanie sosnowym zlokalizowanym w sąsiedztwie zwału.

Na powierzchniach badawczych wykonano: zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta; badania glebowe (opis morfologii siedmiu odkrywek gleb, barwy gleb, skład granulometryczny metodą organoleptyczną); pomiary drzew (średnica na wysokości 1,3 m i wysokość) i ocenę drzew według klasyfikacji biosocjalnej Krafta oraz IUFRO\*. Pobrano jednoroczne igły sosny do analiz chemicznych z kierunków S, E oraz dwuletnie igły z kierunku S (z każdej powierzchni pobrano 2000 par igieł). Określono stopień uszkodzenia drzewostanu przez imisje przemysłowe (według metodyki [Dmyterko 1994]). W laboratorium dokonano pomiarów i ważenia igieł (razem 18000 pomiarów długości z dokładnością do 1 mm). Następnie z igieł jednorocznych sporządzono odpowiednio próbki średnie (igły z kierunków S i W – ogółem 18 próbek) i oznaczono zawartość: C, N, S na aparacie Leco 2000; Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr metodą mineralizacji na mokro w mieszaninie kwasów  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$  w stosunku 3 : 1 metodą ASA; P metodą molibdenianową kolorymetrycznie z wyciągu w  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$ . W próbkach glebowych (35 próbek) oznaczono [Ostrowska i in. 1991]: pH metodą potencjometryczną w  $\text{H}_2\text{O}$  oraz  $1 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$  KCl; przewodnictwo elektrolityczne

\*Klasyfikacja według *International Union of Forest Research Organizations*

właściwe (PEW) konduktometrycznie w roztworze  $H_2O$  (w stosunku 1:5); zawartość C, N, S aparatem Leco 2000; Mg przyswajalny w wyciągu Schachtschabela metodą ASA; K i P przyswajalny w wyciągu Egnera-Riehma metodą ASA; zawartość form rozpuszczalnych w 60%  $HClO_4$  następujących pierwiastków: Na, K, Ca, Mg metodą ASA; następnie zawartość P w wyciągu 60%  $HClO_4$  kolorymetrycznie metodą wanadowo-molibdenianową.

Na podstawie pomiarów drzew określono ich wybrane cechy dendrometryczne [Grabczyński 2000]. Następnie wyniki pomiarów wybranych cech dendrometrycznych oraz pomiarów aparatu asymilacyjnego poddano analizie statystycznej w celu porównywania średnich wartości cech w analizowanych grupach przy zastosowaniu odpowiednich procedur stosując program Statistica 6.1.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Charakterystyka podłoża

Wyniki badań wykazały, że w okresie 30 lat nastąpił wyraźny spadek wartości pH w KCl utworów podłoża z 5,8–6,2 przed 30 laty do 3,1–5,9 w poziomach AC/C. Wartości  $pH > 5,0$  wystąpiły tylko w 2 próbach na 18 pobranych. W odkrywkach 1, 3, 8 pH nie przekroczyło wartości 4,0. Zakwaszenie było rezultatem wietrzenia siarczków (pirytu) [Strzyszc 1978], o czym świadczą również wysokie zawartości siarki w poziomach AC/C w porównaniu z poziomem Olfh. Uwagę zwraca też fakt, że po 30 latach proces wietrzenia siarczków sięga głębokości 80 cm (tab. 1). Procesowi temu towarzyszy wzrost zawartości soli mineralnych, co wyraźnie widać w profilu 5 (poziom C), gdzie przy zawartości siarki  $15,7 g \times kg^{-1}$  zasolenie przekracza  $900 \mu S \times cm^{-1}$ . Zasolenie wzrasta wraz z głębokością (tab. 1). W porównaniu ze stanowiskami badanymi na siedlisku naturalnym (powierzchnia 0 – poziomy Abv-C), na powierzchniach na zwałowisku zwraca uwagę wysoka zawartość azotu w poziomach organicznych, a także w poziomie skały macierzystej zbudowanej z odpadów karbońskich (tab. 2, odkrywki 1–8, poziomy C). Jak podano w literaturze [Strzyszc 1978], jest to tzw. azot heterocykliczny, aktualnie nieprzyswajalny dla roślin, stanowiący jednak potencjalne źródło tego pierwiastka w wyniku postępujących procesów wietrzenia odpadów. W porównaniu z glebami leśnymi, górnice odpady karbońskie bogate są w przyswajalne związki magnezu oraz potasu, a uboższe w związki wapnia, co jest ich cechą charakterystyczną [Strzyszc 1978]. W badanym przypadku również zasobność odpadów karbońskich stanowiących skałę macierzystą gleb, tworzących się na zwałowisku „Smolnica” była zdecydowanie wyższa w porównaniu z zasobnością gleb leśnych w otaczającym zwałowisko drzewostanie na siedlisku BMśw (występującym na piasku słaboliniastym).

### Aparat asymilacyjny

Za wyraźny miernik zaopatrzenia drzew w biopierwiastki przyjmuje się ich zawartość w aparacie asymilacyjnym [Baule, Fricker 1973; Puchalski, Prusinkiewicz 1990]. Średnia zawartość azotu w igłach sosny wyniosła  $13,4 g \times kg^{-1}$  i według klasyfikacji Heinsdorfa [1999] (odnoszącej się do sosny zwyczajnej na obszarach pogórnicznych zagłębia Dolnołużyckiego w Niemczech) wskazuje na niedostateczne zaopatrzenie w ten

TABELA 1. Wartości pH, przewodnictwa elektrolitycznego właściwego (PEW) oraz zawartość azotu ogólnego i wybranych pierwiastków rozpuszczalnych w wyciągu 60% HClO<sub>4</sub> w badanych glebach  
 TABLE 1. Values of pH, electrical conductivity (EC), and content of total nitrogen and soluble elements in 60% HClO<sub>4</sub> in investigated soils

Nr pow. Plot No.	Poziom Horizont	Miąższość Depth [cm]	pH		PEW EC [mS/cm]	N	P	Na	K	Ca	Mg
			H <sub>2</sub> O	KCl							
Powierzchnia porównawcza – Control plot											
0	O1	0–1	3,9	3,5	n.o.	8,55	0,48	0,02	0,92	4,33	0,19
	Of	1–1,5	3,9	3,1	n.o.	11,42	0,45	0,07	1,01	1,32	0,35
	ABv	1,5–20	4,3	4,1	27	0,47	0,57	0,02	0,74	0,27	0,33
	Bv	20–40	4,5	4,3	19	0,15	0,55	0,01	0,43	0,16	0,19
	C	40–130	4,5	4,3	12	0,09	0,45	0	0,48	0,18	0,30
Powierzchnie nienawożone – Non-fertilized plots											
1	O1	0–1	4,2	3,7	n.o.	6,21	0,55	0,05	1,89	8,67	0,76
	Ofh	1–2,5	4,4	3,7	n.o.	11,2	0,48	0,56	9,25	2,86	2,37
	AC	2,5–10	3,8	3,1	59	4,09	0,99	0,94	14,75	0,23	3,69
	C	10–55	4,1	3,9	307	3,8	0,63	0,94	13,61	1,25	4,46
	IIC	55–77	3,6	3,5	251	5,99	0,78	0,69	11,44	0,82	2,41
6	O1	0–3	4,5	4,4	n.o.	6,98	0,75	0,28	5,39	6,42	1,65
	Ofh	3–4	4,1	3,5	58	4,54	0,08	1,02	16,33	1,00	3,47
	AC	4–11	3,9	3,3	54	3,85	0,38	1,04	15,34	0,46	4,34
	C	11–26	3,5	3,0	124	4,99	0,55	1,08	13,11	0,62	3,48
	IIC	26–51	4,7	4,6	438	4,74	0,48	0,94	14,55	2,50	5,92
IIC	51–80	3,7	3,6	351	5,35	0,48	0,91	13,13	1,13	3,44	
8	O1	0–1	4,4	3,8	n.o.	7,03	0,97	0,11	3,22	5,84	0,79
	Ofh	1–1,5	4,3	3,6	n.o.	11,73	0,72	0,42	6,73	2,88	1,91
	AC	1,5–15	3,7	3,2	71	4,55	0,26	0,98	12,92	0,68	4,67
	C	15–70	3,5	3,4	214	4,92	0,60	0,81	14,14	0,32	3,48
Powierzchnie nawożone – Fertilized plots											
2	O1	0–2	4,5	4,0	n.o.	7,69	0,19	0,02	1,12	10,2	0,83
	Ofh	2–2,5	5,3	4,6	n.o.	10,62	0,36	0,57	9,35	3,71	2,84
	AC	2,5–32,5	4,1	3,6	117	4,94	0,48	0,97	14,49	0,62	2,84
	C	32,5–57	4,0	3,7	123	7,60	0,66	0,54	11,09	0,64	2,60
	IIC	57–76	5,6	5,3	337	4,31	0,43	0,92	14,45	2,64	6,85
3	O1	0–0,5	4,1	3,8	n.o.	6,36	0,57	0	1,09	10,21	0,57
	Ofh	0,5–1	3,8	3,2	n.o.	9,25	0,78	0,53	9,29	1,49	2,23
	AC	1–12	3,7	3,3	129	4,98	0,73	0,94	14,06	0,48	3,47
	C	12–46	3,3	3,2	230	6,34	0,52	0,69	13,47	0,46	2,58
	IIC	46–80	3,5	3,4	297	5,21	0,55	0,76	14,65	1,01	2,90
5	O1	0–1	4,4	3,8	n.o.	6,02	1,26	0,08	1,55	7,64	0,92
	Ofh	1–1,5	4,4	3,7	n.o.	11,29	0,60	0,47	7,61	2,94	2,14
	AC	1,5–14	5,3	5,1	199	4,90	1,02	0,77	13,70	1,33	3,69
	C	14–42	4,1	4,0	968	4,91	0,24	0,78	14,38	1,67	3,60
	IIC	42–75	6,1	5,9	169	5,9	0,05	0,70	14,17	2,10	3,40

pierwiastek. Nie stwierdzono jednak zaburzeń w rozwoju i wzroście sosny porastającej przedmiotowy zwał. Średnie zawartości fosforu, wapnia, magnezu, siarki oraz niklu i manganu (wynoszące odpowiednio 1,47; 5,0; 1,18 i 1,2  $\text{g} \times \text{kg}^{-1}$  oraz 2,58 i 406  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$ ) wskazują na optymalne zaopatrzenie sosny w te pierwiastki (na podstawie tab. 2). Natomiast niska stosunkowo zawartość siarki wskazuje na mały wpływ zanieczyszczeń tym pierwiastkiem. Bardzo wysoka zawartość potasu w igłach wynosząca 8,2  $\text{g} \times \text{kg}^{-1}$  związana była z bogactwem tego pierwiastka w roztworze glebowym. Jest on stopniowo uwalniany z illitu w wyniku zakwaszania materiału budującego zwałowisko. Zawartość cynku w igłach sosny porastającej zwał wynosiła średnio 53  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  i nie przekraczała granicy, powyżej której następuje zaburzenie procesów fizjologicznych sosny, tj. 90  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  [UN Economic Commission 1997]. Wyjątek stanowiła powierzchnia porównawcza, na której igły z kierunku S zawierały nawet 103,8  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  cynku, na co przypuszczalnie wpływ miała lokalizacja powierzchni w pobliżu drogi i oddziaływanie emisji silników spalinowych. W igłach z tych samych egzemplarzy sosny z kierunku W koncentracja cynku była niższa i wynosiła 80,7  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  (tab. 2). Przeprowadzone analizy statystyczne wyników pomiarów długości igieł sosny wykazały, że nie jest to cecha jednoznacznie różnicująca powierzchnie badawcze ( $\alpha = 0,05$ ).

### Roślinność runa

Na powierzchniach badawczych ogółem zinwentaryzowano 30 gatunków roślin naczyniowych, w tym 17 gatunków leśnych (tab. 3). Uzyskane rezultaty wskazywały na rozwój sukcesji w kierunku zbiorowiska leśnego, przy czym więcej (10) gatunków charakterystycznych dla siedlisk leśnych [Matuszkiewicz 1982] zanotowano na powierzchniach nawożonych. W ocenianych zbiorowiskach dominowały ogólnie gatunki o szerokiej amplitudzie ekologicznej, co świadczy o dużym zróżnicowaniu zbiorowisk i niestabilizowanych stosunkach socjologicznych.

### Drzewostan

Średni wiek drzew w badanym drzewostanie sosnowym wyniósł 22 lata. Drzewostan znajdował się w fazie rozwojowej żerdziowiny osiągając średnią pierśnicę (d 1,3) 12,1 cm oraz średnią wysokość 10,8 m. Udział miąższościowy drzew w klasach Krafta (ryc. 2) oraz ilościowy w warstwach drzewostanu w klasyfikacji IUFRO, wykazywał niski udział drzew opanowanych. Było to spowodowane zmniejszeniem się procesu wydzielania sosny oraz wykonanymi zabiegami hodowlanymi (czyszczenia późne). Z punktu widzenia hodowli przerwanie zwarcia oraz widoczna koncentracja zabiegów na warstwach dolnych i brak pielęgnacji w górnych, spowodowały obniżenie jakości pni drzew oraz zmniejszenie ilości drzew dorodnych. Wyraźny wpływ przeprowadzonych zabiegów na strukturę grubości drzewostanu (rozkład pierśnic, rys. 1), widoczny był na powierzchniach zwału nienawożonego. Obserwowano tu bowiem małą liczbę drzew w niższych stopniach pierśnic. Odwrotna sytuacja wystąpiła na zwale nawożonym, gdzie prawdopodobnie zabiegi pielęgnacyjne nie były wykonywane. Trzeba podkreślić, że pomimo bliskości Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego nie notowano obniżonej żywotności i tendencji rozwojowej sosny z sukcesji. Zgodnie ze stosowaną w leśnictwie

TABELA 2. Zawartości wybranych pierwiastków w igłach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)  
 TABLE 2. Content of some elements in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles

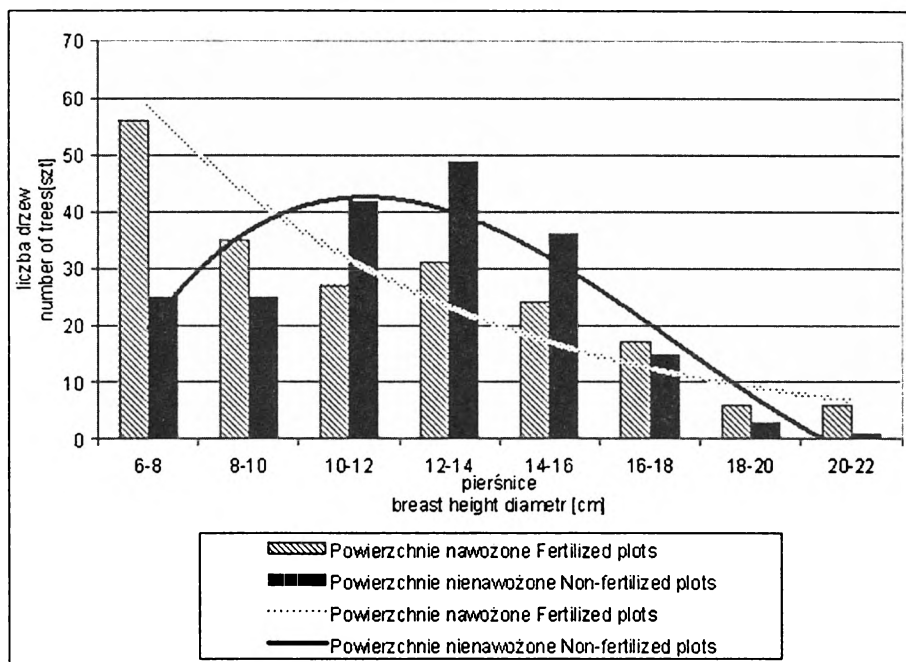
Nr pow. Plot No.	Kie--runek Direction	P	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
		g×kg <sup>-1</sup>						mg×kg <sup>-1</sup>						
Powierzchnia porównawcza – Control plot														
0	S	1,60	0,09	8,51	3,87	1,09	28	311	103,8	44	0	2,0	3,1	0,9
	W	1,42	0,09	6,79	3,59	0,95	18	314	80,7	25	0	1,6	4,3	0,9
Powierzchnie nienawożone – Non-fertilized plots														
1	S	1,45	0,05	9,55	5,21	1,07	44	280	50,0	19,0	0	0,2	3,6	0,6
	W	1,50	0,00	7,17	5,60	1,19	61	362	52,1	20,0	0	0,3	2,9	0,8
6	S	1,42	0,01	7,36	5,36	1,09	56	536	45,5	11,0	19,8	0	1	0,7
	W	1,42	0,03	7,04	5,50	1,16	51	532	43,7	10,0	17,0	0,4	2,8	0,9
7	S	1,45	0,00	8,55	5,22	1,29	61	601	75,1	19,0	13,7	0,8	2,1	1,1
	W	1,48	0,00	8,26	5,26	1,27	58	604	52,7	6,4	10,3	0,6	2,0	0,7
8	S	1,66	0,01	10,76	3,50	1,07	70	245	43,9	18,0	6,6	1,0	2,6	1,5
	W	1,77	0,00	11,63	3,62	1,16	94	249	45,1	11,0	3,1	0,3	5,7	0,8
Powierzchnie nawożone – Fertilized plots														
2	S	1,53	0,03	8,00	4,65	1,12	8	435	51,2	12,0	0	1,0	1,3	0,1
	W	1,48	0,02	7,91	5,70	0,99	47	379	46,6	13,0	0	1,2	2,5	2,2
3	S	1,36	0,02	6,50	4,40	1,17	37	426	46,7	12,0	0,5	1,0	1,9	1,1
	W	1,31	0,03	6,35	4,36	1,08	28	438	49,6	23,0	2,5	0,3	2,8	0,2
4	S	1,53	0,00	7,74	5,63	1,11	22	336	61,0	11,0	19,7	0,3	1,4	0
	W	1,53	0,00	8,47	5,68	1,18	26	339	53,9	24,0	13,6	1,1	1,4	1,1
5	S	1,36	0,02	7,76	4,71	1,49	41	469	53,4	19,0	16,1	0,9	3,0	0,4
	W	1,42	0,01	7,87	4,92	1,42	34	468	77,3	15,0	16,1	1,0	2,1	0,9

w Polsce metodyką [Dmyterko 1994], badane drzewostany zaliczono do zerowej strefy pod względem stopnia uszkodzenia przez imisję przemysłową, co wskazuje na wyraźną poprawę stanu środowiska w tym rejonie.

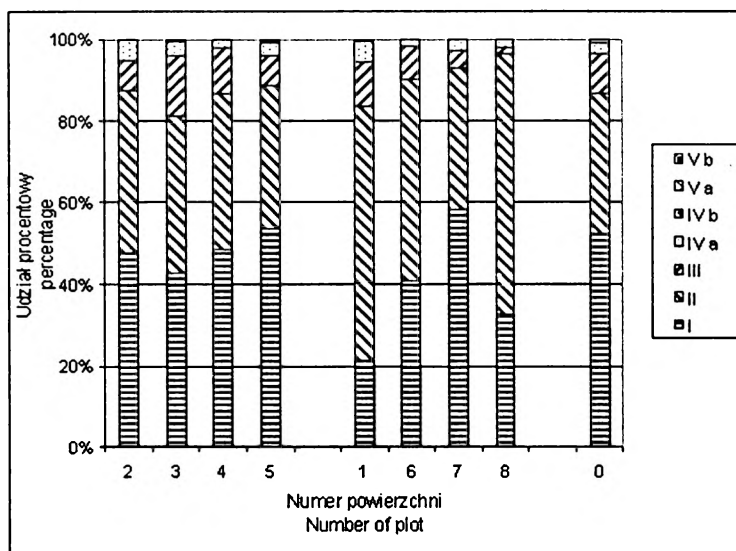
## WNIOSKI

Na podstawie badań stwierdzono:

1. Nieprzepakowane łupki karbońskie, budujące zwałowisko centralne „Smolnica”, stanowią dobry materiał glebotwórczy, na którym sosna zwyczajna osiąga normalny wzrost.



RYSUNEK 1. Struktura grubości (rozkład pierśnic) badanych drzewostanów sosnowych  
 FIGURE 1. Structure of breast height diameter (range of D.b.h.) of investigated pine stands



RYSUNEK 2. Udział procentowy drzew w klasach Krafta według ich udziału miąższościowego na poszczególnych powierzchniach badawczych, objaśnienia: 0 – powierzchnia porównawcza; 2, 3, 4, 5 – powierzchnie nawożone; 1, 6, 7, 8 – powierzchnie nienawożone  
 FIGURE 2. Percentage of trees in the Kraft classes according to stand volume participation on study plots, explanations: 0 – control plot; 2, 3, 4, 5 – fertilized plots; 1, 6, 7, 8 – non-fertilized plots

TABELA 3. Zestawienie zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na powierzchniach badawczych  
 TABLE 3. Phytosociology surveys statement carried out on study plots

	Pow. porów Control plot	Powierzchnie nawożone Fertilized plots				Powierzchnie nienawożone Non-fertilized plots				Liczba wystąpień No. of occurrences
	0	2	3	4	5	1	6	7	8	
<i>Achillea millefolium</i>		+								1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1				+					2
<i>Carex hirta</i>	2									1
<i>Corynephorus canescens</i>		3	3		3	3	4	4		6
<i>Fragaria vesca</i>	1	1		1						3
<i>Hypericum maculatum</i>	1	+							+	3
<i>Lupinus polyphyllus</i>					+					1
<i>Myosotis palustris</i>									+	1
<i>Pastinaca sativa</i>		R								1
<i>Rumex acetosa</i>		R								1
<i>Taraxacum</i> sp.					+				R	2
<i>Trifolium</i> sp.		+	+							2
<i>Valeriana officinalis</i>		R		R						2
<i>Chamaenerion angustifolium</i>		+			+					2
<i>Calamagrostis epigejos</i>		2		+	+	+	1	+	2	7
<i>Viola canina</i>									+	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>									4	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1								R	2
<i>Dryopteris filix-mas</i>			R							1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>									+	1
<i>Hieracium murorum</i>		R								1
<i>Hieracium pilosella</i>	+	+	1		R	+	R	+	1	8
<i>Luzula pilosa</i>	R									1
<i>Melampyrum pratense</i>		1	+		+		1			4
<i>Pteridium aquilinum</i>	1									1
<i>Pyrola chlorantha</i>		2	3	2	2					4
<i>Rubus hirtus</i>	+			1					R	3
<i>Rubus idaeus</i>	+			R	R					3
<i>Rubus plicatus</i>									1	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	1	+	1	+					5

Objaśnienia do tabeli: Gatunki leśne według Matuszkiewicza [1982] umieszczono w dolnej części tabeli  
 począwszy od *Chamaenerion angustifolium*

Explanations: Forest species according to Matuszkiewicz [1982] was shown in down part of Table beginning from  
*Chamaenerion angustifolium*

2. Nie stwierdzono znacznych różnic pod względem badanych cech drzewostanów sosnowych między powierzchniami nawożonymi i nienawożonymi oraz powierzchnią kontrolną.
3. Drzewostany sosnowe rosnące na zwałowisku znajdują się w zerowej strefie uszkodzeń imisjami przemysłowymi, co wskazuje na możliwość wprowadzania w tym rejonie sosny zwyczajnej do składu gatunkowego zalesień.
4. W procesie rekultywacji powinno się uwzględniać pojawiające się samosiewne odnowienie sosny zwyczajnej, zwiększające bioróżnorodność tworzonych zbiorowisk oraz obniżające koszty rekultywacji.

## LITERATURA

- BAULE H., FRICKER C. 1973: Nawożenie drzew leśnych. Wyd. II. PWRiL. Warszawa.
- DMYTERKO E. 1994: Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisje przemysłowe. *Prace IBL. Seria A. nr 782*: 127–152.
- GRABCZYŃSKI S. 2000: Struktura biologiczna drzewostanów sosnowych w regionach przemysłowych. *Sylwan* 8: 71–81.
- HARABIN Z. 1978: Zastosowanie zrzesów topolowych do przejściowego zagospodarowania zwałowisk towarzyszących górnictwu węgla kamiennego. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze.
- HARABIN Z., ORDON S., WĘGIEREK S. 1980: Wzrost i rozwój samosiewu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zwałowisku odpadów górnictwa węgla kamiennego „Smolnica”. *Archiw. Ochr. Środow.* 2: 193–201.
- HEINSDORF D. 1999: Düngung von Forstkulturen auf Lausitzer Kippen. Eberswalde. Antworten der Wissenschaft auf Fragen der Praxis.
- MATUSZKIEWICZ W. 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Dział wydawnictw Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa.
- PUCHALSKI T., PRUSINKIEWICZ Z. 1990: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa: 463 ss.
- STOLARSKA M., STOLARSKI R. 2002: Ocena hodowlana sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) pochodzącej z samosiewu na zwałowisku centralnym Smolnica. Praca magisterska (maszynopis), Wydział Leśny AR Kraków: 99 ss.
- STRZYSZCZ Z. 1978: Chemiczne przemiany utworów karbońskich w aspekcie biologicznej rekultywacji i zagospodarowania centralnych zwałowisk. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wydaw. PAN Wrocław.
- STRZYSZCZ Z., KRZAKLEWSKI W., HARABIN Z. 1981: Wpływ nawożenia mineralnego na samorzutne zarastanie zwałowiska odpadów górnictwa węgla kamiennego „Smolnica” w toku jego leśnej rekultywacji. *Archiw. Ochr. Środow.* 1: 161–173.
- UN ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE 1997: Forest Foliar Condition in Europe. EC-UN/ECE-FBVA, Brussels, Geneva, Vienna.

Mgr inż. Magdalena Stolarska

Katedra Ekologii Lasu Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Al. 29 Listopada 46, 31- 425 Kraków

e-mail: stolarscy@poczta.fm