



# Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych

Reclamation and revitalization  
of demoted areas

red. Grzegorz Malina

Poznań, 2013



# **Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych**

**Reclamation and revitalization  
of demoted areas**

red. prof. Grzegorz Malina

**Poznań, 2013 r.**

## **SPIS TREŚCI**

### **RODZIAŁ I / CHAPTER I**

#### **PRAWNE ASPEKTY OCHRONY POWIERZCHNI ZIEMI**

#### **LEGAL ASPECTS OF LAND PROTECTION**

1. **Marek GÓRSKI**  
Zgoda na wytwarzanie odpadów w nowych przepisach o odpadach  
**Consent to the generation of waste in the new regulations on waste . . . . . 11**
2. **Maciej NAROŻNY, Tomasz GÓRECKI,  
Krystian EITNER, Włodzimierz URBANIAK**  
Eksploracja danych europejskiej bazy danych AirBase  
**Data mining from european AirBase database . . . . . 19**
3. **Beata RASZKA, Krzysztof KASPRZAK**  
Non-economic ecosystem services in landscape parks. Essay: Ecology and  
environmental protection – permeation  
**Pozaeconomiczne świadczenia ekosystemów w parkach krajobrazowych. Esej:  
Ekologia i ochrona środowiska – przenikanie . . . . . 31**

### **RODZIAŁ II / CHAPTER II**

#### **REMEDIACJA GRUNTÓW I WÓD PODZIEMNYCH**

#### **REMEDIATION OF LAND AND GROUNDWATER**

1. **Piotr GRZESIAK, Janusz ROSADA**  
Nowoczesne procesy technologiczne a możliwość zintegrowanej produkcji rolniczej  
na terenach uprzemysłowionych  
**Modern technological processes, and the possibility of integrated agricultural  
production in industrialized areas . . . . . 39**
2. **Mariusz KALISZ, Janusz KRUPANEK**  
Remediacja biochemiczna terenów zanieczyszczonych olejami napędowymi  
rezultaty projektu UPSOIL  
**Biochemical remediation of sites contaminated by petroleum hydrocarbons  
results of the UPSOIL project . . . . . 59**

3.	<b>Barbara KOŁWZAN, Andrzej M. DZIUBEK, Kazimierz GRABAS Grzegorz PASTERNAK, Justyna RYBAK</b> Mikrobiologiczne wspomaganie procesów oczyszczania środowiska gruntowo- wodnego <b>Microbial enhancement of soil and groundwater remediation</b> . . . . .	73
4.	<b>Jerzy MAŃKOWSKI, Andrzej KUBACKI, Jacek KOŁODZIEJ, Irena PNIEWSKA, Przemysław BARANIECKI</b> Nowa metoda rekultywacji terenów zdegradowanych w rejonie KWB Konin z zastosowaniem uprawy konopi włóknistych <b>New remediation method of degraded land by cultivating industrial hemp: The lignite mine ‘Konin’ case study</b> . . . . .	85
5.	<b>Franklin OBIRI-NYARKO, Tomasz KASELA, Grzegorz MALINA</b> Feasibility study on sustainable remediation of BTEX and heavy metals contaminated groundwater using permeable reactive Multi-barrier systems: The Tuczepe case study <b>Ocena możliwości wykorzystania przepuszczalnych Multibarier aktywnych do zrównoważonej remediacji wód podziemnych zanieczyszczonych BTEX i metalami ciężkimi w rejonie Tuczepe</b> . . . . .	91
6.	<b>Elżbieta RADZYMIŃSKA-LENARCIK, Włodzimierz URBANIAK</b> Separacja jonów Co(II), Ni(II), Cu(II) i Pd(II) metodą ekstrakcji rozpuszczalnikowej <b>Separation of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Pd(II) ions by solvent extraction</b> . . .	105
7.	<b>Anna TKACZYŃSKA (D. SZEWCZYK), Paweł SZEWCZYK</b> Wpływ $H_2$ na wzbudzenie bakterii redukujących siarczany (SRB) i biowytrącanie wybranych metali ciężkich w środowisku wodno-gruntowym <b>The impact of <math>H_2</math> on SRB stimulation and bioprecipitation of selected heavy metals in saturated zone</b> . . . . .	119
8.	<b>Iwona ZAWIERUCHA, Grzegorz MALINA</b> Zastosowanie zeolitu do usuwania metali ciężkich z wód podziemnych w technologii przepuszczalnych barier aktywnych <b>Removal of heavy metals from groundwater using permeable reactive barriers with zeolite</b> . . . . .	129

### RODZIAŁ III / CHAPTER III

#### ZRÓWNOWAŻONA REWITALIZACJA TERENÓW ZDEGRADOWANYCH SUSTAINABLE REVITALISATION OF DEMOTED AREAS

1.	<b>Janusz KRUPANEK, Mariusz KALISZ, Beata MICHALISZYN, Justyna GORGON</b> Podstawy zrównoważonego przekształcania megaobiektów na przykładzie terenu powojkowego – Projekt TIMBRE <b>Sustainable redevelopment of mega-site in the case of postmilitary site – The TIMBRE project</b> . . . . .	145
2.	<b>Grzegorz MALINA</b> Sustainable remediation and ‘Technology trains’ in the holistic brownfields re-development management: The EU HOMBRE project <b>Zrównoważona remediacja i „pociągi technologiczne” w holistycznym zarządzaniu rewitalizacją terenów zdegradowanych europejski projekt HOMBRE</b> . . . . .	161



3. **Tadeusz SZKLARCZYK**  
Modelowanie numeryczne hydrodynamiki i transportu mas jako narzędzie do oceny i likwidacji zagrożenia wód podziemnych w zintegrowanym zarządzaniu terenami zdegradowanymi  
**Numerical fate and transport modeling as a tool of groundwater risk assessment and reduction in an integrated brownfields management . . . . .** 175
4. **Leszek TRZAŚKI, Agnieszka GIEROSZKA, Małgorzata MARKOWSKA, Andrzej DAWIDOWSKI**  
Wieloaspektowa rewitalizacja obszarów miejskich na przykładzie miejskich przestrzeni nadrzecznych – projekt REURIS  
**Multi-faceted revitalization of the urban river spaces – The EU REURIS project . . . . .** 199

#### **RODZIAŁ IV / CHAPTER IV**

#### **ANALITYKA JAKO NARZĘDZIE WSPARCIA I KONTROLI W PROCESACH REMEDIACYJNYCH**

#### **ANALYSIS AS A SUPPORT AND CONTROL TOOL IN REMEDIATION PROCESSES**

1. **Krzysztof PAWŁOWSKI, Leszek MIROŚLAW**  
Monitoring emisji w zakładach termicznego przekształcania odpadów  
**Monitoring of emissions from waste thermal treatment installations . . . . .** 213
2. **Wiesław WASIAK, Jacek FALL**  
Symulowana destylacja – techniki i metody chromatografii stosowane w jej oznaczeniu  
**Simulated distillation – chromatography techniques and methods used in its determination . . . . .** 223
3. **Krzysztof PAWŁOWSKI**  
Techniczne możliwości pomiarów skażenia w badaniach środowiskowych powietrza, wody i gleby przy pomocy GC Znose i detektorów PID  
**Technical possibilities of contamination measurements in air, water and soil with use of GC Znose and PIDs . . . . .** 249

**Jerzy MAŃKOWSKI, Andrzej KUBACKI, Jacek KOŁODZIEJ, Irena PNIEWSKA,  
Przemysław BARANIECKI**

*Instytut Włókien Naturalnych I Roślin Zielarskich w Poznaniu*

## **NOWA METODA REKULTYWACJI TERENÓW ZDEGRADOWANYCH W REJONIE KWB KONIN Z ZASTOSOWANIEM UPRAWY KONOPI WŁÓKNISTYCH**

**NEW REMEDIATION METHOD OF DEGRADED LAND  
BY CULTIVATING INDUSTRIAL HEMP:  
THE LIGNITE MINE 'KONIN' CASE STUDY**

*The methods of land remediation left by the strip mining are little efficient. The area of truly remediated land returned to agriculture is small. Remediation without intensification of agricultural treatments can take tens, even hundreds of years. It is quite disturbing, taking into account the plans of future coal mining activities in new areas in Poland. Practically, the land remediation will be conducted based on cultivation of two pioneer crops: industrial hemp yielding high biomass and alfa-alfa able to assimilate nitrogen by symbiosis with rhizobia. Whole biomass produced will be moved and ploughed. Combination of hemp producing a lot of straw containing mainly coal, oxygen and hydrogen with alfa-alfa reach in nitrogen and leaving produced organic matter as a green manure will create kind of biological composite in the soil. An innovative model of biological composite will stimulate humus build-up, increase the content of nutrients in the soil, improve the water-air ratio and create a favorable conditions for soil microflora development which make the soil productive. The process of remediation will include aeration and liming of low pH post mining land and intensive mineral fertilization. Systematic agricultural treatments will allow for removal of post mining stones and boulders hampering agricultural activities. The Life + project 'New Remediation Method of Degraded Land by Cultivation of Industrial Hemp in the Region of Lignite Mine Konin' will allow to implement the innovative method of remediation of areas degraded as the effect of strip mining.*

### **1. Wprowadzenie**

Dotychczasowe sposoby rekultywacji gruntów po kopalniach odkrywkowych są mało skuteczne. Ilość prawdziwie przywróconych rolnictwu gruntów w Polsce jest bardzo mała. Rekultywacje bez intensywnych zabiegów rolniczych może trwać dziesiątki a nawet setki lat. Jest to dość niepokojące, biorąc pod uwagę plany przyszłej działalności górnictwa węgla brunatnego i kamiennego na terenie naszego kraju. W praktyce zakłada



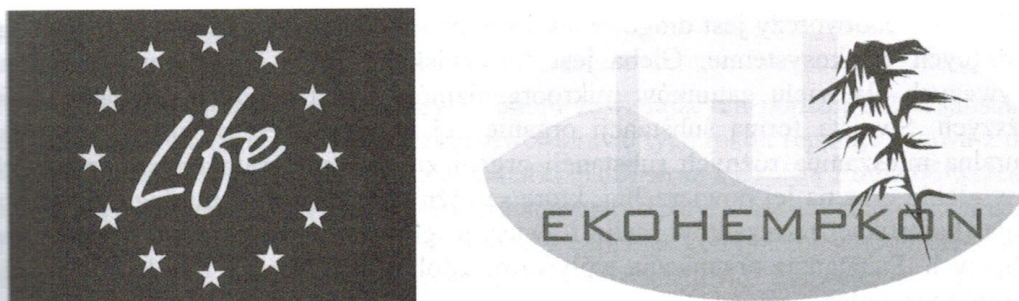
się rekultywację gruntów poprzez uprawę w płodozmianie dwóch pionierskich roślin, tj. konopi włóknistych; dających dużą masę słomy oraz lucerny siewnej; posiadającej w symbiozie z bakteriami brodawkowymi zdolność wiązania wolnego azotu. Całość wytworzonej masy organicznej trafia do gleby po skoszeniu i zaoraniu. Połączenie w płodozmianie uprawy konopi; wytwarzającej dużo słomy o przeważającym składzie celulozy zawierającej węgiel, tlen i wodór z uprawą lucerny; bogatej w zawartość azotu oraz pozostawienie wytworzonej substancji organicznej jako nawozu zielonego, stworzy w glebie swoisty kompozyt biologiczny. Układ kompozytu biologicznego będzie stymulował powstawanie próchnicy i zwiększał zasobność w składniki pokarmowe, poprawi stosunki wodno – powietrzne oraz spowoduje warunki do namnażania się mikroorganizmów glebowych, bez których obecności gleba nie może być urodzajna. W procesie rekultywacji przewiduje się odkwaszenie, przewietrzenie kwaśnych gruntów pokopalnianych oraz intensywne nawożenie mineralne. W czasie prac będą systematycznie usuwane kamienie i głązy pokopalniane utrudniające prowadzenie prac rolnych. Podjęty przez Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich (IWNiTZ) w Poznaniu, w październiku 2012 projekt pt. Nowa metoda rekultywacji terenów zdegradowanych w rejonie KWB Konin z zastosowaniem uprawy konopi włóknistych, w ramach programu Life +, pozwoli na wdrożenie innowacyjnej metody rekultywacji terenów zdegradowanych w wyniku działania kopalni odkrywkowych.

## 2. Projekt europejski EKOHEMPKON

LIFE+ jest instrumentem finansowym Unii Europejskiej, koncentrującym się na współfinansowaniu projektów w dziedzinie ochrony środowiska. Głównym celem programu jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja polityki ochrony środowiska oraz identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących ochrony środowiska.

W roku 2012 Komisja Europejska na mocy rozporządzenia WE nr 614/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady przyznała wsparcie finansowe wnioskowi projektowemu nr LIFE11 ENV/PL/000445. Od października 2012 IWNiRZ realizuje w ramach w/w programu oraz przy równoczesnym wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, projekt pt. „Rekultywacja terenów zdegradowanych w rejonie BWB Konin z zastosowaniem konopi włóknistych”. Projekt ten o akronimie EKOHEMPKON (rys. 1). przewidziany jest do realizacji w okresie od 01.10.2012 do 30.09.2018 roku. Współbeneficjentem projektu jest Spółdzielnia Kółek Rolniczych w Kazimierzu Biskupim. Podjęta przez IWNiRZ w Poznaniu, inicjatywa złożenia wniosku projektowego, o wsparcie w ramach unijnego mechanizmu finansowego LIFE +, otrzymała wcześniej poparcie Władz Gminnych Kazimierza Biskupiego oraz Urzędu Miasta i Gminy Kleczew a także KWB „Konin” w Kleczewie S.A. Miejsmem realizacji projektu są tereny pogórnice KWB „Konin” w miejscowości Kazimierz Biskupi, województwo Wielkopolskie.





Rys. 1. Logotypy programu Life+ oraz realizowanego projektu EKOHEMPKON

Fig. 1. Logos of EU Life+ programme and the EU founded EKOHEMPKOM project

Po rekultywacji terenów pokopalnianych w projekcie, przewiduje się utworzenie modelowego systemu pokazującego możliwości zarówno rekultywacji terenów zdegradowanych jak i obrazującego późniejsze wykorzystanie terenów zrehabilitowanych do uprawy roślin przemysłowych, wykorzystywanych do ekologicznej produkcji masy celulozowo - papierniczej, surowców budowlanych, materiałów kompozytowych oraz surowców energetycznych.

Do rekultywacji zostaną zastosowane w płodozmianach dwie rośliny, tj. konopie włókniste i lucerna siewna. Realizacja projektu pozwoli przywrócić tereny zdegradowane rolnictwu. Utworzenie pokazowego obiektu rekultywacji wpłynie na poprawę sytuacji środowiskowej w rejonie odkrywki Kazimierz Biskupi. Uprawiane rośliny zmniejszą bowiem ilość zanieczyszczeń pyłowych oraz obniżą emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery. Przywrócenie do użytku terenów pokopalnianych pozwoli na odrodzenie siedlisk ptaków oraz owadów.

Ważnym atutem rozwiązania jest wytworzenie na glebach zdegradowanych dużej ilości biomasy, która w trakcie rekultywacji będzie wykorzystywana do odtworzenia próchnicy w glebie. W przyszłości słoma konopna będzie cennym surowcem do różnych zastosowań.

### 3. Tereny zdegradowane

W czasie przygotowania złoża do eksploatacji oraz w trakcie wydobycia węgla brunatnego konieczne jest wykonanie odwodnienia wyrobiska, tak aby woda nie przeszkadzała w procesie wydobywczym. Po osuszeniu terenów odkrywki usuwa się nakład, tj. warstwę o grubości kilkudziesięciu metrów materiału skalnego wraz z infrastrukturą, szatą roślinną i glebową. Kolejnym etapem jest wydobycie węgla. Po wydobyciu pozostaje martwe wyrobisko, które w miarę posuwania się odkrywki za złożem jest zasypywane materiałem z nakładu. Powierzchnia terenu zostaje wyrównana, ale tak powstały obszar nie posiada w pełni wykształconej gleby, ponieważ zawartość próchnicy jest śladowa. Gleba powinna być biologicznie czynną warstwą powierzchniową, składającą się z cząstek mineralnych, organicznych i organiczno -mineralnych, o różnym stopniu rozdrobnienia. Faza stała, ciekła i gazowa powinny stwarzać korzystne warunki do rozwoju roślin oraz fauny i flory glebowej.



Proces glebotwórczy jest długotrwały i stanowi nieodłączny element przemian zachodzących w ekosystemie. Gleba jest środowiskiem życia i źródłem składników odżywczych dla wielu gatunków mikroorganizmów i podziemnych organów roślin wyższych. Swoistą formą substancji organicznej w glebie jest próchnica. Jest ona naturalną mieszaniną różnych substancji organicznych i mineralnych gromadzących się w glebie oraz na jej powierzchni, które są różnymi stadiami naturalnego przetworzenia (humifikacji) szczątków roślin i zwierząt, głównie pod wpływem organizmów glebowych. Substancja organiczna wpływa na zdolności sorpcyjne i na kształtowanie się zasobności gleb.

W wyniku odkrywkowej działalności górniczej, wytworzona przez setki a nawet tysiące lat warstwa uprawna powierzchni ziemi jest niszczona. Kopalnia odkrywkowa powoduje również ogromne spustoszenie wśród fauny. Znikają naturalne siedliska prawie wszystkich ptaków, w tym gatunków chronionych oraz owadów również tych, które mają ogromną rolę w zapylaniu upraw roślinnych.

W złożu Kazimierz Biskupi, gdzie realizowane jest przedsięwzięcie w ramach projektu, dla pozyskania warstwy węgla o grubości 6,6 m trzeba było usunąć 47,5 m nakładu (fot. 1). Zgodnie z obowiązującymi przepisami tereny pokopalniane muszą być poddane rekultywacji w ten sposób, aby przywrócić im pierwotną zdolność produkcyjną i zlikwidować ujemne skutki działalności górniczej.



Fot. 1. Obszar przed rekultywacją

Fot. 1. Studied area before reclamation

Jednym z kierunków zagospodarowania zrehabilitowanych gruntów jest ich rolnicze wykorzystanie. Realizacja projektu pozwoli na przywrócenie do rolniczej działalności terenów pokopalnianych cechujących się zdegradowaną glebą, poprzez uprawę roślin fitosanitarnych o przewadze konopi włóknistych.



#### 4. Konopie włókniste

W Polsce dopuszczona jest uprawa konopi zawierających poniżej 0,2% substancji halucynogennych czyli  $\Delta^9$ THC. Szczegółowo uprawę tych roślin reguluje ustawa z dnia 24 kwietnia 1997 roku o przeciwdziałaniu narkomanii wraz z Ustawą z dnia 06 września 2001 roku o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii oraz zmianie innych ustaw (Dz. U. nr 125 poz. 1367) [1]. Plantator chcący uprawiać konopie musi podpisać umowę kontraktacyjną z podmiotem gospodarczym, posiadającym zezwolenie wojewody właściwego dla miejsca położenia plantacji oraz mieć zezwolenie wójta lub burmistrza (prezydenta miasta) właściwego dla lokalizacji uprawy.

Konopie w porównaniu z innymi roślinami rosną bardzo szybko. W pełni kwitnienia osiągają maksymalne dzienne przyrosty, a pełnię wzrostu wraz z zakończeniem kwitnienia. Wytwarzają około 10-15 t biomasy na powierzchni 1 hektara. Wydajność energetyczna biomasy konopi wynosi ok 260 GJ/ha [2], a ponadto z prowadzonych badań wynika, że 1 ha upraw konopi wiąże ok. 2,5 tony  $\text{CO}_2$  z atmosfery, co wpływa na obniżenie efektu cieplarnianego.



Fot. 2. Konopie siewne

Fot. 2. Industrial hemp

Konopie włókniste (fot. 2) są jedną z najstarszych roślin uprawnych. Charakteryzują się wyjątkowo dużą plastycznością biologiczną. Rosną w różnych warunkach geograficzno-klimatycznych. Są rośliną jednoroczną wydającą bardzo wysoki plon suchej masy. Posiadają silny system korzeniowy typu palowego, wrastający prostopadle do głębokości 1,0 – 1,5 m, szczególnie na glebach mineralnych. Tak silny system korzeniowy, powoduje po jego obumarciu, wytworzenie kanałów pionowych w zbitej warstwie iłów i glin [3]. Łodygi charakteryzują się dużą wysokością dochodzącą do 3 – 4 m, tworząc kształt rurowy z rdzeniem powietrznym w środku. Aby tak wysokie łodygi nie łamały się, natura wyposażyła konopie w zdolność wytwarzania długich mocnych włókien celulozowych, tworzących w roślinie sztywną konstrukcję. Otoczone są one hemicelulozą i ligniną, polimerami, które pełnią funkcję krzyżulców kratownicy,



usztyniają i integrują całość. Dodatkowo struktury te, są sklejone pektynami. Zawartość celulozy i substancji celulozopodobnych w suchej masie łodyg konopi wynosi 70-75% [3]. W/w substancje posiadają strukturę krystaliczną i trudno ulegają rozkładowi chemicznemu i biologicznemu.

Wszystkie te cechy konopi zostaną wykorzystane do tworzenia zaczątków próchnicy na jałowych terenach pokopalnianych. Zakłada się, że słoma konopna po skoszeniu będzie zaorywana na różne głębokości np. 20 i 30 cm. Przyorane rośliny stanowią będą biologiczne rusztowanie dla namnażania się flory i fauny glebowej. W czasie zabiegów agrotechnicznych zostaną umieszczone pod powierzchnią gruntu.

Połączenie w płodozmianie uprawy konopi dającej duży plon celulozy, w skład której wchodzi węgiel, tlen i wodór z uprawą lucerny wytwarzającej dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi dużo azotu, stanowi swoisty kompozyt biologiczny ułatwiający stosunkowo szybkie tworzenie próchnicy, co jest jednym z głównych celów projektu.

Uprawiana po konopiach lucerna będzie swoimi pionowymi korzeniami przerastać przyorane, stopniowo humifikujące się konopie. Zintensyfikuje to namnażanie się i aktywność mikroorganizmów glebowych, mających zasadnicze znaczenie przy tworzeniu próchnicy.

## 5. Podsumowanie

Zgodnie z założeniami autorów projektu, utworzony w ramach działań projektowych modelowy system rekultywacji terenów pokopalnianych, przedstawia jedną z alternatywnych dróg rekultywacji zdegradowanych gruntów przywracając urodzajność, a także możliwości późniejszego wykorzystania pokopalnianych, zrekultywowanych terenów dla uprawy roślin przemysłowych do różnorodnych zastosowań. Zdaniem autorów projektu nowa metoda rekultywacji, poprzez uprawę konopi włóknistej i lucerny, winna zwrócić uwagę interesariuszy związanych z ochroną przyrody i energią odnawialną.

## Bibliografia

- [1] Grabowska, L. Warunki uprawy konopi włóknistych w Polsce: *Biuletyn Informacyjny PiliK Len i konopie* nr 2, 2004
- [2] Kołodziej, J. Efektywność energetyczna konopi w zależności od czynników agrotechnicznych: Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2009 (niepublikowane)
- [3] Mańkowski, J., Kubacki, A., Kołodziej, J., Pniewska, I. Rekultywacja terenów zdegradowanych w wyniku działania kopalni odkrywkowych: *Biuletyn Informacyjny PiliK Len i konopie* nr 20, 2008