

Aktualne wyzwania w rekultywacji leśnej

Międzynarodowa Konferencja Naukowa
5–6 czerwca 2017 • Kraków–Bełchatów

Sesja terenowa



Current challenges in reclamation to forest

International Scientific Conference
5–6 June 2017 • Krakow–Belchatow, Poland

Field session

Aktualne wyzwania w rekultywacji leśnej

Międzynarodowa Konferencja Naukowa

Sesja terenowa



5–6 czerwca 2017 • Kraków–Bełchatów

Patronat honorowy • honorary patronage:



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Current challenges in reclamation to forest

International Scientific Conference

Field session
Edited by Marek Pająk

Organized by
Department of Forest Ecology and Reclamation
Faculty of Forestry
University of Agriculture in Krakow



**CURRENT CHALLENGES IN
RECLAMATION TO FOREST**

5–6 June 2017 • Krakow–Belchatow, Poland

Sponsors:



Media patronage:



GŁOS LASU

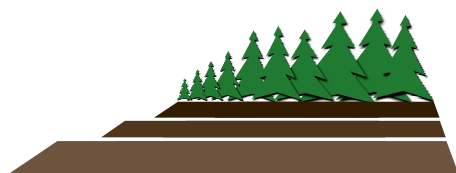
TRYBUNA
Leśnika

Aktualne wyzwania w rekultywacji leśnej

Międzynarodowa Konferencja Naukowa

Sesja terenowa
pod redakcją Marka Pająka

Organizator
Zakład Ekologii Lasu i Rekultywacji
Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie



**AKTUALNE WYZWANIA
W REKULTYWACJI LEŚNEJ**

5–6 czerwca 2017 • Kraków–Bełchatów

Sponsorzy:



Patronat medialny:



GŁOS LASU

TRYBUNA
Leśnika

Komitet Naukowy / Scientific Committee

Przewodniczący / Chairman

prof. dr hab. inż. Marcin Pietrzykowski – Dziekan Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Członkowie / Members

prof. Walter Lee Daniels – Crop and Soil Environmental Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg VA, USA

prof. Majeti N.V. Prasad – Department of Plant Sciences, University of Hyderabad, India

prof. dr hab. Stanisław Baran – Wydział Agrobioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

prof. dr hab. Stanisław Brożek – Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

prof. dr hab. Mirosława Gilewska – Wydział Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. inż. Andrzej Greinert, prof. UZ – Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

dr hab. inż. Tadeusz Gołda – Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

prof. dr hab. inż. Stanisław Gruszczyński – Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

prof. dr hab. Andrzej Grzywacz, dr h.c. – Wydział Leśny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

prof. dr hab. inż. Jacek Oleksyn – Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

prof. dr hab. inż. Stanisław Orzeł – Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

prof. dr hab. Tomasz Zawila-Niedźwiedzki – Komitet Nauk Leśnych i Technologii Drewna PAN

Sekretarz Komitetu Naukowego / Secretary of the Scientific Committee

dr inż. Marek Pająk – Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Komitet Organizacyjny / Organising Committee

Przewodniczący / Chairman

dr hab. inż. Stanisław Małek, prof. UR

Członkowie / Members

dr inż. Michał Jasik

mgr inż. Justyna Likus-Cieślik

mgr inż. Katarzyna Dudek

Sekretarz Komitetu Organizacyjnego / Secretary of the Organising Committee

dr inż. Bartłomiej Woś

Do cytowań / For citation: Pająk M. (red.). Aktualne wyzwania w rekultywacji leśnej. Międzynarodowa Konferencja Naukowa, 5-6 czerwca 2017, Kraków–Bełchatów. Sesja terenowa. Wydawnictwo UR w Krakowie, Kraków 2017.

Zakład Ekologii Lasu i Rekultywacji
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków
tel. (12) 662 50 83
e-mail: rlmalek@cyf-kr.edu.pl

Department of Forest Ecology and Reclamation
University of Agriculture in Krakow
29 Listopada 46, 31-425 Krakow, Poland
Phone (+ 48 12) 662 50 83
e-mail: rlmalek@cyf-kr.edu.pl

Sesja terenowa

❶	KWB Bełchatów.....	9
❷	Powierzchnia doświadczalna na osadniku „Lubień”	11
❸	Punkt widokowy Pola „Szczerców”	16
❹	Zwałowisko zewnętrzne Odkrywki Pola „Szczerców”	19
❺	Wylesienia gruntów będących w zarządzie Nadleśnictwa Bełchatów na potrzeby funkcjonowania KWB Bełchatów	21
❻	Rezerwat „Łuszczanowice”	24
❼	Powierzchnia doświadczalna (1/81) – 40-letni drzewostan z dominacją modrzewia na półce zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów”	27
❽	Powierzchnie badawcze na zalesionych fragmentach zwałowiska KWB Bełchatów zbudowanych z zasiarzonych i nadmiernie kwaśnych utworów mioceńskich po neutralizacji....	31
❾	Rekultywacja w kierunku rekreacyjnym	35

Autorzy przewodnika terenowego

Wojciech Krzaklewski, Marek Pająk, Bartłomiej Woś

Zakład Ekologii Lasu i Rekultywacji ❷ ❼ ❽

Biuro Prasowe PGE GiEK ❶ ❸ ❹ ❾

Piotr Ozga

Nadleśnictwo Bełchatów ❺ ❻

ZASIĘG TERYTORIALNY NADLEŚNICTWA BĘŁCHATÓW



Legenda:

1. Dyrekcja KWB Bełchatów
2. Doświadczenie na składowisku popiołów „Lubień”
3. Punkt widokowy Pola „Szczerców”
4. Zwałowisko zewnętrzne Pola „Szczerców”
5. Wyłesienia pod Pole „Szczerców”
6. Rezerwat „Łuszczanowice”
7. Powierzchnia doświadczalna 1/81 (z modrzewiem)
8. Powierzchnia doświadczalna na utworach nadmiernie zakwaszonych
9. Nartostrada na „Górze Kamięńsk”

Lokalizacja punktów sesji terenowej

KWB Bełchatów

Bełchatowski węgiel liczy sobie ok. 20 mln lat. Charakteryzuje się dużą miąższością, dochodzącą do 100 m. Odkrycie węgla brunatnego w regionie bełchatowskim nastąpiło w grudniu 1960 r. Ważną datą w historii Kopalni stał się 2 kwietnia 1973 r., kiedy została powołana Delegatura Zjednoczenia Przemysłu Węgla Brunatnego w Bełchatowie – pierwsza komórka organizacyjna przyszłego przedsiębiorstwa górniczego. Przełomowy dla Kopalni był rok 1975. 17 stycznia zostało utworzone Przedsiębiorstwo Państwowe Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów” w budowie. W tym samym roku rozpoczęto odwadnianie złoża i montaż pierwszej koparki nadkładowej. 19 listopada 1980 r. wydobyto pierwsze tony węgla. Obecnie prowadzone jest wydobywanie ze złoża w Polu „Bełchatów” (fot. 1.1) i w Polu „Szczerców”.

Kopalnia wydobywa ok. 40 mln ton węgla rocznie, co stanowi ok. 60% rocznego wydobycia tego surowca w Polsce. W wyniku realizacji procesu połączenia oraz Programu Konsolidacji spółek GK PGE od dnia 1 września 2010 r. Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów znajduje się w strukturze PGE Górnictwo i Energetyka Konwencyjna SA i funkcjonuje jako jeden z oddziałów pod nazwą PGE Górnictwo i Energetyka Konwencyjna SA – Oddział Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów. 14 grudnia 2013 r. nastąpiło wydobywanie miliardowej tony węgla. 17 sierpnia 2009 r. wydobyto pierwsze tony węgla z Pola „Szczerców”.

W ramach odkrytego złoża o zasobach oszacowanych na 2 mld ton wydzielono trzy obszary jego zalegania: Pole „Bełchatów”, Pole „Szczerców” i Pole „Kamieńsk”. Do eksploatacji zakwalifikowano węgiel zalegający w Polach „Bełchatów” i „Szczerców”. Pole „Bełchatów” zalega w środkowej części rowu; jego zachodnią granicę stanowi wysad solny „Dębina”. Pole to eksploatowane będzie do 2020 r. Pole „Szczerców” stanowi przedłużenie Pola „Bełchatów” w kierunku zachodnim i oddzielone

jest od niego wysadem solnym. Zachodnią granicę Pola „Szczerców” stanowią naturalne wyklinowania pokładu węgla. Eksploatacja węgla w tym polu prowadzona będzie w latach 2009-2038. Pole „Kamieńsk”, stanowiące wschodnie przedłużenie Pola „Bełchatów”, ze względu na wskaźnik N : W obecnie nie jest przewidziane do gospodarczego wykorzystania.



Fot. 1.1. Widok na zwałowisko zewnętrzne Pola „Bełchatów”, odkrywki Pola „Bełchatów” i Pola „Szczerców” oraz elektrownię Bełchatów – Archiwum KWB Bełchatów

Powierzchnia doświadczalna na osadniku „Lubień”

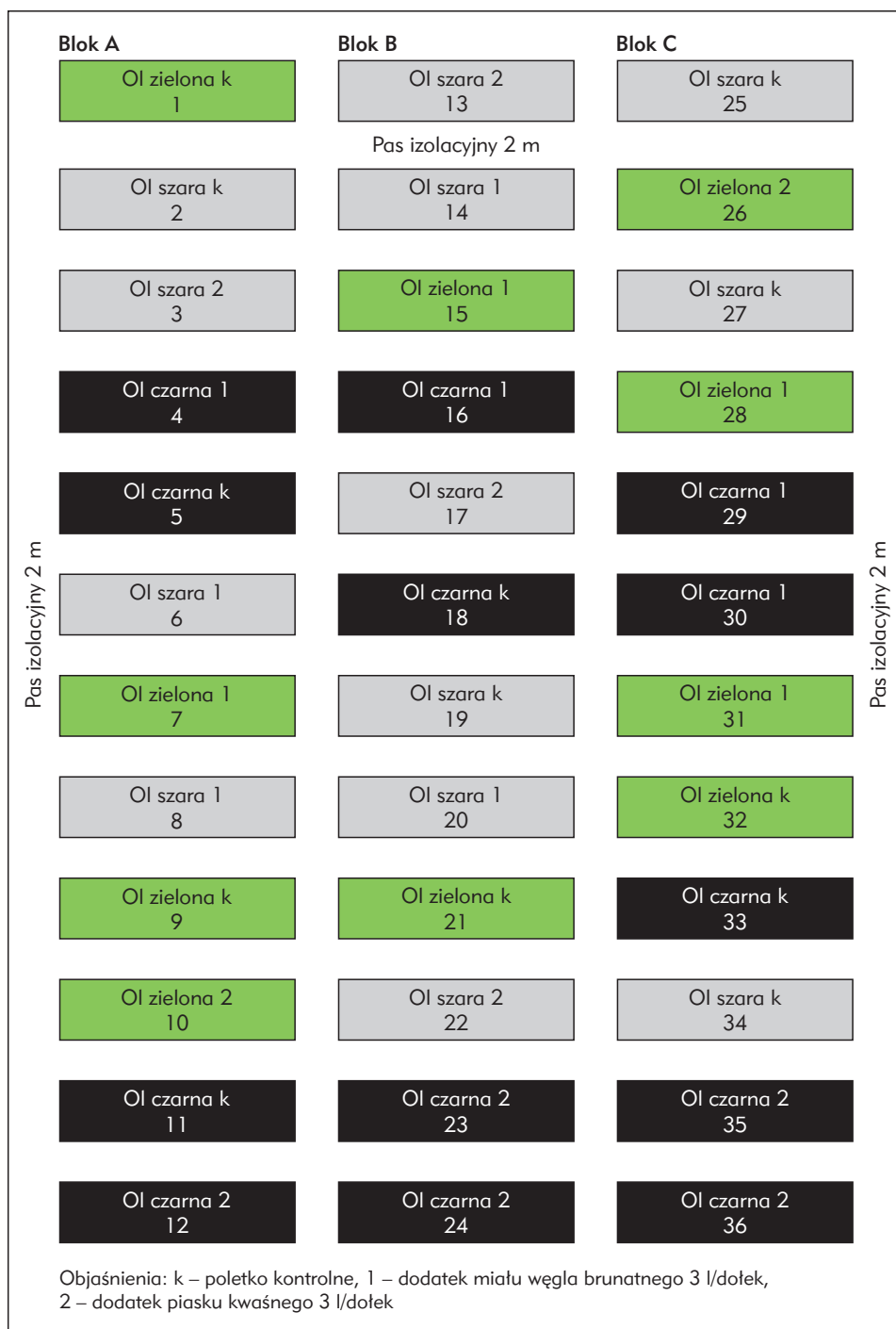
Wiosną 2006 r. pracownicy Katedry Ekologii Lasu Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, obecnie Zakładu Ekologii Lasu i Rekultywacji, na wierzchołku osadnika odpadów paleniskowych „Lubień” założyli powierzchnię doświadczalną. Na przedmiotowym obszarze wysadzono na losowo zlokalizowanych 36 poletkach (o wymiarach 6 × 13 m w 3 blokach) trzy gatunki olszy (czarną, szarą i zieloną). Poletka podzielono pasami izolacyjnymi o szerokości 2 m (ryc. 2.1).

Na powierzchni doświadczenia polowego we wrześniu 2005 r. elektrownia Bełchatów przeprowadziła hydroobsiew osadem pościekowym w ilości 4 tony na 1 ha wymieszanym z nasionami traw 200 kg/ha (głównie kupkówki pospolitej i kostrzewy trzcinowatej). W tym samym roku dokonano nawożenia mineralnego nawozami: Polifoska 6 (NPK 6-24-24) oraz Saletra amonowa 34% w ilości po 150 kg/ha. W kwietniu następnego roku przeprowadzone zostało nawożenie z samolotu po 75 kg/ha nawozami: Polifoska 6 oraz saletra amonowa 34%.

Wiosną 2006 r. olsze sadzono w trzech wariantach:

- z zastosowaniem miazgi węgla brunatnego o wartości pH 5,6 (3 l/dolek),
- z zastosowaniem piasku kwaśnego o wartości pH 3,7 pobranego z nadkładu KWB Bełchatów (3 l/dolek),
- poletka kontrolne – bez dodatków.

Na jednym poletku wysadzono po 50 sadzonek każdego gatunku. Sadzonki olszy zielonej (1/1) pochodziły z Nadleśnictwa Baligród (kraina VIII Karpacka, dzielnica 3 Bieszczadów, wys. 450 m n.p.m.) – dwulatki szkółkowane po 1 roku; olszy szarej



Ryc. 2.1. Schemat doświadczenia



Fot. 2.1. Widok na poletka w pierwszym roku wzrostu - 2006 r. (fot. W. Krzaklewski)



Fot. 2.2. Widok na poletka - kwiecień 2016 r. (fot. W. Krzaklewski)

z Nadleśnictwa Grotniki - dwulatki olszy nieszkółkowane; olszy czarnej ze szkółki Taxus w Mętkowie - dwulatki nieszkółkowane. Sadzono je w więźbie 1,2 × 1,3 w dołki o wymiarach 40 × 40 × 40 cm z przemieszaniem popiołu z substratem. Fotografie 2.1 i 2.2 przedstawiają widok na poletka w latach 2006 i 2016.

Podstawowe parametry wzrostowe wprowadzonych gatunków drzew przedstawiono w tabeli 2.1, a wybrane właściwości tworzących się gleb w tabeli 2.2.

Tabela 2.1. Podstawowe średnie parametry wzrostowe po 10 latach dla olszy czarnej, szarej (2016 r.) i po 5 latach dla olszy zielonej (2011 r.) oraz średnia liczba drzew na powierzchni doświadczalnej

Gatunek	Substrat/wariant	Pierśnica $d_{1,3}$ [cm]	Wysokość h [m]	Liczba [szt./pow.]
Ol czarna	Kontrola	5,829	6,058	33
Ol szara		3,666	3,648	35
Ol zielona		–	0,744	36
Ol czarna	Węgiel brunatny	6,551	6,900	39
Ol szara		4,161	4,253	37
Ol zielona		–	0,931	46
Ol czarna	Piasek kwaśny	6,932	6,005	31
Ol szara		3,906	3,895	35
Ol zielona		–	0,61	40

Tabela 2.2. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne tworzących się gleb na powierzchni doświadczalnej w 2016 r.

Gatunek	Substrat/wariant	Warstwa	Piasek	Pył	Ił	pH		PEW	C	N
		[cm]	[%]			[H ₂ O]	[KCl]	[μs/cm]	[%]	
Ol czarna	Kontrola	0-5	82,33	16,50	1,17	7,83	7,33	224,33	7,08	0,29
		5-30	83,83	14,67	1,50	7,97	7,38	193,83	–	–
Ol szara		0-5	87,33	11,67	1,00	7,88	7,39	161,87	4,83	0,18
		5-30	93,00	6,47	0,53	8,04	7,45	138,47	–	–
Ol zielona		0-5	75,50	22,67	1,83	7,84	7,36	219,00	5,67	0,19
		5-30	90,92	8,25	0,83	8,08	7,47	151,92	–	–

Ol czarna	Węgiel brunatny	0-5	88,92	10,42	0,67	7,81	7,32	192,67	6,23	0,29	
		5-30	93,08	6,33	0,58	7,93	7,43	165,75	-	-	
Ol szara		0-5	81,25	17,42	1,33	7,83	7,37	207,42	6,84	0,23	
		5-30	89,50	9,67	0,83	8,05	7,49	154,17	-	-	
Ol zielona		0-5	85,92	13,17	0,92	7,81	7,30	184,25	5,86	0,18	
		5-30	90,33	8,58	1,08	8,04	7,44	122,67	-	-	
Ol czarna		Piasek kwaśny	0-5	80,44	17,78	1,78	7,83	7,29	209,22	4,90	0,19
			5-30	92,67	6,44	0,89	7,82	7,24	267,11	-	-
Ol szara			0-5	83,44	15,28	1,28	7,85	7,33	205,89	5,94	0,22
			5-30	90,78	8,50	0,72	7,92	7,34	206,78	-	-
Ol zielona	0-5		77,83	20,33	1,83	7,85	7,39	229,67	4,66	0,18	
	5-30		90,17	9,17	0,67	8,05	7,46	155,00	-	-	

Dotychczas wykonywane programy naukowe i opublikowane prace zawierające wyniki badań na powierzchni doświadczalnej:

Granty ministerialne

- 2016-2018. Grant OPUS UMO-2015/17/B/ST10/02712, Narodowe Centrum Nauki: Wpływ olsz (*Alnus sp.*) na przemiany biogeochemiczne substratów gleb technogennych.

Opublikowane prace

- Krzaklewski W., Pietrzykowski M., Woś B. 2012. Survival and growth of alders (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. and *Alnus incana* (L.) Moench) on fly ash technosols at different substrate improvement. *Ecological Engineering*, 49, 35-40.
- Pietrzykowski M., Krzaklewski W., Woś B. 2015. Preliminary assessment of growth and survival of green alder (*Alnus viridis*), a potential biological stabilizer on fly ash disposal sites. *Journal of Forestry Research* (Springer), 26 (1), 131-136.
- Pietrzykowski M., Woś B., Pająk M., Wanic T., Krzaklewski W., Chodak M. Alders Growth Within 10 Years of Introduction on Reclaimed Lignite Combustion Waste Disposal Site at Different Substrate Amendments - Land Degradation and Development (w druku).

Punkt widokowy Pola „Szczerców”

Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów jest największą kopalnią odkrywkową w Polsce i jedną z największych w Europie. Wydobyte pierwszych ton węgla (fot. 3.1) nastąpiło 19 listopada 1980 r. Głównym jego odbiorcą jest Elektrownia Bełchatów. Średnie roczne wydobyte węgla brunatnego w ostatnich latach wynosiło około 40–42 mln ton, co stanowi ponad 60% wydobycia w Polsce. Dla osiągnięcia takich wyników trzeba zdejmować rocznie średnio ponad 120 mln m³ nadkładu (fot. 3.2) i wypompować około 270 mln m³ wody.

Kopalnia Bełchatów przygotowuje się również do zagospodarowania w przyszłości wyrobisk poeksploatacyjnych Pola „Bełchatów” i Pola „Szczerców”. Zalanie wyrobisk poeksploatacyjnych tej wielkości jest jedynym właściwym sposobem ich rekultywacji. Po zakończeniu prac wydobywczych i wyłączeniu systemu odwodnienia zwierciadło wód zacznie samoczynnie się odbudowywać. Dodatkowo do wyrobiska na Polu „Bełchatów” skierowane zostaną wody z odwodnienia Pola „Szczerców”, a dla wyrobiska na Polu „Szczerców” poprowadzona zostanie woda z rzeki Warty. Po zakończeniu eksploatacji rozpocznie się wypływanie i formowanie linii brzegowej zbiorników. W efekcie powstaną dwa duże zbiorniki wodne o objętości:

- około 1,3 mld m³ w wyrobisku Pola „Bełchatów”,
- około 1,7 mld m³ w wyrobisku Pola „Szczerców”.

Łączna powierzchnia obydwu powstałych w ten sposób zbiorników wyniesie około 32,5 km². Przyszłe jeziora planuje się zagospodarować na cele rekreacyjno-sportowe, a w ich otoczeniu posadzić lasy.



Fot. 3.1. Odkrywka Pola „Bełchatów” – Archiwum KWB Bełchatów



Fot. 3.2. Nadkład Odkrywki Pola „Szczerców” – Archiwum KWB Bełchatów

Pierwsze decyzje w sprawie budowy odkrywki w Polu „Szczerców” (fot. 3.3) podjęto w 1979 r. Jednak kilkakrotne uruchamianie i wstrzymywanie budowy odkrywki zakończyło się definitywnym zatrzymaniem inwestycji w 1991 r. Prace związane z ponownym uruchomieniem budowy odkrywki wznowiono w 1998 r. Z kolei 21 października 2002 r. rozpoczęto górnicze roboty udostępniające, a pierwszy węgiel z tego pola wydobyto 17 sierpnia 2009 r. Zasoby odkrywki wynoszą 620 mln ton. Zgodnie z planem zagospodarowania, zasoby zostaną wykorzystane do 2038 r. Docelowo odkrywka zajmie powierzchnię 2359 ha, a jej głębokość wyniesie 330 m. Złoże Węgla Brunatnego „Bełchatów – Pole Szczerców” stanowi zachodnią część złoża węgla brunatnego „Bełchatów”. Pokład węgla najpłycej zalega w rejonie zachodnim, zapadając się stopniowo w kierunku wschodnim. W zachodniej części strop pokładu węgla zalega na głębokości około 100 m, a w części południowo-wschodniej osiąga maksymalną głębokość 220 m. Miąższość złoża wzrasta od strony zachodniej od 10–30 m do ponad 150 m w części wschodniej złoża.



Fot. 3.3. Odkrywka Pola „Szczerców” – Archiwum KWB Bełchatów

Zwałowisko zewnętrzne Odkrywki Pola „Szczerców”

Nadkład z wyrobiska Pola „Szczerców” składowany jest na pobliskim zwałowisku zewnętrznym (fot. 4.1). Jego budowę rozpoczęto w 2002 r. Miało ono początkowo charakter magazynu zdeponowanego nadkładu, który docelowo miał posłużyć jako wypełnienie po eksploatacji obydwu wyrobisk, zarówno Pola „Bełchatów”, jak i Pola „Szczerców”. Zabiegi rekultywacyjne zostały skupione tylko na tymczasowej obudowie biologicznej przez zadarnienie, mającej na celu skuteczną ochronę nadkładu przed erozją. Skarpy obudowywano mieszanką traw i roślin motylkowych. Zmiana koncepcji zagospodarowania spowodowała zmianę prowadzonej obudowy. Zwałowisko pozostało jako obiekt stały. Nie będzie reeksploatowane do wyrobisk. W związku z tym wiosną 2010 r. rozpoczęto pierwsze zalesienia skarp metodą sprawdzoną dotychczas na pozostałych zwałowiskach. Obecnie w prowadzeniu zalesień niedogodność stanowią nadmiernie wybujałe (na niektórych skarpach) zbiorowiska roślin zielnych z wcześniej przeprowadzonego tymczasowego zadarnienia (obudowy biologicznej). Do końca 2016 r. w ramach rekultywacji szczegółowej zalesiono około 272 ha. Przyszłość rekultywacji tego zwałowiska będzie też związana z zagospodarowaniem przemysłowym (kolejna farma wiatrowa) oraz rekreacyjno-sportowym. W 2012 r. na wierzcholinie założono uprawę roślin energetycznych, m.in. robinii akacjowej, do produkcji biomasy. Prowadzone są również badania nad uprawą mis-kanta olbrzymiego.

I skarpa wschodnia to pierwsza skarpa (około 8 ha), na której zadarnienia wykonano w 2003 r., a zalesienie jesienią 2010 r. oraz wiosną 2011 r. Obszar ten został zadarniony głównie lucerną siewną z kupkówką pospolitą i innymi gatunkami

traw oraz roślin motylkowych. W ramach zalesienia drzewka sadzone były głównie w przygotowane, zneutralizowane dołki, w więźbie $1,0 \times 1,0$ m, tj. w liczbie 10 000 szt./ha.



Fot. 4.1. Zwałowisko zewnętrzne Odkrywki Pola „Szczerców” – Archiwum KWB Bełchatów

Zalesianie skarp z wcześniej wykonaną obudową tymczasową wiąże się głównie z likwidacją zbiorowisk roślinności zielnej. Na podstawie badań glebowych oraz florystycznych wyróżniono cztery kategorie terenu o różnym stopniu trudności zalesiania, ze względu na procentowy stan pokrycia roślinnością, którym przyporządkowano odpowiednie zabiegi. Prace rekultywacyjne prowadzone są w zależności od kategorii terenu i uwzględniają koszenie mechaniczne, a także prowadzenie oprysku lucerny środkami chemicznymi.

Wylesienia gruntów będących w zarządzie Nadleśnictwa Bełchatów na potrzeby funkcjonowania KWB Bełchatów

Lasy Państwowe (wówczas Nadleśnictwo Wola Grzymalina) pierwszą nieruchomości pod wykonanie odwiertu udostępniły w 1972 r., a pierwszą decyzję o zmianie przeznaczenia gruntów leśnych i rolnych na cele nieleśne i nierolnicze, o powierzchni 86,77 ha, minister leśnictwa i przemysłu drzewnego wydał 21 sierpnia 1973 r. Przekazywanie gruntów odbywało się sukcesywnie i do 1998 r. Nadleśnictwo Bełchatów przekazało na rzecz Kopalni łącznie 1403,41 ha. Przed przekazaniem terenów leśnych Nadleśnictwo było zobowiązane do usuwania drzewostanów we własnym zakresie (fot. 5.1 i 5.2), a także do uprzątania drzewostanów z gruntów wykupionych przez Kombinat od innych własności, przeznaczonych pod budowę Kopalni, na zlecenie inwestora.

Pierwsza decyzja Powiatowej Rady Narodowej w Bełchatowie zezwalająca na przeznaczenie powierzchni 195,8 ha gruntów rolnych i leśnych położonych w obrębie wsi Czyżów, Piaski i Rogowiec pod inwestycje w 1973 r. wymagała uprzątnięcia drzewostanów przez ówczesne Nadleśnictwo Wola Grzymalina.

Wraz z odkładaniem nadkładu na zwałowisku zewnętrznym równolegle postępową rekultywacja. Rekultywację techniczną w całości wykonała Kopalnia, natomiast rekultywację biologiczną o kierunku leśnym wykonały w części Kopalnia, a w części Nadleśnictwo Bełchatów na zlecenie Kopalni. Pierwszy zwrot zrekultywowanych

gruntów nastąpił już w 1983 roku – 14 ha. Największą powierzchnię, czyli 1025 ha, Nadleśnictwo Bełchatów przejęło w 1995 r. Obecnie powierzchnia przekazanego w zarząd Nadleśnictwa Bełchatów zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów” wynosi 1556 ha.



Fot. 5.1. Usuwanie drzewostanów przed frontem eksploatacyjnym – Archiwum LP
(fot. R. Nowak)

Udział poszczególnych gatunków i rodzajów drzew (po przejęciu przez Nadleśnictwo na zwałowisku zewnętrznym, tzw. Górze Kamieński) przedstawia się następująco:

- | | |
|---|-----|
| • brzoza (<i>Betula</i>) | 25% |
| • sosna pospolita (<i>Pinus sylvestris</i>) | 20% |
| • olsza (<i>Alnus</i>) | 15% |
| • robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>) | 12% |
| • dąb (<i>Quercus</i>) | 7% |
| • topola (<i>Populus</i>) | 6% |
| • wierzba (<i>Salix</i>) | 4% |
| • klon (<i>Acer</i>) | 4% |
| • modrzew (<i>Larix</i>) | 3% |
| • jesion (<i>Fraxinus</i>) | 3% |
| • inne | 1% |



Fot. 5.2. Usuwanie drzewostanów pod linie technologiczne – Archiwum LP (fot. R. Nowak)

W Planie Urządzania Lasu na lata 2017–2026 przewiduje się:

- pielęgnację istniejących nasadzeń i zalesień,
- uzupełnienia luk,
- trzebieże.

Szacuje się, że na zwałowisku będzie można wyhodować około 700 ha drzewostanów o składzie odpowiadającym powstającym siedliskom leśnym, reszta pozostanie ze zmienionym składem, a na około 15 ha powierzchni nasadzenia będą odgrywały rolę wyłącznie ochronną.

Obecnie Kopalnia dzierżawi od Nadleśnictwa Bełchatów 919,77 ha, a Elektrownia Bełchatów 230,68 ha. Powierzchnia gruntów wydzierżawianych na potrzeby KWB Bełchatów jest bardzo zmienna ze względu na powiększanie odkrywki „Szczerców”, która aktualnie wchłania ponad 400-hektarowy kompleks leśny Kuźnica–Dębina.

Rezerwat „Łuszczanowice”

Rezerwat „Łuszczanowice” został powołany Zarządzeniem Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 19 kwietnia 1979 r. (MP Nr 13, poz. 77). Po korekcie wynikającej z Zarządzenia nr 50/2010 Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Łodzi z dnia 17 czerwca 2010 r. w sprawie rezerwatu przyrody „Łuszczanowice” jego powierzchnia wynosi **41,09 ha**. Teren całego rezerwatu jest własnością Skarbu Państwa i pozostaje w zarządzie PGL Lasy Państwowe Nadleśnictwo Bełchatów. Do gruntów leśnych zalesionych sklasyfikowano wydzielania rezerwatu: 197 m, 198 c–j, l, 199 g, h, k, l. Grunty rezerwatu związane z gospodarką leśną, stanowiące linie podziału powierzchniowego oraz drogi leśne, położone są w wydzieleniach: 198a, b, 199a, f.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski rezerwat jest położony w prowincji Nizy Środkowoeuropejskiego, podprowincji Nizin Środkowopolskich, makroregionie Wzniesień Południowomazowieckich i mezoregionie Wysoczyzny Bełchatowskiej. Wysoczyzna Bełchatowska ma położenie wododziałowe między dorzecziami Warty i Pilicy.

Historia użytkowania terenu przed powstaniem rezerwatu

Drzewostany rezerwatu noszą wyraźne ślady zmian, powstałych wskutek uprzedniej gospodarki leśnej, prowadzonej na tym terenie jeszcze przed jego powstaniem. Zmiany te dotyczą przede wszystkim dość znacznego udziału sosny. W przeszłości bowiem lasy uroczyska „Łuszczanowice” zagospodarowane były systemem zrębowym i zrębowo-gniazdowym z odnowieniem naturalnym – jodłą, i sztucznym – sosną.

W wyniku takiego postępowania na terenie objętym obecnie ochroną rezerwatową występują na ogół drzewostany mieszane: jodłowo-sosnowe lub sosnowo-jodłowe, oraz lite drzewostany sosnowe, niekiedy z niewielką domieszką brzozy. Tylko na niewielkim obszarze, na którym zachowały się najcenniejsze płaty drzewostanów jodłowych, prowadzona była gospodarka przerębowa.

Aktualne procesy geologiczne i rzeźbotwórcze, podtypy gleb

Teren rezerwatu zbudowany jest z mineralnych utworów geologicznych, charakteryzujących się różną zwięzłością. Skalę macierzystą stanowią gliny lekkie i piaszczyste zdenudowanej wysoczyzny morenowej.

Na terenie rezerwatu wyróżniono trzy podtypy gleb: gleby płowe właściwe (Pw), gleby brunatne bielcowane (BRb), gleby brunatne wylugowane (BRwy).

Struktura typów siedliskowych lasu

Według „Siedliskowych Podstaw Hodowli Lasu” z 2004 r. wyróżniono jeden typ siedliskowy lasu: las świeży – w pierwszym wariantcie wilgotności (Lśw1), w drugim wariantcie wilgotności (Lśw2).

Leśne zbiorowiska roślinne

Na terenie rezerwatu wyróżniono: kontynentalny bór mieszany sosnowo-dębowy *Quercus robur-Pinetum*, zbiorowisko zbliżone do wyżynnego jodłowego boru mieszanego *Abietetum polonicum* (fot. 6.1. i 6.2), grąd subkontynentalny typowy *Tilio-Carpinetum typicum*, grąd typowy *Tilio-Carpinetum typicum*, postać z *Abies alba*, grąd typowy *Tilio-Carpinetum typicum*, postać zdegenerowaną z *Pinus sylvestris*, grąd typowy *Tilio-Carpinetum typicum*, postać zdegenerowaną z *Fagus sylvatica*.

Strategiczny cel ochrony

Celem ochrony rezerwatu jest zachowanie ekosystemu lasu jodłowego naturalnego pochodzenia na granicy zasięgu jodły.

Cele operacyjne

1. Utrzymanie procesów ekologicznych sprzyjających naturalizacji zbiorowisk roślinnych i tworzeniu się optymalnych warunków istnienia i rozwoju populacji gatunku będącego przedmiotem ochrony.
2. Zachowanie aż do naturalnej śmierci drzew rodzimych gatunków, a także pozostawianie w całości martwych i zamierających drzew stojących bądź przewróconych.

Cały teren rezerwatu podlega ochronie czynnej.

Sposób udostępniania – ruch pieszy po wyznaczonych szlakach.



Fot. 6.1. i 6.2. Zbiorowisko zbliżone do wyżynnego jodłowego boru mieszanego *Abietetum polonicum* – Archiwum LP (fot. T. Urbaniak)

Powierzchnia doświadczalna (1/81) – 40-letni drzewostan z dominacją modrzewia na półce zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów”

Budowę zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów” rozpoczęto w 1977 r., a zakończono w 1994 r. Jego łączna powierzchnia wynosi 1483 ha, z czego zbocza stanowią 1165 ha (79%), a wierzchowina 318 ha (21%). Minimalna wysokość względna zwałowiska wynosi 126 m, a maksymalna 180 m.

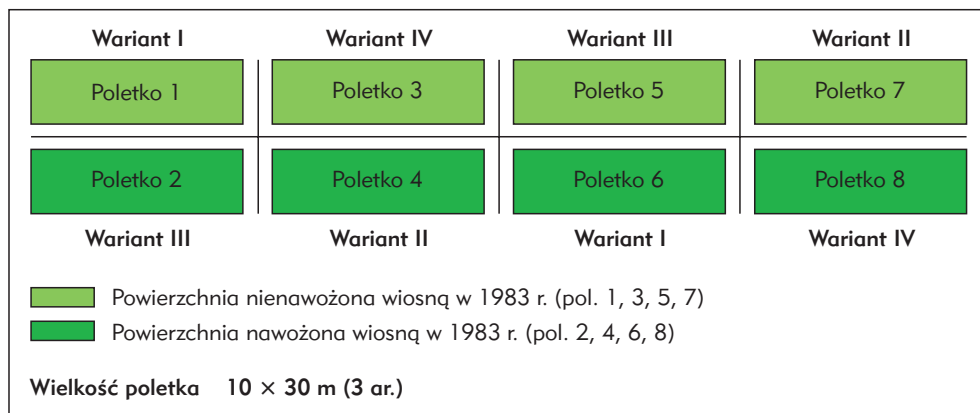
Powierzchnia doświadczalna (1/81) została założona przez Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH (zespół kierowany przez prof. Wojciecha Krzaklewskiego) na wiosnę 1981 r., bezpośrednio po ukształtowaniu półki oddzielającej III i IV poziom zwałowania zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów” na silnie zróżnicowanych w warstwie glebotwórczej substratach nadkładu (piaskach, glinach czwartorzędowych i iłach). Powierzchnia nie była grodzona, schemat doświadczenia przedstawia rycina 7.1.

Wysadzono trzyletni materiał sadzeniowy modrzewia europejskiego i 2–3 letni pozostałych gatunków w zmieszaniu rzędownym z innymi gatunkami lub bez zmieszania w czterech wariantach składu gatunkowego. Warianty obsadzono na dwóch blokach doświadczalnych wyróżnionych ze względu na zróżnicowane nawożenie mineralne.

Wśród gatunków tworzących z modrzewiem europejskim kombinacje nasadzeń wprowadzono: brzozę brodawkowatą, robinie akacjową, buk zwyczajny, olszę szarą,

dąb szypułkowy oraz daglezię zieloną. Ich procentowy udział w poszczególnych wariantach przedstawiał się następująco:

Wariant I		Wariant II		Wariant III		Wariant IV	
Modrzew	100%	Modrzew	40%	Modrzew	40%	Modrzew	40%
		Brzoza	30%	Robinia	35%	Olsza	35%
		Daglezja	30%	Buk	25%	Dąb	25%



Ryc. 7.1. Schemat powierzchni doświadczalnej 1/81

Zastosowane nawożenie mineralne

Pierwsze nawożenie mineralne przeprowadzono tylko na południowym pasie powierzchni na poletkach 2, 4, 6 i 8 wiosną 1983 r. Zastosowano wówczas następujące rodzaje i dawki nawozów w przeliczeniu na 1 ha:

- 150 kg saletry amonowej (34% N),
- 200 kg soli potasowej (60% K₂O),
- 250 kg fosforanu amonu (18% N, 46% P₂O₅).

W następnym, 1984 r., nawożeniem objęto już całą powierzchnię, rozsiewając nawozy metodą awioobsiewu (z samolotu). W ten sposób pominięto zaprojektowane wstępne różnicowanie nawożenia w dalszych studiach.

W latach 1984-85 metodą awioobsiewu wprowadzono na całą powierzchnię dawki składników mineralnych w postaci saletry amonowej (34% N), mocznika (46% N), fosforanu amonu (18% N, 46% P₂O₅) wynoszące w przybliżeniu (Krzaklewski 1986):

1984 N - 95 kg/1 ha
 P₂O₅ - 25 kg/1 ha

1985 N - 95 kg/1 ha
P₂O₅ - 25 kg/1 ha

Nawożenie z samolotu uzupełniono wysiewem ręcznym, rozsiewając na całą powierzchnię:

1984 100 kg Polifoski (8% N, 24% P₂O₅, 24% K₂O),
1985 40 kg fosforanu amonu,
40 kg Polifoski.



Fot. 7.1. Wnętrze drzewostanu na powierzchni doświadczalnej 1/81
– wariant z brzozą brodawkowatą (fot. W. Krzaklewski, 2012)

W początkowym okresie istnienia omawianej powierzchni wystąpiły niekorzystne zjawiska. Wprowadzona na jednym z wariantów daglezja zielona wypadła całkowicie w wyniku przymrozków już po pierwszym roku i została zastąpiona w ramach uzupełnień modrzewiem europejskim. Natomiast wzrost dębu i buka był wyraźnie

zakłócony w związku ze zgrzyzaniem ich przez zające (powierzchnia bez ogrodzenia). Sporadycznie na małych fragmentach ujawniło się nadmierne zakwaszenie, czego konsekwencją były wypady w tych miejscach modrzewia europejskiego.

Wystąpiło wspomniane już duże zróżnicowanie substratu glebowego od piasku luźnego po il.

Modrzew wzrastający na powierzchni doświadczalnej charakteryzował się cechami wzrostowymi przedstawionymi w tabeli 7.1. Największe wymiary uzyskał na poletkach 1 i 6 (wariant I), czyli w nasadzeniu jednogatunkowym modrzewia, następnie na poletkach wariantu II (z brzozą brodawkowatą), a najmniejsze wymiary w nasadzeniach z robinią.

Tabela 7.1. Pierśnica, wysokość i klasa bonitacji modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) wzrastających na powierzchni doświadczalnej 1/81 zwałowiska zewnętrznego KWB Bełchatów

Nr poletka/wariant	2001			2009			2017		
	d _{1,3} [cm]	h [m]	Klasa bonitacji	d _{1,3} [cm]	h [m]	Klasa bonitacji	d _{1,3} [cm]	h [m]	Klasa bonitacji
1/I	14,53	11,90	I	18,01	14,91	I	21,55	19,0	I
2/III	13,24	10,10	II	15,29	11,77	III	20,36	15,8	II/III
3/IV	12,39	11,56	I	15,02	14,08	II	16,56	16,7	II
4/II	10,32	9,24	II	11,43	10,31	III	12,04	12,2	III/IV
5/III	11,54	10,13	II	14,41	12,63	II	18,14	17,1	II
6/I	15,84	11,71	I	20,42	13,18	II	21,60	16,9	II
7/II	12,67	12,04	I	15,50	15,00	I/II	18,10	19,1	I
8/IV	13,01	10,60	I	15,76	14,29	II	19,14	19,9	I

Powierzchnie badawcze na zalesionych fragmentach zwałowiska KWB Bełchatów zbudowanych z zasiarczonych i nadmiernie kwaśnych utworów mioceńskich po neutralizacji

Nadmiernie zasiarczone utwory na zwałowisku zewnętrznym Pola „Bełchatów” według Krzaklewskiego wystąpiły na około 3% powierzchni całego zwałowiska. Powierzchnie takie podlegały neutralizacji, która najczęściej realizowana była za pomocą kredy jeziornej. Po neutralizacji tereny takie zalesiano. Przedmiotowy drzewostan sosnowy wzrasta na nadmiernie zakwaszonych, zasiarczonych utworach piaszczystych wierzchowiny zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów” neutralizowanych kredą jeziorną w ilości około 40 t/ha (fot. 8.1).

Wiek wzrastającej tam sosny to obecnie 19 lat. Jej średnia wysokość wynosiła w 2010 r. zaledwie 1,54 m, co wskazywało na IV klasę bonitacji wzrostowej (tab. 8.1). Obecnie parametry wzrostowe sosny zwyczajnej wskazują na IV/V klasę bonitacji wzrostowej.

Gleby, na których wzrasta sosna (fot. 8.2), zaliczono zgodnie z Klasyfikacją Gleb Leśnych Polski (2000) do gleb industrioziemnych o niewykształconym profilu (AUi). Według klasyfikacji WRB (2006) gleby te można zaliczyć do typu Urbic Anthrosol. Badane gleby charakteryzowały się następującą budową profilu: Olf (poziom organiczny inicjalny surowinowy z zaczątkami butwiny) – AinCan (antropogeniczny ini-

cialny poziom organiczno-mineralny z cechami skały macierzystej) – Can (poziom skały macierzystej antropogenicznie zwałowanej i przemieszanej).

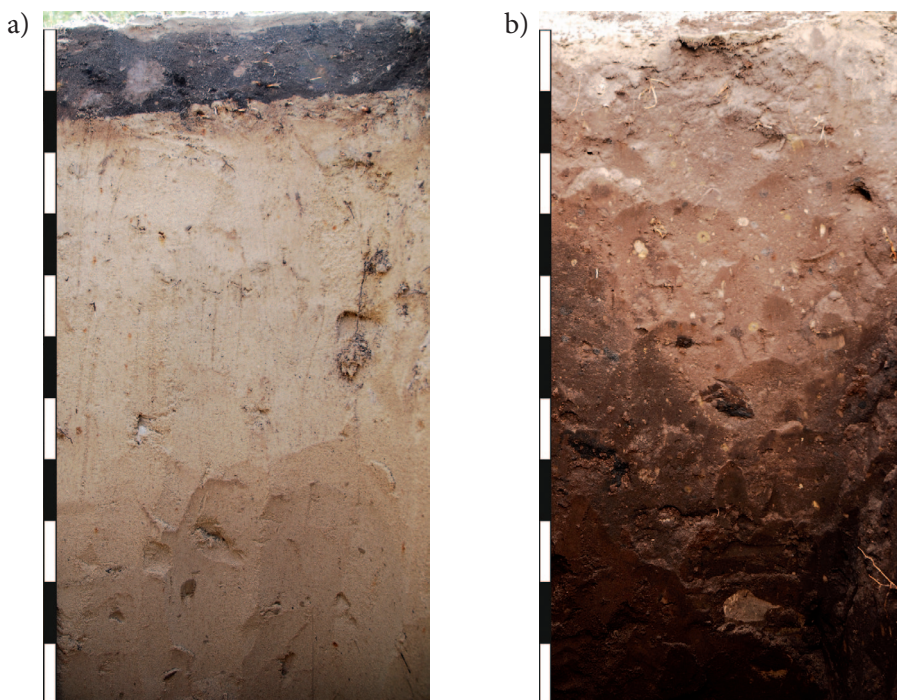


Fot. 8.1. Sosna wzrastająca na nadmiernie zasiarzonych utworach piaszczystych neutralizowanych kredą jeziorną (fot. M. Pietrzykowski, 2010)

Tabela 8.1. Wiek, średnia wysokość [m], średnia grubość w szyi korzeniowej [$d_{0,05}$, m] oraz bonitacja sosny zwyczajnej wzrastającej na wierzchołku zwałowiska zewnętrznego Pola „Bełchatów”

Rok badań	Wiek [lata]	Średnia wysokość [m]	Średnia grubość w szyi korzeniowej [$d_{0,05}$, m]	Klasa bonitacji
2010	12	1,54	4,28	IV
2017	19	2,12	5,23	IV/V

W przypadku tych gleb skałą macierzystą są zawęglone i zasiarzone nadmiernie kwaśne piaszczyste utwory mioceńskie poddane neutralizacji z zastosowaniem kredy jeziornej. W profilu tych gleb występują często domieszki lignitów lub słabo przemieszane brylaste wkładki kredy jeziornej. Utwory te mają barwę oliwkowo-brązową, burą lub brązowo-czerwonawą, często z rdzawymi zaciekami. Fragmenty lignitów posiadają barwę czarno-brunatną, a bryły kredy jeziornej barwę kremowo-białą. W profilu obserwowano mało korzeni, zwykle do głębokości 0,5 m.



Fot. 8.2. Przykłady profili gleb przemysłowych o niewykształconym profilu (AUi) powstających na zneutralizowanych kredą jeziorną kwaśnych utworach mioceńskich: a) gleba, na której wzrastała sosna przedstawiona na fot. 8.1, widoczna wyraźnie odcinająca się warstwa piasków od silnie zawęglonej warstwy wierzchniej, właściwości uśrednione podano w tabeli 8.2, b) profil gleby z głęboko zalegającymi utworami mioceńskim, na których wzrastał drzewostan sosnowy (fot. M. Pietrzykowski, 2010)

Tabela 8.2. Średnie wartości wybranych właściwości fizyko-chemicznych gleb nadmiernie zasiedlonych po neutralizacji kredą jeziorną (fot. 8.2a)

Głębokość [cm]	Poziom	Piasek	Pył	Ił	pH		V	Węglany	C	N	S
		[%]			H ₂ O	KCl	[%]				
+2-0	Olf	n.o.	n.o.	n.o.	5,4	4,9	n.o.	n.o.	31,4	0,398	0,04
0-8	AinCan	87	4	9	5,9	5,2	51,8	0,1	0,73	0,032	0,02
8-50	Can	92	3	5	6,3	5,9	59,5	1,6	0,56	0,028	0,01
50-110	Can	87	5	9	6,4	6,0	64,3	1,6	0,85	0,030	0,02
110-150	Can	92	3	5	6,1	5,9	62,2	1,3	0,43	0,027	0,03

Objaśnienie: V% - stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, n.o. - nie oznaczono

Przed neutralizacją tych utworów wartość pH wynosiła ok. 3,0–3,5 w H₂O. Po neutralizacji odczyn inicjalnych poziomów organicznych Olf badanych gleb był kwaśny, ok. 5,0 w H₂O, natomiast odczyn gleb w poziomach mineralnych na zawęglonych utworach mioceńskich słabo kwaśny lub kwaśny (pH_{KCl} od 5,2 do 6,0) (tab. 8.2). Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V%) gleb wynosił od 51,8% do 64,3% (tab. 8.2). Kreda jeziorna wpłynęła korzystnie na poprawę wyjściowo złych cech sorpcyjnych. W przypadku tych gleb zawartość C_{org} była zmienna w profilu i w głębszych poziomach mineralnych wciąż utrzymywała się na wysokim poziomie – nawet do 0,85% (w poziomie Can 50–110 cm) (tab. 8.2), co wiąże się z udziałem lignitów i tzw. węgla neogenicznego. Jest to cecha charakterystyczna gleb terenów zwałowisk po wydobyciu węgla brunatnego.

Rekultywacja w kierunku rekreacyjnym

Zwałowisko zewnętrzne Pola „Bełchatów”, tzw. Góra Kamieńsk, zostało zbudowane przez zwałowarki z nadkładu o kubaturze 1,4 mld m³ zalegającego nad złożem węgla brunatnego, który stanowiły: piaski, żwiry, ropy oraz gliny zebrane z Odkrywki Pola „Bełchatów”. Zrekultywowana Góra Kamieńsk jest najlepszym dowodem na to, że zmiany powierzchni terenu związane z prowadzeniem eksploatacji metodą odkrywkową mają charakter przejściowy i nie godzą w sposób istotny w podstawowe procesy życia biologicznego, a teren poeksploatacyjny z powodzeniem przywracany jest poprzedniej lub innej działalności gospodarczej.

Bogata oferta letniej turystyki i sportów zimowych sprawiła, że Góra Kamieńsk stała się słynna w całym kraju. Ośrodek Sportu i Rekreacji Góra Kamieńsk to kompleks narciarski, który kusi amatorów tego sportu najdłuższym stokiem w centralnej Polsce oraz wyposażeniem, którego może pozazdrościć niejeden górski kurort. Trasa narciarska ma długość 760 metrów, a jej szerokość waha się od 30 do 150 m (fot. 9.1). Różnica wzniesień wynosi 123 m. Stok, jak przystało na nowoczesny kompleks, jest w stu procentach oświetlony, co gwarantuje uprawianie sportu do późnych godzin wieczornych. Trasy są oczywiście nasnieżane i codziennie ratrakowane.

Dla wygody i zadowolenia narciarzy nartostrada została wyposażona w trzy wyciągi narciarskie:

- czteroosobową kolej linową z ruchomym chodnikiem o długości 723 m i przepustowości około 2000 os./h,
- wyciąg talerzykowy o długości ok. 700 metrów i przepustowości około 800 os./h,
- wyciąg talerzykowy dla początkujących narciarzy o długości ok. 160 metrów i przepustowości około 300 os./h.



Fot. 9.1. Widok na trasę narciarską na zwałowisku zewnętrznym Pola „Bełchatów”
– Archiwum KWB Bełchatów

Latem ośrodek także dostarcza dużej dawki adrenaliny. Zbocza Góry Kamieński to przede wszystkim trasy rowerowe. Wyznaczone ścieżki o różnej skali trudności wręcz zachęcają do wycieczek na dwóch kółkach. Trasy rowerowe zostały skomunikowane z Bełchatowem i mają łączną długość 60 km. Piękna ścieżka rowerowa prowadząca przez Słok i Wawrzkowiznę kieruje nas do dolnej stacji wzgórza, gdzie znajduje się dróżka edukacyjna, która powstała dzięki współpracy z Nadleśnictwem Bełchatów. Dużym powodzeniem, szczególnie wśród dzieci, cieszy się tor saneczkowy WIEGAND o długości ok. 1000 m (podjazd 370 m i zjazd 630 m).

Na terenie kompleksu można również skorzystać z parku rozrywki. Atrakcje parku są doskonałą formą spędzania wolnego czasu zarówno dla dzieci, jak i dorosłych. Niesamowitą dawkę emocji gwarantują golden-bungee i ścianka wspinaczkowa oraz wspaniała zabawa dla maluchów na dmuchanej zjeżdźalni. I to wszystko z widokiem na stok narciarski.

Przy dolnej stacji kolejki linowej znajdują się: duży bezpłatny parking, kasy, wypożyczalnia i serwis sprzętu narciarskiego, sklep sportowy oraz restauracja.

Wybudowany przez Kopalnię na zwałowisku zewnętrznym Pola „Bełchatów” Ośrodek Sportu i Rekreacji Góra Kamieński jest atrakcyjnym miejscem wypoczynku dla mieszkańców regionu. Frekwencja zimą, w zależności od warunków narciarskich, wynosi do 150 tys. narciarzy i miłośników snowboardingu. Latem z atrakcji Góry Kamieński korzysta około 20 tys. gości.

Field session

❶	KWB Bełchatów – Bełchatów Lignite Mine	41
❷	Experimental field on the ‘Lubień’ combustion pit.....	43
❸	Viewing platform of ‘Szczerców’ Field.....	48
❹	External dumping ground of the ‘Szczerców’ Field excavations .	51
❺	Deforestation of land remaining under the management of ‘Bełchatów’ State Forest District for the purposes of functioning of the ‘Bełchatów’ Lignite Mine	53
❻	‘Łuszczanowice’ Nature Reserve	56
❼	Experimental plot (1/81) – 40-year-old tree stand with the majority of larch, on the ledge of the external dumping ground of ‘Bełchatów’ Field	59
❽	Experimental plots on the afforested fragments of the KWB Bełchatów dumping ground, built of sulphur--containing and overly acidic Miocene features, post-neutralization.....	63
❾	Reclamation for leisure function	67

Authors of the guidebook

Wojciech Krzaklewski, Marek Pajk, Bartłomiej Woś

Department of Forest Ecology and Reclamation ❷ ❷ ❽

PGE GiEK Press Office ❶ ❸ ❹ ❾

Piotr Ozga

Bełchatów Forest District ❺ ❻

AREA UNDER THE MANAGEMENT OF BĘLCHATÓW FOREST DISTRICT



Legend:

1. KWB Bělchatów Directorate
2. Experimental plot in 'Lubień' combustion pit
3. Viewing platform of 'Szczerców' Field
4. External dumping ground of 'Szczerców' Field
5. Clearing areas for 'Szczerców' Field
6. 'Łuszczanowice' nature reserve
7. Experimental plot 1/81 (with larch)
8. Experimental plot in features with excessive acidification
9. Ski run in the 'Kamieńsk Mountain'

Location of field session points

KWB Bełchatów – Bełchatów Lignite Mine

Bełchatów coal deposits are about 20 million years old. ‘Bełchatów’ Field lignite deposit is characterized by a thickness of up to 100 m. The discovery of lignite in the Bełchatów region took place in December 1960. April 2, 1973 was an important date in the history of the mine, when the Bełchatów Delegation of the Lignite Mine Industry Association was established – the first organizational unit of the future Mining Company. The year 1975 brought a breakthrough for the mine project. On 17 January that year, the ‘Bełchatów’ State Mining Company under construction was founded. Later in the same year, draining of the water began, and the first stripping excavator was mounted. On 19 November 1980, the first tons of coal were mined. At present, mining is carried out from the deposits in the ‘Bełchatów’ Field (see: Photo 1.1) and the ‘Szczerców’ Field.

The mine produces about 40 million tons of lignite annually, which accounts for about 60% of the annual output of this raw material throughout Poland. As a result of the merger process and the Consolidation Program of the GK PGE companies, since 1 September 2010, the Bełchatów Lignite Mine is located within the structures of PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA (Mining and Conventional Energy), and it functions as one of the branches thereof, under the name Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA – Oddział Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów (Bełchatów Lignite Mine Branch). On December 14, 2013, the company produced its billionth tonne of lignite. On August 17, 2009, the first tonnes of lignite were excavated from the ‘Szczerców’ Field.

Within the open deposit of lignite resources estimated at 2 billion tons in total, three areas of its retention were determined: 'Bełchatów' Field, 'Szczerców' Field and 'Kamieński' Field. Coal deposits in the 'Bełchatów' Field and 'Szczerców' Field were classified for exploitation. 'Bełchatów' Field is found in the middle; its western boundary is the 'Dębina' salt dome. This field will be exploited until 2020. The 'Szczerców' Field is a continuation of the 'Bełchatów' Field to the west and is separated from it by the salt dome. The western border of the 'Szczerców' Field is marked with natural curbing of the coal deposit. Coal exploitation in this field will be carried out over the period of 2009–2038. Due to its N : W index, the 'Kamieński' Field, with constitutes the eastern extension of the 'Bełchatów' Field, is currently not intended for commercial use.



Photo 1.1. View of the outer dumping ground of the 'Bełchatów' Field, the open excavation of the 'Bełchatów' Field and 'Szczerców' Field, and the Bełchatów Power Plant – Archive of the KWB Bełchatów

Experimental field on the ‘Lubień’ combustion pit

In spring 2006, employees of the Department of Forest Ecology at the University of Agriculture in Krakow, now the Department of Forest Ecology and Reclamation, established an experimental field on the top of the ‘Lubień’ combustion pit. On the area in question, three species of alder (black, grey and green) were planted in randomly located plots of land (6 × 13 m in 3 blocks). The plots were divided into 2-m wide stripes (see: Fig. 2.1).

On the said experimental field, in September 2005, the Bełchatów Power Plant carried out hydroxide treatment with sludge, 4 tons per hectare, mixed with grass seed of 200 kg per hectare (mainly cat grass – *Dactylis glomerata* and tall fescue – *Festuca arundinacea*). In the same year, the field was fertilized, via aerial application, with mineral fertilizers: Polifoska (Polyphosphorus) 6 (NPK 6-24-24) and ammonium nitrate 34% in quantities of 150 kg/ha. In April of the following year, 75 kg/ha of fertilizers were applied from the airplane: Polifoska 6 and ammonium salts 34%.

In the spring of 2006, alders were planted in three variants:

- using an addition of lignite slack with pH value of 5.6 (3 litres per hole),
- using an addition of acidic sand with pH value of 3.7, taken from the overburden of the Bełchatów mine (3 litres per hole),
- control plots – with no additives.

In each plot, 50 seedlings of each species were planted. Green alder seedlings (1/1) came from the Baligród Forest District (Carpathian region VIII, district 3 of Bieszczady, 450 m a.s.l.) – two-year-old seedlings placed in the nursery after 1 year; grey alder from the Grotniki Forest District – two-year-old non-nursery seedlings; black

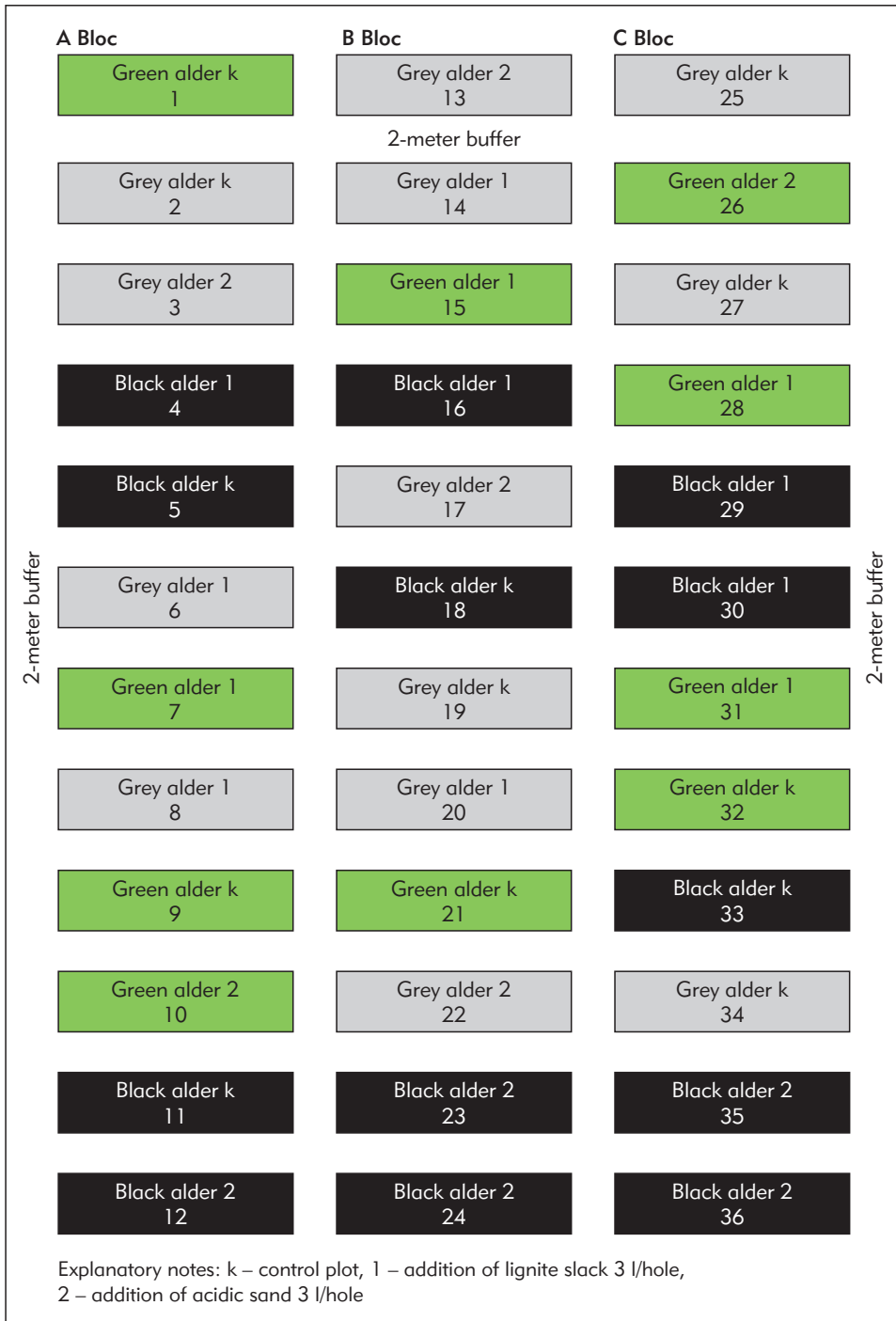


Fig. 2.1. Diagram of the experiment



Photo 2.1. View of the plot in the first year of growth – 2006 (photo by W. Krzaklewski)



Photo 2.2. View of the plot in April 2016 (photo by W. Krzaklewski)

alder from the ‘Taxus’ nursery in Mętków – two-year-old non-nursery seedlings. The seedlings were placed in a grid of 1.2 × 1.3, into holes of 40 × 40 × 40 cm, with the mixing of ash and substrate. Photos 2.1 and 2.2 show views of the plots in 2006 and 2016.

The basic growth parameters of the introduced tree species are presented in Table 2.1, and the selected properties of the soils are listed in Table 2.2.

Table 2.1. Basic average growth parameters after 10 years for black alder and grey alder (2016) and after 5 years for green alder (2011) and the average number of trees on the experimental plot

Species	Substrate/version	Diameter at breast high $d_{1,3}$ [cm]	Height h [m]	Number [unit/plot]
Black alder	Control group	5.829	6.058	33
Grey alder		3.666	3.648	35
Green alder		–	0.744	36
Black alder	Lignite slack	6.551	6.900	39
Grey alder		4.161	4.253	37
Green alder		–	0.931	46
Black alder	Acidic sand	6.932	6.005	31
Grey alder		3.906	3.895	35
Green alder		–	0.61	40

Table 2.2. Selected physical and chemical properties of soils developing in the experimental plot in 2016

Species	Substrate/version	Layer	Sand	Dust	Loam	pH		PEW	C	N
		[cm]	[%]			[H ₂ O]	[KCl]	[μs/cm]	[%]	
Black alder	Control group	0-5	82.33	16.50	1.17	7.83	7.33	224.33	7.08	0.29
		5-30	83.83	14.67	1.50	7.97	7.38	193.83	–	–
0-5		87.33	11.67	1.00	7.88	7.39	161.87	4.83	0.18	
5-30		93.00	6.47	0.53	8.04	7.45	138.47	–	–	
0-5		75.50	22.67	1.83	7.84	7.36	219.00	5.67	0.19	
5-30		90.92	8.25	0.83	8.08	7.47	151.92	–	–	

Black alder	Lignite slack	0-5	88.92	10.42	0.67	7.81	7.32	192.67	6.23	0.29
		5-30	93.08	6.33	0.58	7.93	7.43	165.75	-	-
Grey alder		0-5	81.25	17.42	1.33	7.83	7.37	207.42	6.84	0.23
		5-30	89.50	9.67	0.83	8.05	7.49	154.17	-	-
Green alder		0-5	85.92	13.17	0.92	7.81	7.30	184.25	5.86	0.18
		5-30	90.33	8.58	1.08	8.04	7.44	122.67	-	-
Black alder	Acidic sand	0-5	80.44	17.78	1.78	7.83	7.29	209.22	4.90	0.19
		5-30	92.67	6.44	0.89	7.82	7.24	267.11	-	-
Grey alder		0-5	83.44	15.28	1.28	7.85	7.33	205.89	5.94	0.22
		5-30	90.78	8.50	0.72	7.92	7.34	206.78	-	-
Green alder		0-5	77.83	20.33	1.83	7.85	7.39	229.67	4.66	0.18
		5-30	90.17	9.17	0.67	8.05	7.46	155.00	-	-

Research programs and papers published to date, containing the results of studies conducted on the experimental plots included:

Ministry grants

- 2016-2018. OPUS UMO-2015/17 / B / ST10 / 02712 Grant, National Science Center: The impact of alders (*Alnus sp.*) on biogeochemical transformations of substrates in technogenic soils.

Published works

- Krzaklewski W., Pietrzykowski M., Woś B. 2012. Survival and growth of alders (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. and *Alnus incana* (L.) Moench) on fly ash technosols at different substrate improvement. *Ecological Engineering*, 49, 35-40.
- Pietrzykowski M., Krzaklewski W., Woś B. 2015. Preliminary assessment of growth and survival of green alder (*Alnus viridis*), a potential biological stabilizer on fly ash disposal sites. *Journal of Forestry Research* (Springer), 26 (1), 131-136.
- Pietrzykowski M., Woś B., Pająk M., Wanic T., Krzaklewski W., Chodak M. Alders Growth Within 10 Years of Introduction on Reclaimed Lignite Combustion Waste Disposal Site at Different Substrate Amendments - Land Degradation and Development (in press).

Viewing platform of ‘Szczerców’ Field

KWB Bełchatów (Lignite Mine) is the largest open-cast mine in Poland, and one of the largest in Europe. Mining of the first tons of coal (see: photo 3.1) took place on 19 November 1980. The main consumer is the Bełchatów Power Plant. Average annual lignite mining in recent years amounted to about 40–42 million tonnes, which accounts for over 60% of all Polish production. In order to achieve such results, an average of over 120 million m³ of overburden needs to be taken (see: photo 3.2) and about 270 million m³ of water must be pumped out.

The Bełchatów mine is also preparing for the future development of the former mining excavations of the ‘Bełchatów’ Field and ‘Szczerców’ Field. Flooding of post-mining excavations of this size is the only proper way of reclamation. After completion of the extraction works, and the deactivation of the drainage system, the water table will begin to rebuild itself. In addition, water from the drainage of the ‘Szczerców’ Field will be directed to the excavation in the ‘Bełchatów’ Field, and water from the River Warta will be directed to the excavation in the ‘Szczerców’ Field. Upon completion of the exploitation, shallowing and forming the shoreline of the basin shall begin. This will result in the creation of two large water reservoirs, with the volume of:

- about **1.3 billion m³** in the excavation pit of the ‘Bełchatów’ Field,
- about **1.7 billion m³** in the excavation pit of the ‘Szczerców’ Field.

The total area of both reservoirs thus formed will be about **32.5 km²**. It is envisaged that the future lakes will be used for the purpose of recreation and for water sports, while in their vicinity, forests will be planted.



Photo 3.1. 'Bełchatów' Field open pit – Archive of the KWB Bełchatów



Photo 3.2. Cap of the 'Szczerców' Field open pit – Archive of the KWB Bełchatów

The first decisions on the construction of the open excavation pit in the ‘Szczerców’ Field (see: photo 3.3) were made in 1979. However, a series of launches and halts to the open pit construction ended with a definite stoppage of the investment project in 1991. The works related to the reopening of the site were resumed in 1998. Mining access works were launched on 21 October 2002, and the first coal was extracted from the field on 17 August 2009. The resources of the open-pit mine amount to 620 million tons. According to the projections in the development plan, the resources will be used up by the year 2038. The target excavation area will be 2359 hectares, 330 meters deep. The ‘Bełchatów – Szczerców Field’ lignite deposit comprises the western part of the overall ‘Bełchatów’ lignite deposit. The shallowest location of the lignite deposit lies in the western region, and it gradually falls deeper towards the east. In the western part, the ceiling of the coal deposit lies at the depth of about 100 meters, and in the southeast, it reaches a maximum depth of 220 meters. The thickness of the deposit increases from the west towards the east: from 10–30 meters in the west to over 150 meters in the eastern part of the deposit.



Photo 3.3. ‘Szczerców’ Field open pit – Archive of the KWB Bełchatów

External dumping ground of the ‘Szczerców’ Field excavations

Overburden from the ‘Szczerców’ Field excavations is stored in a nearby outdoor pit (see: photo 4.1). Its construction began in 2002. It originally served as a storage area for the deposited overburden, and was intended to serve as the filling for both of the excavations after the completion of mining in both the ‘Bełchatów’ Field and ‘Szczerców’ Field. Reclamation treatments have been focused only on temporary biological cover restoration through grassing (green sward), designed to effectively protect the overburden from erosion. The slopes were restored using a mixture of grasses and legume plants. Changing the concept of development resulted in a modified manner of restoration. The dumping ground remains as a permanent site, and it will not be re-used for excavations. Therefore, in spring 2010, the first afforestation works on the embankment were started, using the method previously tested on other dumping sites. At present, causing inconvenience to afforestation are excessive, overgrown herbaceous communities (found on some slopes) from previously applied tipping (i.e. biological cover restoration). By the end of 2016 planting had been completed on approximately 272 hectares, as a part of a detailed rehabilitation. The future of reclamation of the dump will also entail some industrial development (another wind farm) as well as the construction of recreation and sport facilities. In 2012, on the top of the site, crops of energy-generating plants were planted such as *Robinia pseudoacacia* (black locust) intended for biomass production. Studies are also conducted related to possible cultivation of giant miscanthus.

Eastern embankment I is the first embankment (of about 8 hectares), which was subjected to grassing in 2003, followed by afforestation in the autumn of 2010 and

spring of 2011. The area was grassed using mostly alfalfa as well as other grass species and legume plants. As part of the afforestation, the trees were planted mainly in prepared, neutralized planting holes, in a grid of 1.0×1.0 metres, in the number of 10 000 pieces per hectare.



Photo 4.1. External dumping ground of the ‘Szczerców’ Field open excavation
– Archive of the KWB Bełchatów

The afforestation of slopes equipped with pre-built temporary cover involves the elimination of herbaceous vegetation communities. Based on soil studies and floristic studies, four categories of land with varying degrees of afforestation difficulty were identified, due to the percentage of vegetation cover, and the particular categories were allocated the appropriate treatments. Reclamation works are carried out according to the land category, and they include mechanical mowing, as well as spraying the alfalfa with chemicals.

Deforestation of land remaining under the management of ‘Bełchatów’ State Forest District for the purposes of functioning of the ‘Bełchatów’ Lignite Mine

The State Forests (Wola Grzymalina Forest District at the time) made available the first property for drilling in 1972, and the first decision to change the land use denomination – from forest and agricultural land to non-forest and non-agricultural purposes, with an area of 86.77 hectares, was issued by the Minister of Forestry and Wood Industry on 21 August. Land transfer took place successively and gradually, until 1998. Bełchatów Forest District transferred a total of 1403.41 hectares to the mine. Prior to the transfer of forest land, the Forest District was obliged to remove the tree stands on its own (see: photos 5.1 and 5.2) and to clear the stands from the land taken over by the corporation from other properties, designated for the construction of the mine, and as commissioned by the investor.

The first decision by the District National Council of Bełchatów, authorizing the allocation of the area of 195.8 hectares of agricultural and forest land located within the villages of Czyżów, Piaski and Rogowiec for investment, issued in 1973, required the clearing of tree stands by the then Wola Grzymalina Forest District.

In parallel with the deposition of the overburden in the external dumping ground, reclamation continued. Technical reclamation was performed by the Mine, while the biological restoration, preceding the afforestation was carried out in part by the Mine,

and in part by the Bełchatów Forest District, as commissioned by the Mine. The first return of the reclaimed land took place already in 1983, when the area of 14 hectares was returned. The largest area, that is 1025 hectares, was taken over by the Bełchatów Forest District in 1995. At present, the area of the ‘Bełchatów’ Field external dumping ground, which had been transferred to the management of the Bełchatów Forest District, is 1556 hectares.



Photo 5.1. Removal of tree stands before the excavation – State Forests’ Archive
(photo by R. Nowak)

The share of individual species and types of trees (after being taken over by the Forest District, on the external dumping ground, the so-called Kamieńsk Mountain) is as follows:

- | | |
|---|-----|
| • birch (<i>Betula</i>) | 25% |
| • pine (<i>Pinus sylvestris</i>) | 20% |
| • alder (<i>Alnus</i>) | 15% |
| • robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>) | 12% |
| • oak (<i>Quercus</i>) | 7% |
| • poplar (<i>Populus</i>) | 6% |
| • willow (<i>Salix</i>) | 4% |
| • maple (<i>Acer</i>) | 4% |
| • larch (<i>Larix</i>) | 3% |
| • ash (<i>Fraxinus</i>) | 3% |
| • other | 1% |



Photo 5.2. Removal of tree stands to make room for technological line – State Forests’ Archive (photo by R. Nowak)

The Forest Management Plan for 2017–2026 envisages the following:

- maintenance of the existing plantings and afforestation,
- filling-in the gaps,
- thinning.

It is estimated that it will be possible to grow approximately 700 hectares of tree stands in the dumping ground, with the composition corresponding to the existing forest habitats, the remainder maintained with the altered composition, while approximately 15 hectares of the planting area will serve a protective role only.

At present, the Lignite Mine leases 919.77 hectares of land from the Bełchatów Forest District, while the Bełchatów Power Plant leases 230.68 hectares. The area of land leased for the needs of the Bełchatów Lignite Mine is highly variable, due to the enlargement of the ‘Szczerców’ Field excavation field, which is currently absorbing more than 400 hectares of the Kuźnica–Dębina forest complex.

‘Łuszczanowice’ Nature Reserve

The ‘Łuszczanowice’ Nature Reserve was established by the Order of the Minister of Forestry and Wood Industry of 19 April 1979 (MP No. 13, item 77). After the correction resulting from the Regulation No. 50/2010 of the Regional Director for Environmental Protection in Łódź of 17 June 2010 regarding the ‘Łuszczanowice’ nature reserve, the area of the latter presently comprises **41.09 hectares**. The area of the entire reserve is owned by the State Treasury, remaining under the management of PGL State Forests, Bełchatów Forest District. The following sections of the afforested forest land are classified as reserves: 197 m, 198c–j, l, 199g, h, k, and l. Forest management land reserves, which constitute parts of forest divisions and forest roads, are located in sections 198a, b, 199a, f.

Physical-geographic location

According to the physical-geographic division of Poland, the reserve is located in the Central European Lowland, the sub-province of the Central Polish Lowlands, in the macro-region of the South Mazovian Uplands and the meso-region of the Bełchatów Upland (Wysoczyzna Bełchatowska). Bełchatów Upland is located in the watershed between the basins of Warta and Pilica rivers.

Land use history before the establishment of the nature reserve

The tree stands in the nature reserve bear clear traces of the changes that occurred as a result of prior forest management in the area before its establishment. These changes relate primarily to the rather high share of pine. In the past, the wilderness of Łuszczanowice was developed using a log frame and a nesting system with

natural renewal (fir) as well as artificial renewal (pine). As a result of this procedure, the land covered by the current nature reserve protection generally contains mixed forest, with fir-pine or pine-fir tree stands, as well as solid pine stands, sometimes with a slight admixture of birch. Only in a small area, where the most valuable patches of fir stands have been preserved, uneven-aged management is applied.

Current geological and terrain forming processes, subsoil types

The area of the nature reserve is built of mineral geological works, characterized by various levels of compactness. The parent rock is light and sandy clay of the eroded moraine upland.

There are three subsoil types present in the reserve: luvisols proper (Pw)s, podzol brown soils (BRb), and leached brown soils (BRW).

Structure of forest habitat types

According to the “Habitat Foundations of Forest Management” of 2004, one type of habitat was identified: fresh forest – in the first variation of humidity (Lśw1), and in the second variation of humidity (Lśw2).

Forest plant communities

The following are found within the nature reserve: continental mixed pine and oak forest *Quercus roboris-Pinetum*, communities resembling upland mixed fir forest *Abietetum polonicum* (see: photos 6.1 and 6.2), sub-continental typical dry forest *Tilio-Carpinetum typicum*, common dry forest *Tilio-Carpinetum typicum* of *Abies alba* type, a typical dry forest *Tilio-Carpinetum typicum* of a degenerated type with *Pinus sylvestris*, and a typical dry forest *Tilio-Carpinetum typicum*, a degenerated type with *Fagus sylvatica*.

Strategic goal of conservation

The conservation goal of the nature reserve is to preserve the fir-tree ecosystem of natural origin, at the boundary of the fir range.

Operational objectives

1. Maintaining ecological processes conducive to the naturalization of plant communities and creating optimal conditions for the existence and development of the population of the species being protected.
2. Maintaining the native species of trees until their natural death, as well as leaving the whole dead and dying trees – either standing or overturned.

The entire area of the reserve is subject to active protection.

Method of access – walking along designated trails.



Photo 6.1 and Photo 6.2. Community resembling upland mixed fir forest
Abietetum polonicum – State Forests' Archive (photo by T. Urbaniak)

Experimental plot (1/81) – 40-year-old tree stand with the majority of larch, on the ledge of the external dumping ground of ‘Bełchatów’ Field

The construction of the external dumping ground of the ‘Bełchatów’ Field began in 1977, and it was completed by 1994. Its total area is 1483 ha, of which 1165 ha (79%) is located on the slopes, and 318 ha (21%) is on the top plateau. The minimum relative height of the dump is 126 m and its maximum height is 180 m.

The experimental plot (1/81) was established by the AGH Department of Environmental Protection and Development (headed by Prof. Wojciech Krzaklewski) in the spring of 1981, immediately after the formation of the shelf separating level III from level IV of the external dumping ground of ‘Bełchatów’ Field, on overburden substrate, highly differentiated in terms of soil-formation layer (sand, quaternary clay and loam). The area had not been fenced off. The diagram of the experiment is shown in Figure 7.1.

Three-year-old European larch plant material and 2-to-3-year-old material of other species were planted either in mixed rows with other species, or without the mixing, in four variants of species composition. The variants were planted in two experimental blocks, varying in terms of mineral fertilization applied.

Among the species that make up the mixed plantings with the European larch, the following were introduced: silver birch, robinia pseudoacacia (black locust), common beech, grey alder, common oak, and Douglas fir. Their percentage share in each variant was as follows:

Variant III		Variant III		Variant III		Variant III	
Larch	100%	Larch	40%	Larch	40%	Larch	40%
		Birch	30%	Black locust	35%	Alder	35%
		Douglas fir	30%	Beech	25%	Oak	25%

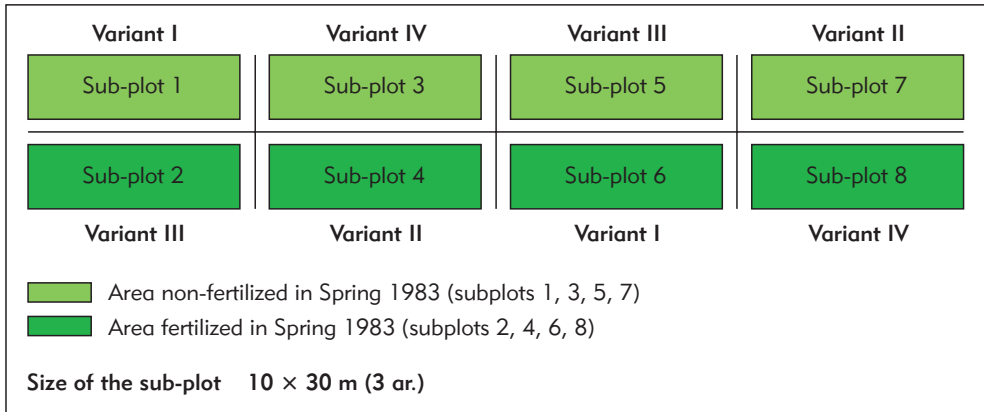


Fig. 7.1. Diagram of the experimental plot 1/81

Mineral fertilization applied

The first mineral fertilization was carried out only in the southern belt of the plots, on sub-plots 2, 4, 6 and 8, in spring 1983. The following types and doses of fertilizers per hectare were used:

- 150 kg of ammonium nitrate (34% N),
- 200 kg of potassium salt (60% K₂O),
- 250 kg of ammonium phosphate (18% N, 46% P₂O₅).

In the next year, 1984, fertilization was already covering the entire area, and the fertilizers were spread using the aerial application (by airplane). Thus, the initially planned differential fertilization was omitted in the further studies.

In 1984–1985, the aerial application method was applied to the entire surface, with mineral components such as ammonium nitrate (34% N), urea (46% N), ammonium phosphate (18% N, 46% P₂O₅), in the following approximate amounts (Krzaklewski 1986):

1984	N	- 95 kg/1 ha
	P ₂ O ₅	- 25 kg/1 ha
1985	N	- 95 kg/1 ha
	P ₂ O ₅	- 25 kg/1 ha

Aerial fertilization from the plane was complemented with manual fertilization, spreading all over the surface:

1984 100 kg Polifoska (8% N, 24% P₂O₅, 24% K₂O),

1985 40 kg of ammonium phosphate,
40 kg Polifoska (NPK).



Photo 7.1. Interior of a tree stand in the experimental plot 1/81 – variant with silver birch
(photo by W. Krzaklewski, 2012)

In the initial period of existence of the discussed experimental plot, unfavourable phenomena occurred. The green Douglas fir, introduced in one variant, was entirely eliminated due to the frosts after the first year, and it was replaced with a supplement of European larch. The growth of oak and beech, on the other hand, was clearly disturbed by the hares' biting upon it (as the plot had no fence). Sporadically, on small fragments, excessive acidification has arisen, resulting in the failure of European larch in these particular patches.

As mentioned previously, a great diversification of soil substrates occurred, ranging from loose sand to loam.

The larch, growing on the experimental plot, was characterized by the following growth characteristics, presented in Table 7.1. The largest dimensions were obtained on sub-plots 1 and 6 (variant I), namely those plots with the single-species plantings of larch. The second best result was obtained on variant II sub-plots (with silver birch), and the smallest size was observed in black locust plantings.

Table 7.1. Diameter at breast height [d], height [h], and valuation class of the European larch (*Larix decidua* Mill.) growing in the experimental plot 1/81 of the external dumping ground of KWB Bełchatów

No. of subplot/variant	2001			2009			2017		
	d _{1,3} [cm]	h [m]	Valuation class	d _{1,3} [cm]	h [m]	Valuation class	d _{1,3} [cm]	h [m]	Valuation class
1/I	14.53	11.90	I	18.01	14.91	I	21.55	19.0	I
2/III	13.24	10.10	II	15.29	11.77	III	20.36	15.8	II/III
3/IV	12.39	11.56	I	15.02	14.08	II	16.56	16.7	II
4/II	10.32	9.24	II	11.43	10.31	III	12.04	12.2	III/IV
5/III	11.54	10.13	II	14.41	12.63	II	18.14	17.1	II
6/I	15.84	11.71	I	20.42	13.18	II	21.60	16.9	II
7/II	12.67	12.04	I	15.50	15.00	I/II	18.10	19.1	I
8/IV	13.01	10.60	I	15.76	14.29	II	19.14	19.9	I

Experimental plots on the afforested fragments of the KWB Bełchatów dumping ground, built of sulphur-containing and overly acidic Miocene features, post-neutralization

The features in the external dumping ground of the 'Bełchatów' Field, which contain excessive amounts of sulphur, according to Krzaklewski occurred on about 3% of the area of the whole dump. Such areas were subject to neutralization, which was most typically carried out using lake chalk. After neutralization, such areas were subjected to afforestation. The pine stands in question are growing on overly acidified sandy features, containing an excess of sulphur, neutralized by lake chalk in the amount of about 40 t/ha, and located in the upper part of the 'Bełchatów' Field external dumping ground (see: Photo 8.1).

The age of pine growing in the said area is now 19 years. Its average height was only 1.54 m in 2010, which indicated growth valuation class of IV (see: Table 8.1). At present, the growth parameters of common pine indicate growth valuation class of IV/V.

The soils on which the pine is growing (see: photo 8.2) are classified according to the Polish Soil Classification (2000) as undeveloped technosols (AUi). According to WRB classification (2006), these soils can be classified as Urbic Anthrosol type. The studied soil was characterized by the following structure: Olf (initial organic level with the beginning of humus) – AinCan (anthropogenic initial organic-mineral

level with the characteristics of the parent rock) – Can (anthropogenically tailed and mixed parent rock level).



Photo 8.1. Pine growing in sandy features containing an excess of sulphur, neutralized with lake chalk (photo by M. Pietrzykowski, 2010)

Table 8.1. Age, average height [m], average thickness at collar root [$d_{0,05}$, m] and valuation class of common pine growing in the upper part of the ‘Bełchatów’ Field external dumping ground

Year of study	Age [years]	Average height [m]	Average thickness at collar root [$d_{0,05}$, m]	Valuation class
2010	12	1.54	4.28	IV
2017	19	2.12	5.23	IV/V

In the case of these soils, the parent rock consists of Miocene sandy features, carbonated, containing an excessive amount of sulphur, and overly acidic, that had been neutralized with the application of lake chalk. In the profile of these soils, there are often lignite admixtures or poorly mixed inserts of lake chalk. These features are olive-brown, mottled grey or brownish-red, often with rusty streaks. The lignite fragments are black-brown, while the lumps of lake chalk are creamy white. Few roots were observed in the profile, usually to a depth of 0.5 m.

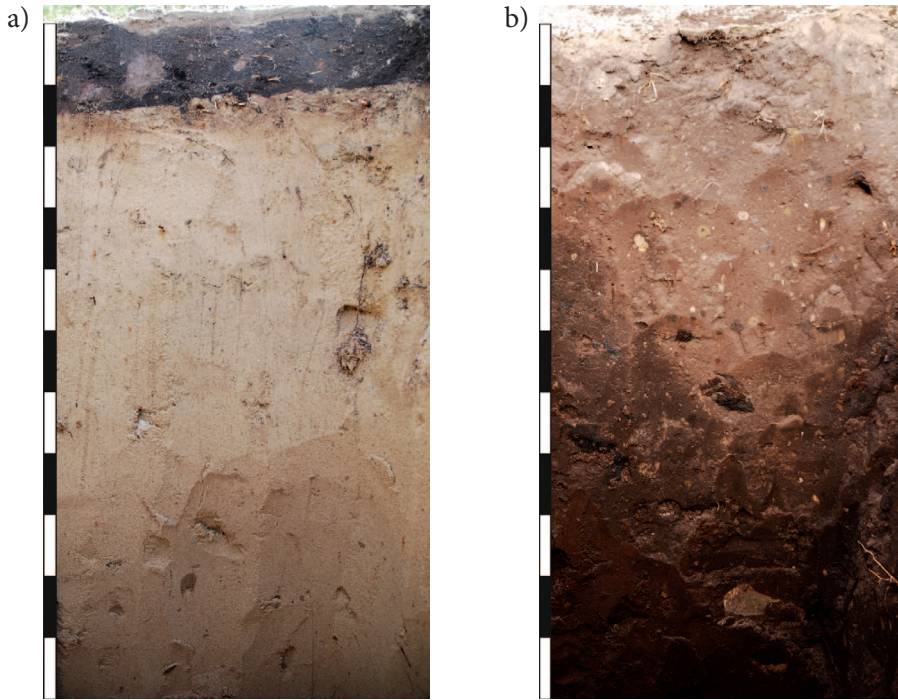


Photo 8.2. Examples of technosol soil profiles of the undeveloped type (AU_i), formed on the acidic Miocene features, neutralized with lake chalk:
 a) soil on which pine depicted in photo 8.1 was growing, with a clearly visible sandy layer contrasting against the highly carbonated surface layer – averaged properties given in Table 8.2; b) soil profile with deep-seated Miocene features, on which pine stands were growing (photo by M. Pietrzykowski, 2010)

Table 8.2. Average values of selected physicochemical properties of the soil with excessive sulphur content, after the neutralization with lake chalk (see: photo 8.2a)

Depth [cm]	Level	Sand	Dust	Loam	pH		V	Carbonates	C	N	S
		[%]			H ₂ O	KCl	[%]				
+2-0	Olf	n.d.	n.d.	n.d.	5.4	4.9	n.d.	n.d.	31.4	0.398	0.04
0-8	AinCan	87	4	9	5.9	5.2	51.8	0.1	0.73	0.032	0.02
8-50	Can	92	3	5	6.3	5.9	59.5	1.6	0.56	0.028	0.01
50-110	Can	87	5	9	6.4	6.0	64.3	1.6	0.85	0.030	0.02
110-150	Can	92	3	5	6.1	5.9	62.2	1.3	0.43	0.027	0.03

Explanation: V% - degree of saturation of the sorption complex with alkali; n.d. - not determined

Prior to the neutralization of these features, their pH was about 3.0–3.5 in H₂O. After the neutralization of the initial organic levels (O_{lf}) of the studied soils, the pH indicator was acidic, about 5.0 in H₂O; whereas the pH of the soils in mineral levels on the Miocene carbonated features was either slightly acidic or acidic (pH_{KCl} in the range of 5.2 to 6.0) (see: Table 8.2). The degree of saturation of the sorption complex with alkaline cations (V%) of soils ranged from 51.8% to 64.3% (see: Table 8.2). Lake chalk has had a beneficial effect on the improvement of the initial sorption properties. For these soils, the content of C_{org.} was variable in the profile, and in deeper mineral levels it still remained high – up to 0.85% (Can level: 50–110 cm) (see: Table 8.2), which is related to the presence of lignite and the so-called Neogene coal. This is a characteristic feature of landfill sites after lignite mining.

Reclamation for leisure function

External dumping ground of the 'Bełchatów' Field, the so-called Kamieńsk Mountain, was built from the overburden, using spreaders with a volume of 1.4 billion cubic meters above the lignite deposit, which consisted of sand, gravel, clay and loam collected from the open-pit of the 'Bełchatów' Field. The reclaimed Kamieńsk Mountain is the best proof for the fact that terrain changes associated with opencast mining operations are transitory, and do not necessarily adversely affect the underlying processes of biological life, while the post-mining area may be successfully restored to its previous function or to another economic activity.

The rich offer of summer tourism and winter sports has made Kamieńsk Mountain famous throughout the country. The Sport and Recreation Centre of Kamieńsk Mountain is a ski resort that attracts the amateurs of this sport with the longest slope in central Poland, and with accompanying facilities, which are the envy of many a mountain resort. The ski route boasts the length of 760 meters and its width ranges from 30 to 150 m (see: Photo 9.1). The difference in altitudes is 123 m. The slope – as is appropriate for a modern facility of this kind – is 100% illuminated, which enables the visitors to enjoy skiing until late evening hours. Naturally, the routes are snowed and levelled on a daily basis.

For the convenience and satisfaction of the skiers, the ski slope is equipped with three ski lifts:

- a four-person cable car with a moving walkway of 723 m in length and capacity of about 2000 passengers per hour,

- a plate lift with a length of about 700 meters and a capacity of about 800 passengers per hour,
- a plate lift for beginner skiers with a length of about 160 meters and capacity of about 300 passengers per hour.



Photo 9.1. View of a ski slope on the external dumping ground of 'Bełchatów' Field
 – Archive of the KWB Bełchatów

In summer the resort also provides a large dose of adrenaline. The slopes of Kamięńsk Mountain become primarily cycling routes. The designated paths of varying degrees of difficulty encourage trips on two wheels. Bicycle routes, which have been linked with Bełchatów town, have a total length of 60 km. The beautiful bicycle path passing through Słok and Wawrzkowizna leads us to the lower station of the hill, where an educational path starts that was created in cooperation with the Bełchatów Forest District. The WIEGAND toboggan run, about 1000 m long (370 meters' approach and 630 meters downhill) is particularly popular with children.

There is also an amusement park within the sports and leisure complex. Park attractions are a great way to spend free time – for children and adults alike. An incredible thrill of excitement is guaranteed at the golden-bungee and the climbing wall, while kids are having great fun on the inflatable slides. Plus all of these attractions offer great views over the ski slope. At the lower station of the cable car you will also find: a large free-of-charge parking lot, ticket offices, a ski rental and service shop, a sports shop and a restaurant.

Built by the Mining Company on the outer pit of the 'Bełchatów' Field, the Sport and Recreation Centre of Kamięnsk Mountain is an attractive holiday destination for the inhabitants of the region. Turnout in winter, depending on skiing conditions, is up to 150 thousand skiing and snowboarding enthusiasts. In summer, about 20 thousand guests enjoy the attractions of the Kamięnsk Mountain.

Redaktor Naczelny / Editor in Chief
Prof. dr hab. inż. Józef Bieniek

Redaktor Naukowy / Scientific Editor
Dr inż. Marek Pająk

Projekt graficzny okładki / Cover design
Dr hab. inż. Grzegorz B. Durło

Opracowanie redakcyjne i korekty / Copy-editing and proof-reading
Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Publishing House of the University of Agriculture in Krakow

Skład i łamanie / Layout
Wojciech Prażuch

ISBN 978-83-64758-55-3

Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
31-425 Kraków, al. 29 Listopada 46
tel. (12) 662 51 57, 662 51 59
e-mail: wydawnictwo@ur.krakow.pl
www.wydawnictwo.ur.krakow.pl

Publishing House of the University
of Agriculture in Krakow
31-425 Kraków, al. 29 Listopada 46
Phone (+ 48 12) 662 51 57, 662 51 59
e-mail: wydawnictwo@ur.krakow.pl
www.wydawnictwo.ur.krakow.pl

ISBN 978-83-64758-55-3



9 788364 758553