

ANDRZEJ PAULO\*

## **Przyrodnicze ograniczenia wyboru kierunku zagospodarowania terenów pogórnich**

### **Wprowadzenie**

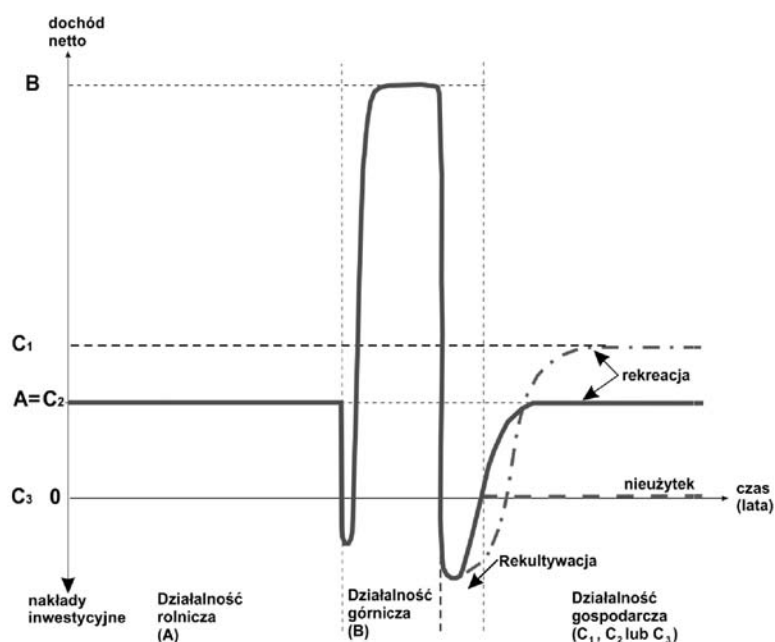
Górnictwo zmierza do osiągnięcia korzyści gospodarczych i społecznych kosztem wyczerpania złóż, które są nieodnawialnymi zasobami środowiska. Przez stulecia było motorem rozwoju regionów i państw, lecz z reguły doprowadziło do istotnych zmian przyrodniczych w otoczeniu kopalni i pozostawiło po sobie obszary zdegradowane. Doświadczenia z ich ponownego zagospodarowania rzadko sięgają półwiecza, a przy tym obfitują w niepowodzenia z powodu nadmiernych kosztów lub nie osiągnięcia deklarowanego celu. Autor przedstawił fragmenty wykładu „Zagospodarowanie obszarów pogórnich” dla studentów Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, który został zainicjowany około 10 lat temu. Jest on oparty na doświadczeniach krajowych i zagranicznych.

Zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju wyczerpanie złoża powinno przyczynić się do trwałego wzbogacenia regionu, tj. nie tylko świadczenia renty górniczej przez czas wydobywania kopaliny, lecz również ustanowienia nowego użytku na terenie pogórnym, jego rewitalizacji lub renaturyzacji. Należy przyjąć, że eksploatacja złoża jest uzasadniona, jeśli zysk netto zakładu górniczego oraz wartość regionu zawierającego złoża będą nie mniejsze po zakończeniu działalności górniczej od wartości tego obszaru przed podjęciem eksploatacji (rys. 1).

W Europie wybierano zwykle rekultywację biologiczną w kierunku rolnym i leśnym lub wodną. Warunki przyrodnicze, niezbędne do powodzenia każdego z tych kierunków są już nieźle poznane ale często nie docierają do świadomości administracji lokalnej. Deklarowanie rekultywacji pomaga w akceptacji społecznej ocen oddziaływania na środowisko

---

\* Prof. dr hab. inż., Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: paulo@geol.agh.edu.pl



Rys. 1. Dochód z użytkowania terenu w dolinie Soły, który zmieniał swe funkcje A i B i w przyszłości ma być zagospodarowany w kierunku wodnym (C) przewidywany dochód z łowiska wędkarskiego jest niski (C3), natomiast z kąpieliska, zależnie od urządzenia, co najmniej równy uprawom rolnym (C2-C1) (na podstawie Olęcka 2007)

Fig. 1. Profits from changing land-uses in Sola Valley (based on Olecka 2007)

A – agriculture, B – aggregate mining, C – post-mining water basins: payable services – C1, C2 multifunctional recreation grounds, C3 fishing ponds (note low profits) or wasteland

i uruchomieniu nowych inwestycji górniczych. O odbudowie życia biologicznego decydują czynniki przyrodnicze omówione w tym artykule (tab. 1 i 2).

Alternatywą do rekultywacji są kierunki, w których czynnik biologiczny jest drugorzędny, jak zagospodarowanie przemysłowe, osiedlowe, usługowe, składowiska odpadów, tereny rekreacyjno-sportowe, turystyczno-edukacyjne, obiekty kulturowe czy kompozycje krajobrazowe. Wybór tych kierunków lub komponowanie abiotycznych elementów gospodarczych z użytkami rolnymi i leśnymi też jest wymuszany określonymi warunkami przyrodniczymi (Paulo 2005). Oprócz nich działają uwarunkowania antropogeniczne: ogólno-ekonomiczne, społeczne, kulturowe, formalno-prawne i techniczno-technologiczne związane z użytkowaniem, wymagające oddzielnego omówienia.

Przedsiębiorca górniczy powinien już na etapie PZZ przewidzieć docelowe zagospodarowanie terenów, tak by rozważyć szeroki wachlarz możliwości ukształtowania wyrobisk i zwałowisk w toku eksploatacji złoża (Prawo GiG 1994; Warhurst, Noronha 2000). Chociaż plany tworzy się przed pełnym rozpoznaniem zmienności złoża i warunków geologiczno-górniczych, a w toku eksploatacji wprowadzane są konieczne zmiany, to po zakończeniu wydobywania nadal istnieje pewien zakres elastyczności decyzyjnej i może się

TABELA 1

Potencjał użytkowania terenów pogórnicych (Coppin, Bradshaw 1982)

TABLE 1

Potential uses of post-mining grounds (Coppin, Bradshaw 1982)

Użytki alternatywne	Wyrobiska				Zwałowiska	
	głębokie		płytkie		zestop- niowane	spozio- mowane
	suche	zawodnione	suche	zawodnione		
Powrót do użytku pierwotnego	O	O	+	O	O	+
Rolne	O	O	+	O	O	++
Hodowla ryb	O	+	O	++	O	O
Leśne	O	O	++	O	+	++
Rekreacyjno-sportowe	+	+	++	++	O	+
Wypoczynkowe i parki	++	+	++	++	+	+
Retencja wody komunalnej i przemysłowej	O	+	O	+	O	O
Ochrona przyrody	+	+	+	+	+	+
Składowiska odpadów	+	O	+	O	(+)	(+)

O – brak możliwości, + – potencjał mały, (+) – po specjalnych zabiegach, ++ – potencjał duży

zdarzyć zmiana jednego celu na inny. Pociąga to jednak znaczne koszty, dlatego zaleca się respektowanie ustaleń wstępnych, gdy jest to tylko możliwe. Administracja terenowa może i powinna wymagać ukonkretnienia kierunku rewitalizacji, gdyż każde działanie ma ograniczenia i skutki.

Możliwość uzgodnienia planów w trakcie eksploatacji, a nawet etapowego przekazywania terenów wyeksploatowanych nowemu użytkownikowi powinna być zawsze zamierzona (Kibert i in. 1999; Paulo 2001a; Nieć 2003; Uberman, Ostrega 2003), gdyż istnieje szeroki zakres wariantowych rozwiązań optymalizujących koszty i efekt rewitalizacyjny.

### 1. Alternatywne kierunki rewitalizacji

Istnieje wiele kierunków adaptacji terenów pogórnicych do funkcji, które mają pełnić. Wybór zależy od warunków przyrodniczych, ekonomicznych, technicznych i zapotrzebowania społecznego. Próby klasyfikacji podejmowane przez różnych autorów różnią się wyraźnie. W Polsce przeważała perspektywa ekologiczna, tj. przywrócenia biologicznej produktywności obszaru w dosłownym tłumaczeniu terminu rekultywacja. Stąd wywodzą się tradycyjne kierunki: rolny, leśny lub wodny, deklarowane ogólnikowo w dokumentach potrzebnych do rozpoczęcia działalności górniczej. W miarę doświadczeń z przeprowadzanej rekultywacji pojawiły alternatywy wykorzystania terenów na użytki budowlane

TABELA 2

Znaczenie względne czynników środowiskowych dla użytkowania terenu  
(na podstawie Sweigard i Ramani 1986, nieznacznie zmieniono)

TABLE 2

Relative importance of natural and anthropogenic factors as determinants of land-use  
(Sweigard i Ramani 1986, modified)

Czynnik środowiskowy	Użytki							
	L	R	W	BM	BI	BH	BP	S
Rzeźba terenu	2	3	1	2	2	2	2	2
Nachylenie stoku	3	3	1	2	3	3	3	2
Wysokość względna	2	2	1	1	1	1	1	2
Ekspozycja geograficzna	2	2	1	1	1	1	1	1
Drenaż/nieprzepuszczalność skał	3	3	1	3	3	3	3	3
Temperatura	3	3	2	1	1	1	1	1
Opady atmosferyczne	3	3	2	1	1	1	1	2
Nośność podłoża i nasypów	2	3	2	2	1	1	1	2
Gleby – żyzność	2	3	2	1	1	1	1	1
Gleby – własności agrotechniczne	1	2	1	3	2	2	2	1
<b>Suma punktów wpływu – wrażliwość przyrodnicza</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Czynnik gospodarczo-społeczny								
Lokalizacja	1	2	3	3	3	3	3	3
Dostęp	1	3	2	3	3	3	3	2
Wielkość i kształt terenu	1	1	1	2	1	3	3	2
Użytkowanie okolicznych terenów	1	1	2	3	3	3	1	3
Własność terenów	1	1	2	2	2	2	2	2
Demografia	1	2	2	3	2	3	2	3
Ograniczenia prawne	1	2	2	3	3	3	3	3
Postawa przedsiębiorców	2	2	2	3	3	3	3	3
<b>Suma punktów wpływu – wrażliwość gospodarczo-społeczna</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>21</b>

L – leśny, R – rolny, W – wypoczynkowy, B – budowlany: BM – osiedla mieszkaniowe, BI – instytucje, BH – handlowy, BP – przemysłowy, S – składowisko odpadów

1–3 Wpływ: 1 – mały, 2 – średni, 3 – duży

Uwaga: Wagi punktowe służą do porównania w obrębie wierszy i kolumn lecz nie są proporcjonalne

(w tym składowiska odpadów), sportowe, rekreacyjne oraz nie przynoszące dochodu obszary chronione. W związku z tym termin rekultywacja jest coraz częściej zastępowany przez rewitalizację, rehabilitację lub adaptację do określonej funkcji.

### 1.1. Osiedla i obiekty przemysłowe

W miarę urbanizacji wykopy ziemne na terenach miejskich lub w pobliżu miast, w tym glinianki cegielni, suche wyrobiska po eksploatacji kruszywa naturalnego, zostają przekształcone na potrzeby budownictwa mieszkalnego i handlowego (Rutkowski 1997). Jest to zjawisko powszechne również na nie chronionych terenach rolnych i leśnych oraz nieużytkach atrakcyjnych do zabudowy lotniskowej. Rzeźba terenu może być od razu dogodna do wznoszenia budynków i budowy sieci komunikacyjnej, jeśli w końcowym etapie działalności górniczej dokonano niwelacji spągu i ustabilizowano skarpy. Liczne przypadki niepowodzeń wskazują jednak na potrzebę starannej analizy warunków geologiczno-inżynierskich i prognozowania ich zmian.

Panorama użytków budowlanych jest szeroka (tab. 3). Obejmuje domy mieszkalne i biurowce różnych gabarytów i konstrukcji, różnorakie obiekty przemysłowe, budynki handlowe i magazynowe, tereny wystawiennicze, drogi, wiadukty, porty rzeczne itd. Na czterech przykładach zilustrowane będą główne czynniki warunkujące możliwość adaptacji terenu do określonego użytkowania.

**Przykład I:** W Hiszpanii, w strefach turystycznych na południowym wybrzeżu, które na ogół wznosi się ponad 100 m nad poziom plaży, wykorzystuje się liczne wyrobiska poeksploatacyjne w środkowej części stoku do budowy osiedli i infrastruktury wypoczynkowej, składów materiałów dla budownictwa mieszkalnego i drogownictwa, warsztatów naprawczych, zakładów montażowych i parkingów.

Czynniki warunkujące użycie terenu: stabilność nasypów i górotworu podciętego wyrobiskami i wykopami drogowymi, odwodnienie, podatność na wzmacnianie podłoża zastrzykami cementowymi lub w inny sposób. Zabudowa górnej części stoku i wierzchowiny jest niedopuszczalna ze względu na estetykę krajobrazu.

**Przykład II:** Tereny dawnego górnictwa kruszcowego i związanego z nim przemysłu przetwórczego zostały po latach zabudowane, zalesione lub przekształcone w tereny rolnicze. Szczegółowe zdjęcie geochemiczne Górnego Śląska (Lis, Pasieczna 1999) ujawnia silne skażenie metalami ciężkimi pewnych miejsc, które w świetle przepisów nie nadają się do zabudowy, urządzenia placów zabaw dla dzieci, ogródków działkowych ani upraw rolnych (Eikmann, Kloke 1991; Kabata-Pendias i in. 1995; Rozporządzenie MŚ 2002; Pasieczna 2003). Trzeba tu zwrócić uwagę, że toksykologia środowiska rozwija się od niedawna, w różnych krajach obowiązują różne normy i nadal opracowywane są standardy czystości gleby, gruntu i wód. Oczywiście są one różne dla określonych użytków (ICRCL 1983; Lista Holenderska, Lista Berlińska, MNM 1992; EPA 1993). Sanacja obszarów skażonych jest również złożonym zagadnieniem (PIOŚ 1996). Dlatego też koszty detoksykacji są oceniane w bardzo szerokiej skali.

TABELA 3

Użytki na terenach pogórnicznych: wymagania i konieczne adaptacje (Geominero 1996, uzupełniono)

TABLE 3

Post-mining land-uses: requirements and possible solutions for implementation  
(Geominero 1996, supplemented)

Rodzaj użytku	Wymagania	Adaptacje
Osiedla i przemysł	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilność stoków i kontrola erozji</li> <li>- Badania geotechniczne dla posadowienia</li> <li>- Prognoza rozwoju niecek osiadania nad kopalniami głębinowymi</li> <li>- Grunty nasypowe wykluczone z ciężkiej zabudowy</li> <li>- Lokalizacja blisko miast i osiedli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zmiana nachylenia skarp</li> <li>- Drenaż</li> <li>- Ewentualne konstrukcje wzmacniające</li> </ul>
Składowisko odpadów	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Badania przepuszczalności podłoża</li> <li>- Znana charakterystyka odpadów</li> <li>- Lokalizacja blisko miast i osiedli w miejscach mało widocznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uszczelnienie w razie konieczności</li> <li>- Poprawa drenażu wewnątrz i na powierzchni zwału</li> </ul>
Wypoczynek i sport	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilność stoków</li> <li>- Usunięcie elementów górniczych, które mogłyby spowodować wypadki</li> <li>- Tereny wypoczynkowe: duża powierzchnia, na ogół &gt; 10 ha</li> <li>- Lokalizacja blisko miast i osiedli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zmiana ukształtowania terenu, złagodzenie stoków</li> <li>- Ewentualne konstrukcje wzmacniające</li> <li>- Wprowadzenie roślinności</li> </ul>
Rolny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duże i płytkie odkrywki, duże płaskie wierzchowiny zwałów, łagodne nachylenie terenów ornych (&lt;5°) i pastwisk (&lt;15°)</li> <li>- Grunty glebotwórcze o małej kamienistości (&lt;15%)</li> <li>- Łatwe doprowadzenie wody</li> <li>- Umiarkowane pH, nietoksyczność</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Łagodzenie nachylenia stoków</li> <li>- Dodatki humusu, mułu, wapienia</li> <li>- Nawożenie</li> <li>- Regulacja stosunków wodnych</li> <li>- Wprowadzenie traw i innych roślin</li> </ul>
Leśny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grunty mało żyzne</li> <li>- Nachylenie stoku w miarę możliwości &lt;35°</li> <li>- Powierzchnie co najmniej 0,25 ha</li> <li>- Grubość gleby i podglebia stosowna do gatunków możliwych do wprowadzenia w tej strefie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dodatki humusu i mułu</li> <li>- Dobry drenaż</li> <li>- Ewentualne dodatki składników odżywczych</li> <li>- Wprowadzenie roślin pionierskich</li> <li>- Ewentualne złagodzenie nachylenia stoków</li> </ul>
Ochrona przyrody	Minimalne wymagania, chociaż konieczna jest pokrywa glebowa do ułatwienia wzrostu roślin	Wprowadzenie szaty roślinnej

**Przykład III:** Na terenach po górnictwie podziemnym na Górnym Śląsku i w innych okęgach na całym świecie powszechne są zapadliska, leje sufozyjne i długotrwały rozwój niecek osiadania (Tyc 1990; Ostrowski 2001). Powoduje to zagrożenie stabilności budowli i podtapianie. Opracowano kategoryzację przydatności terenów górniczych do zabudowy

opartą na parametrach geometrycznych zmian powierzchni terenu (Lejczak 1969; Popiołek, Ostrowski 2001).

**Przykład IV:** W Tomaszowie Mazowieckim zlokalizowano osiedle domków jednorodzinnych na terenie ogródków działkowych, który wcześniej był wyrobiskiem po eksploatacji kruszywa naturalnego, używanym jako nielegalne składowisko śmieci. Śmieci przysypano warstwą ziemi i zagęszczono. Lokalizacja okazała się niefortunna z powodu odorów wydobywających się z podłoża i zagrożenia metanowego. Ponadto odcieki ze składowiska skażają wody podziemne ograniczając ich użytkowanie (Irmiński 1998).

Przykłady II–IV dowodzą niezbędności szerokich badań przydatności terenu pogórniczego do konkretnego użytkowania. Stosowany jest wachlarz metod geologiczno-inżynierskich, geofizycznych (Fajkiewicz 2001), geodezyjnych, geochemicznych, często badania historii użytkowania terenu. W przypadku przeznaczenia terenów na osiedla mieszkalne lub obiekty rekreacyjno-sportowe istotnego znaczenia nabiera potencjalne skażenie terenów pogórnicznych bądź przemysłowych w ogólności (Davis, Margolis 1979; DOD ETTC 1994; Greinert 2000; Sara 2003; Verraes 2005). Potrzebna jest identyfikacja zwałów, gdyż grunty nasypowe nie nadają się do posadowienia cięższych obiektów. Czynniki przyrodnicze schodzą tu na drugi plan, ale w przypadku terenów przekształconych przez eksploatację podziemną, krasowych lub podatnych na sufozję oraz podtapianych mogą mieć również istotne znaczenie. W regionach wilgotnych rola odwodnienia i podatności na wzmocnienie podłoża urasta do czynników decydujących o tym kierunku użytkowania.

## 1.2. Składowiska skał płonnych i odpadów

Bliskie położenie wielu kopalń w stosunku do miast i zakładów przemysłowych skłania do częstego wykorzystania wyrobisk pogórnicznych do składowania śmieci, odpadów przemysłowych i górniczych w stanie stałym (Uberman 1999; Uberman, Ostrega 2004). Składowisko tych odpadów musi być w pełni kontrolowane. Jeśli nie są one inertne, wykonuje się wstępne studium własności hydrogeologicznych formacji skalnych, na których zostanie zbudowane składowisko. Uwzględnia się też warunki geograficzne, klimatyczne i ograniczenia socjoekonomiczne.

W tabeli 4. podano klasyfikację terenów pod względem przepuszczalności skał. Jeśli sytuacja tego wymaga wykonuje się uszczelnienie podłoża i ścian wyrobisk, np. przy pomocy łu lub geomembrany, aby z kolei deponować odpady w warstwach o małej grubości, np. około 2 m w przypadku śmieci komunalnych, które po zagęszczeniu przez spychacze będą przykryte ziemią lub materiałem inertnym o grubości 0,2 m i kolejnymi warstwami śmieci z izolacją aż do osiągnięcia przewidywanej wysokości powierzchni zwałowiska. Na tej powierzchni rozprowadza się 0,3 metrową warstwę gleby, która podlega zadarnieniu. W każdym przypadku trzeba wykonać odwodnienie wewnętrzne i powierzchniowe.

Składowisko dzielone jest na kwatery o powierzchni 0,3–1 ha, które są kolejno wypełniane aby zmniejszyć odkrytą powierzchnię i podjąć sukcesywną rekultywację starszych

TABELA 4

Klasyfikacja hydrogeologiczna terenów pogórnich na użytek składowisk (Geominero 1996)

TABLE 4

Hydrogeological classification of post-mining terrain for landfill sites (Geominero 1996)

Czynnik/Klasa	Nieprzepuszczalne	Półprzepuszczalne	Przepuszczalne
Współczynnik przepuszczalności	$k \leq 10^{-9}$ m/s ( $\leq 0,01$ mm/d)	$10^{-9} < k < 10^{-6}$ m/s	$k \geq 10^{-6}$ m/s ( $\geq 10$ mm/d)
Skąły	Łupki ilaste, margle	Mułowce, piaskowce	Żwiry, osady rzeczne
Ocena przydatności	Tereny dogodne ale wymagające odprowadzenia odcieków i osłony przed wtargnięciem wód burzowych	Tereny możliwe do użytkowania jeśli strefa przesiąkania umożliwia przepłukanie wodą	Duże ryzyko zanieczyszczenia warstwy wodonośnej
Rodzaj odpadów dopuszczalnych do składowania	Ogół i pewne typy odpadów specjalnych	Odpady przyswajalne i śmieci komunalne	Tylko odpady nieszkodliwe

działek. Szczególną uwagę trzeba poświęcić drenażowi wody deszczowej, monitoringowi odcieków, a w przypadku odpadów komunalnych również odprowadzeniu biogazu.

Tworzenie nasypów budowlanych, składowisk górniczych i odpadów przemysłowych powoduje oddziaływanie mechaniczne na podłoże, sięgające nieraz setki metrów poza granice ich podstawy, oraz długotrwałe osiadanie na skutek zagęszczania, co utrudnia rekultywację. Ze składowisk wymywane są różne składniki, które w strefie wietrzenia uzyskują mobilność, a nieraz reagują z gruntami podłoża zmieniając ich własności geologiczno-inżynierskie. Konstrukcja składowiska powinna utrudnić wymywanie przez modyfikowanie pH i Eh infiltrujących wód, wymuszenie ich odpowiedniego krążenia, monitorowanie odcieków (rys. 2). Często konieczne jest modyfikowanie fizykochemicznych i chemicznych właściwości gruntów i odpadów (Twardowska i in. 1988; Rybicki 1995).

Składowanie odpadów złożonych po części z zanieczyszczeń płynnych wymaga spełnienia złożonych norm prawnych, uszczelnienia wyrobiska i warunkowane jest wnioskami z wcześniejszego studium hydrogeologicznego proponowanego składowiska.



Rys. 2. Przekrój przez rekultywowany teren Kopalni Piasku Szczakowa, Pole Siersza (Strzyszc 1997)

Fig. 2. Cross section of reclaimed parcel of Szczakowa sand pit, Siersza field (Strzyszc 1997)



W kopalniach odkrywkowych węgla stosuje się powszechnie zwałowanie nadkładu w wyrobisku, wkrótce po przejściu frontu robót. Pozwala to na istotną redukcję kosztów przez zmniejszenie transportu zbędnego materiału i zmniejszenie przestrzeni zajętej przez składowisko (Naworyta 2007). W głębokich kopalniach odkrywkowych przeznaczonych do zagospodarowania wodnego konieczne jest spłylenie docelowego zbiornika przez zwałowanie skał nadkładu lub odpadów (Limanówka, Sośniak 2006).

### 1.3. Obiekty sportowe, widowiskowe i infrastruktura turystyczna

Tereny pogórnice w pobliżu miast i osiedli mogą być odpowiednie do uprawiania sportu. Wszelkie tereny suche mogą być adaptowane na użytek ścieżek rowerowych, hip-picznych i torów motocrossowych, pól golfowych, boisk piłkarskich i kortów tenisowych, strzelnic, skałek wspinaczkowych. Jeśli powstanie odpowiedni zbiornik wodny, można go wcześniej przystosować do takich sportów, jak wioślarstwo, pływanie, narty wodne, nurkowanie, czy rekreacyjne pływanie czółnem, wędkowanie.

Przykłady udanej rewitalizacji znajdują się w okolicy Trzebini (zalew-kąpielisko Balaton) i Jaworzna-Szczakowej (ośrodek sportowo-rekreacyjny nad zbiornikiem Sosina). Przykładem niewykorzystanej szansy jest pogórnicy i przekształcony przez dawne fortyfikacje teren Zakrzówka w Krakowie, który mógłby stać się wielofunkcyjnym parkiem rekreacyjno-sportowym i terenem dydaktycznym lecz pozostaje w stanie nieuporządkowanym. Przykład ten wskazuje, że szansa kompleksowego zagospodarowania może zostać zaprzepaszczona, gdy tereny poeksploatacyjne zostaną rozparcelowane na indywidualne działki.

We wszystkich tego rodzaju użytkach pogórnicych trzeba ukształtować odpowiednio powierzchnię, stabilizując stoki i usuwając wszelki sprzęt górniczy, ogrodzenia itp., które mogłyby sprzyjać wypadkom. Wiele sportów wymaga instalacji specjalnych urządzeń pod ziemią, co należałoby zaplanować jeszcze przed zakończeniem eksploatacji złoża.

Małe wyrobiska pogórnice położone w pobliżu szos, terenów wypoczynkowych i przyrodniczych obszarów chronionych są często przekształcane w kampingi, stacje benzynowe i inne usługi turystyczne. Niektóre kamieniołomy lub ich fragmenty w kształcie amfiteatru można przystosować na widownię i scenę do widowisk tworząc w końcowej fazie eksploatacji półki na ławki i plac sceniczny na wolnym powietrzu. Specyficzny zestaw warunków w danym miejscu pobudza kreatywność projektantów i prowadzi do zdumiewających dzieł artystycznych lub genialnych rozwiązań użytkowych ujawniających genius loci (Ostrega 2001; Kształtowanie... 2003; Pietrzyk-Sokulska 2005).

Tereny pogórnice w strefach rolniczych i leśnych mogą służyć infrastrukturze turystycznej, zwłaszcza jeśli sąsiadują z parkiem narodowym lub krajobrazowym, albo zabytkowym kompleksem kulturowym. Można je przekształcić w potrzebne tam parkingi, kampingi, toalety, tereny małej gastronomii i świadczenia innych turystycznych usług, aby przenieść na przedpole presję na teren chroniony. Kryteria i ograniczenia wyboru konkretnego użytku i projektu są skomplikowane. Na nowych użytkach powszechnie stosuje się zadarnienie,

dobierając gatunki roślin odporne na wydeptywanie, o płytkim zakorzenieniu i powolnym czasie wzrostu.

#### 1.4. Użytki rekreacyjne i obiekty naukowo-dydaktyczne

Rozległe tereny pogórnice, o powierzchni ponad 10 ha, cechujące się zróżnicowanymi siedliskami przyrodniczymi można przekształcić w parki ze stawami, klombami roślin ozdobnych, zagajnikami i infrastrukturą dla wypoczywających, jak parkingi, przystanie, miejsca piknikowe, amfiteatry, ścieżki rowerowe, tereny do jazdy konnej itp. (Rostański 2001; Tokarska-Guzik 2003; Pietrzyk-Sokulska 2005). Cechuje je wielka różnorodność projektowa, której zarys podał J. Bogdanowski (1994).

Niektóre miejsca na terenach poeksploatacyjnych wykazują cechy unikalne, budzące zainteresowanie naukowe lub atrakcyjne widokowo, przydatne do celów dydaktycznych, jak uskoki, fałdy (fałd ślichowicki w Kielcach), warstwowania i formy erozyjne formacji skalnych, miejsca obfitujące w skamieniałości, stanowiska archeologiczne, stanowiska obserwacyjne obiektów przyrody żywej. Trudno tu wymienić wszystkie przykłady, choćby z obszaru Polski – kopalnię soli przekształconą w słynne Muzeum w Wieliczce, muzealną kopalnię krzemieni w Krzemionkach Opatowskich, Park Bednarskiego na krakowskim Podgórzu. W Krakowie, w dawnym kamieniołomie na Bonarce utworzono już w 1961 roku rezerwat przyrody nieożywionej, a w 1992 poprowadzono w nim ścieżkę dydaktyczną. W okolicy Kielc, na malowniczym, lecz przekształconym przez liczne kamieniołomy obszarze tzw. Białego Zagłębia ustanowiono Chęcińsko-Kielecki Park Krajobrazowy, pierwszy w Polsce obszar służący do ochrony dziedzictwa geologicznego (Urban, Wróblewski 2004). Poznanie tego dziedzictwa zawdzięczamy w dużej mierze odsłonięciu warstw skalnych w kamieniołomach.

Niezwykłe obiekty, czy to naturalne czy wzniesione przez człowieka (zarówno godne podziwu jak i potępienia) są atrakcyjne poznawczo. Mnożą się przykłady wykorzystania takich obiektów i obszarów do celów dydaktycznych i naukowych. Na przykład w Trzebini, która ma piękne tradycje górnictwa kruszcowego, węglowego i skalnego, a jej okolice obfitują w interesujące osłonięcia skalne, powstał pomysł ścieżki dydaktycznej na terenach pogórnicznych. Ma ona być ilustracją do lekcji autorskich w programach nauczania gimnazjalnego i licealnego z zakresu edukacji ekologicznej i regionalnej (Głogowska 2005, 2007). Nawet degradację powierzchni i rekultywację uczyniono w cytowanych opracowaniach klasycznymi obiektami szkoleniowymi, a nauczycieli wyposażono w przewodnik do prowadzenia zajęć terenowych w ramach tzw. Zielonej Szkoły (Paulo, Głogowska 2003). Tylko dobrze objaśnione obiekty mogą bowiem pełnić funkcje edukacyjne.

Innym przykładem jest odkrycie walorów geoturystycznych upadającego miasta górniczego Andacollo w Chile, przez odbywającą tam praktykę studentkę AGH i wykorzystanie ich w projekcie promującym ten region dla turystyki poznawczej (Guzik 2004). Przykładami obiektów o znaczeniu naukowym są wymieniony wyżej Rezerwat Przyrody Nieożywionej na Bonarce, którego oczyszczone ze śmieci powierzchnie abrazyjne były przedmiotem

międzynarodowej dyskusji naukowej oraz Rezerwaty Wietrznia i Kadzielnia w Kielcach Zespoły wyrobisk w okolicy Kielc starają się o status geoparku, nowej kategorii obszarów chronionych (UNESCO 2004; Urban 2007).

Użytki rekreacyjne cechuje znaczna różnorodność krajobrazu i rodzajów zagospodarowania, umiejętne komponowanie trawników, odsłoneń skalnych, oczek wodnych i podmokłości z zadrzewieniami. Jest to wdzięczne pole dla architektów krajobrazu. Zespoły drzew i krzewów mają tworzyć kurtyny krajobrazowe przesłaniające szpetne obiekty, które trudno usunąć, a skierowujące uwagę na główne cele (Bogdanowski 1994).

### 1.5. Ochrona przyrody

Stare tereny pogórnice są często pokryte naturalną sukcesją roślinną i następuje samoczynna rekultywacja. Proces ten jest skomplikowany i jego efekty wydają się częściej przypadkowe niż zaplanowane.

Kiedy kamieniołomy pozostają długi czas opuszczone i powstaje presja społeczności lokalnej aby je zagospodarować na inne użytki, trzeba najpierw wykonać studium w celu identyfikacji i oceny różnych gatunków roślin i zwierząt, a zwłaszcza owadów, które się tam schroniły i zadomowiły, gdyż mogą okazać się gatunkami endemicznymi i chronionymi o dużej wartości ekologicznej. W takich przypadkach wyrobiska mogą być przystosowane na kryjówki zwierząt lub przekształcone w stanowiska dydaktyczne i naukowe do studiów ekosystemów oraz zależności między klimatem, litologią skał i światem żywym w procesie kolonizacji.

Środowisko glin, skał pylastych i węglanowych oraz bliskość wód gruntowych sprzyja bujnemu rozwojowi roślin, natomiast skały zwięzłe i kwaśne, np. na skutek utleniania pirytu, długo pozostają nie porośnięte. W. Krzaklewski (1988) opracował metodę oceny podatności rekultywacyjnej nieużytków na podstawie szybkości zarastania ich przez roślinność z samorzutnej sukcesji i podzielił nieużytki na 3 grupy: 1) bardzo trudne – gdy po upływie co najmniej 10 lat nie obserwuje się zarastania, 2) trudne – gdy zarastanie rozpoczyna się po upływie 5–10 lat, 3) łatwe – gdy roślinność pojawia się po 2 latach i szybko opanowuje nieużytek.

Innym czynnikiem kolonizacji naturalnej jest bliskość źródeł nasion – lasów, łąk i pól uprawnych, a także sprzyjające wiatry, odchody ptaków i gryzoni. Przy odległym transporcie nasion może dojść dysharmonijnej kolonizacji i opanowania terenu przez gatunki obce. Wówczas stosuje się interwencję agronomiczną i tępi je.

Wprowadzenie fauny jest ściśle związane z sukcesem opanowania terenu przez rośliny, a przez to uruchomieniem obiegu biogeochemicznego materii odżywczych w ekosystemie i produkcji energii pierwotnej brutto. Obieg ten można przedstawić następująco:

Składniki mineralne + woda + CO<sub>2</sub> + energia słoneczna → fotosynteza → producenci: rośliny i fitoplankton → konsumenci: zwierzęta roślinożerne i drapieżne → destruenci (bakterie i grzyby) → proste składniki odżywcze.

Produkcja pierwotna brutto wzrasta wraz ilością i różnorodnością zasiedlających organizmów. Im więcej gatunków roślin spotyka się na danym obszarze tym większa jest zwykle różnorodność zwierząt.

Fauna wędrująca, jak owady i ptaki, znajduje kryjówki nawet na nieużytkach i osiedla się nieraz wcześniej od roślin. Zazielenienie terenu lokalnymi gatunkami roślin ma na celu stworzenie schronienia dla zwierząt, dlatego powinno się dobierać gatunki miejscowe lub naturalizowane, które zapewnią pożywienie, poczucie bezpieczeństwa, zapylenie i rozsiewanie nasion, a które mają zdolność do odradzania się, np. po pożarze lasu (Mackenzie i in. 1998). Tworzenie siedlisk fauny i flory na terenach pogórnich może być celem samodzielnym ale może być sprzężone z innymi użytkami.

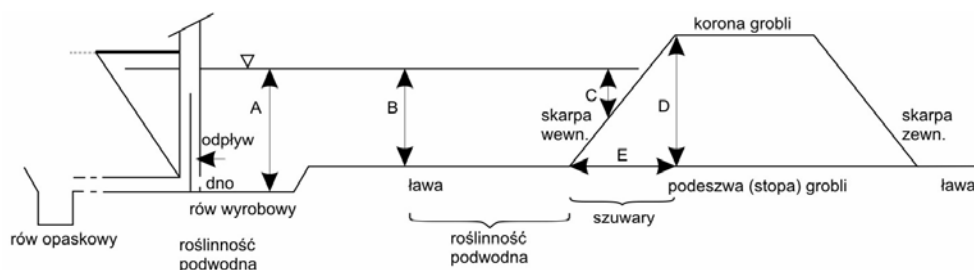
Do najbardziej bioróżnorodnych należą ekosystemy terenów podmokłych. Tereny takie tworzą się często w nieckach osiadania nad eksploatacją podziemną a także przy zbyt dużym zbliżeniu eksploatacji odkrywkowej do zwierciadła wód podziemnych w danym miejscu. Ich zabudowa jest praktycznie niemożliwa. Szereg pogórnich terenów podmokłych zostało przekształconych w użytki ekologiczne, np. na Górnym Śląsku koło KWK Brzeszcze i w KP Szczakowa (Szwedo i in. 1998), w cegielnich okolic Ankary.

Coraz więcej uwagi poświęca się kształtowaniu środowiska na dużych zwałowiskach, które zwykle cechuje rozległa pozioma wierzchowina. Ma ona cechy zlewni. Jeśli grunty podłoża są słabo przepuszczalne, po opadach burzowych odpływ koncentruje się i powoduje erozję skarp. Zazielenienie takich zwałowisk jest trudne, zwłaszcza gdy tworzą izolowane wzniesienia i składają się z gruzu skalnego i gruntów piaszczystych, gdyż wykazują znikomą retencję wody porowej a poziom wody gruntowej jest zwykle głęboko. W takich przypadkach ważne jest takie formowanie zwał, aby płytko pod wierzchowiną i w kilku miejscach przy skarpach utworzyć przewarstwienia ilaste lub z mało przepuszczalnych odpadów, na których powstaną zawieszona zwierciadła wody gruntowej, oraz stworzyć kilka płytkich niecek hydrologicznych na wierzchowinie. To w nich rozpoczyna się zasiedlanie przez zróżnicowaną florę.

Wprowadzanie ekosystemów jest ułatwione, jeśli ukształtowanie terenu jest zróżnicowane, zapewniając miejsca wklęsłe, zacienione a potem stosując ściółkę, poszycie, strefowe wprowadzając zróżnicowane gatunkowo zespoły traw, ziół, krzewów oraz drzew liściastych i szpilkowych (Gołda 2005).

### 1.6. Zbiorniki wodne

Zbiorniki wodne pełnią wiele alternatywnych lub częściowo uzupełniających się funkcji, zależnie od ich urządzenia. To z kolei decyduje o kosztach rewitalizacji oraz przyszłych użytkach. Dlatego deklaracja wodnego kierunku rekultywacji w praktyce niewiele mówi. Często jest on przykrywką do uniknięcia rekultywacji w ogóle, jeśli woda samoczynnie wypełni teren. Bywało, że deklarowano budowę stawów rybnych, aby bez koncesji wydobywać kruszywo naturalne, a zatopione i nieuporządkowane wyrobisko nazywano stawem rybnym (Burnat 2000). Wynika to zapewne z niewiedzy, że staw do hodowli ryb jest zbiornikiem płytkim, w warunkach Polski zaledwie 1,5–2,5 metrowym (rys. 3). Podstawowym warunkiem przydatności hodowlanej jest możliwość spuszczenia wody ze stawu i całkowitego osuszenia dna (Król 2005) w celu zabiegów sanitarnych. Tymczasem większość



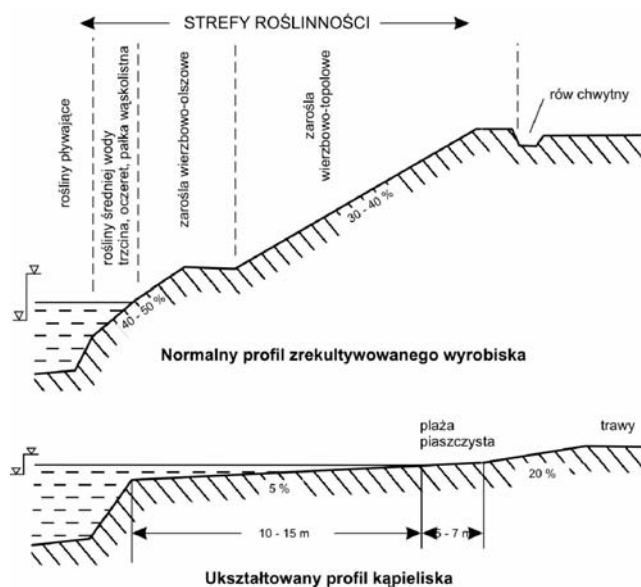
- A strefa dolna w okolicach odpływu, o głębokości 1,5 - 2,5m (parametry stosowane w regionie NE Polski),  
 B strefa o głębokości 0,6 - 1 m, obfita w różnorodny pokarm dla ryb,  
 C strefa o głębokości < 0,6 m, porośnięta szuwarami,  
 D/E zalecane nachylenie skarp, zależne od gruntu budującego groble:  
 · materiał luźny (torfy, piaski) 1 : 2 - 3  
 · materiał spoisty (gliny piaszczyste i ciężkie) 1 : 1,5 - 2

Rys. 3. Konstrukcja stawu do hodowli ryb (Król 2005)

Fig. 3. Construction of fish farming pond (Król 2005)

złóż kruszywa naturalnego eksploatowana jest spod wody, zatem wyrobiska pogórnice są w naturalny sposób zawodnione. Ich ewentualne zarybienie pozwolić może na wędkowanie, które przynosi znacznie mniejsze korzyści ekonomiczne od hodowli.

Prócz hodowli ryb i biomasy płytkie zbiorniki służą także jako kąpieliska. W pojedynczych przypadkach płytkie wyrobiska nad rzekami pozostawiane są jako poldery do retencji wody na wypadek powodzi. Kąpielisko wymaga uformowania plaży i szerokiego, łagodnie nachylnego zejścia do wody (rys. 4).



Rys. 4. Profile zboczy i pokrywa roślinna zbiorników rekreacyjnych (Paulo 2005)

Fig. 4. Final slope profiles and vegetation introduced into recreation basins (Paulo 2005)

Przyrodnicze i gospodarcze zbiorniki wodne również mają ograniczoną głębokość, gdyż mają być zdadne do zasiedlenia przez rośliny wodne, ryby słodkowodne i ptactwo nawodne. Płytkie sadzawki i podmokłości z właściwą im szatą roślinną urozmaicają parki do rekreacji. W celu naturalizacji siedlisk i ich ochrony trzeba ograniczać dostęp ludzi, budować przeszkody, ścieżki, punkty obserwacyjne, pomosty dla licencjonowanych wędkarzy itd.

Głębokie wyrobiska wgłębne mogą być wykorzystane jako głębokie zbiorniki wodne w różnych celach, np. do zaopatrzenia osiedli i zakładów przemysłowych w wodę, irygacji, nawet do zasilania warstw wodonośnych. Do takich zastosowań szczególnie ważne jest zapewnienie czystości wody, co w wielu przypadkach pociąga za sobą konieczność hydroizolacji zbiornika od gruntów toksycznych, np. w zawierających piryt zwałach, oraz dopływu wód nadmiernie zmineralizowanych. Budowa zbiorników izolowanych jest niezwykle kosztowna, jak tego dowodzi przykład likwidowanego wyrobiska poeksploatacyjnego Kopalni Siarki „Machów”.

Na terenach głównych zbiorników wód podziemnych, które nie mają naturalnej izolacji od powierzchni zaleca się nie budowanie otwartych zbiorników wodnych w ogóle. W takim przypadku nie dopuszcza się konsekwentnie wydobywania kopaliny poniżej zwierciadła wód gruntowych, co skutkuje mniejszym wykorzystaniem potencjalnych zasobów (Paulo 2005).

Budowa zbiorników o funkcji rekreacyjnej i parków wodnych wymaga zwykle prze-modelowania czaszy zbiornika. Pożądana jest nie prostokątna lecz urozmaicona, kręta linia brzegów, wyspa lub półwysp (Kozma 2000), pokryte piaskiem łagodnie nachylone dno kąpieliska, łagodnie nachylone zbocza wszędzie tam, gdzie brzegi budują grunty mało spoiście i grozi im erozja pod wpływem falowania. Wprowadzanie trzciny i nadwodnych zespołów drzew i krzewów utrwala zbocza i poprawia warunki rekreacji. Zbiorników głębszych od 8 metrów nie akceptuje WOPR dla ogólnie dostępnych sportów wodnych, w przypadku znacznej głębokości i braku przepływu grozi im eutrofizacja z fatalnymi skutkami zapachowymi. W wielu przypadkach stosuje się wypływanie wyrobiska składowanym materiałem zwałowym lub odpadami.

### 1.7. Tereny rolne

Alternatywnymi użytkami rolnymi są grunty orne, pastwiska, łąki kośne, sady i tereny zielone. Różnią się one wymaganiami środowiska, typem roślin i zabiegami agrotechnicznymi.

Czynnikiem warunkującym rodzaj użytkowania rolniczego jest nachylenie stoku. Na ogół wymagane są wyrobiska rozległe i płytkie, ze stokami nachylonymi poniżej 15° dla pastwisk i poniżej 5° dla gruntów ornich (Coppin, Bradshaw 1982).

Prócz nachylenia stoku ważnym czynnikiem środowiskowym rekultywacji rolnej jest kamienistość, aktywność glebotwórcza gruntów, stosunki wodne w gruncie (zasięg strefy aeracji), dostępność wody i składników odżywczych dla roślin, odczyn pH i zasolenie gruntów, skażenie metalami ciężkimi. W Polsce szeroko stosowana jest klasyfikacja gruntów potencjalnie glebotwórczych T. Skawiny i M. Trafas (1971) oparta na wskaźnikach litologicznym (wielkości ziarna), wapniowym (zawartości CaCO<sub>3</sub>), sorpcji i spoiwości.

Ich pochodną jest struktura gleby i potencjalna zawartość wody dostępnej dla roślin, która mieści się w porach o średnicy 0,0001–0,01 mm (Mackenzie i in. 1998).

W warunkach klimatycznych Polski opady atmosferyczne są bliskie granicy wystarczalności. Ekspozycja stoku ku południowi może spowodować, że w niektórych latach nie udaje się wprowadzić roślin na bezglebowe tereny pogórnice. W południowej Europie i wielu krajach górniczych poza naszym kontynentem suchy klimat nie pozwala na rewegetację.

Użytkowanie rolnicze jest jednym z najczęstszych w Europie. Wydaje się być uzasadnione ekonomicznie zarówno tam, gdzie teren był pierwotnie użytkowany rolniczo, a zatem nastąpi zwykła rekultywacja, jak i tam, gdzie pierwotnie były inne użytki. W każdym przypadku wprowadzenie roślin uprawnych jest tańsze niż zalesienie. Także rentowność użytków rolnych jest większa i szybciej niż w lasach następuje zwrot nakładów na rekultywację.

Wyrobiska o łagodnych stokach, rozległe i położone w pobliżu innych upraw powinny być wówczas przeznaczane na użytki rolne, gdy działalność górnicza jest krótkotrwała i zgromadzono oddzielnie nadkład i glebę. Te zmagazynowane grunty są nieraz bogate w minerały ilaste i materię organiczną, a zatem dogodnie do odtworzenia środowiska glebowego po ich rozprowadzeniu na platformach skalnych wyrobisk pozostawionych po eksploatacji i na wierzchołkach zwałów. Zaleca się miąższość tej glebotwórczej pokrywy około 50 cm, aby umożliwić mechaniczną uprawę roli. Dla różnych upraw wymagane są miąższości w granicach 0,05 do 0,6–2 m w przypadku wprowadzania różnych gatunków drzew.

Ze względów ekologicznych dąży się do integracji z użytkami w otoczeniu. Nie zaleca się tworzenia dużego pola pastwisk wśród gruntów ornych.

Dużym problemem jest erozja gleb. Zadarnienie trawą lub pozostawienie upraw całorocznych sprzyja stabilizacji gleby i zapobiega erozji.

Na terenie rolniczym głębokość zwierciadła wody powinna wynosić co najmniej 50 cm. Trzeba więc umożliwić odpowiedni drenaż i zakończyć eksploatację na takiej głębokości, aby po ewentualnym przykryciu gruntami przeznaczonymi do upraw woda znajdowała się na optymalnej głębokości (Paulo 2005). Jeśli wydobywanie sięgało głębiej, np. z powodu wykorzystania cennej kopaliny, trzeba wypełnić wyrobisko skałami nadkładu lub odpadami, i składowaną w tym celu oddzielnie glebę lub gruntami glebotwórczymi i korygującymi. Naturalne lub tworzone sztucznie podłoże z piasku, popiołów lotnych elektrowni, mułów z zakładów wzbogacania surowców mineralnych, odpadowych materiałów budowlanych i innych odpadów powinno być w miarę możliwości inertne chemicznie, aby nie skazić wody gruntowej. Natomiast górna warstwa gruntów, przeznaczona do upraw, powinna mieć własności glebotwórcze. Często koryguje się je dodatkami mineralnymi, np. kredą jeziorną, gliną, mączką dolomitową, wapnem, później dodatkami humusu i nawozów. Jest to istotny składnik kosztów, dlatego brak materiałów lokalnych może uczynić rekultywację rolną kierunkiem nie uzasadnionym ekonomicznie. Po rozprowadzeniu warstwy ornej wykonuje się zabiegi agrotechniczne: odkamienienie, głęboką orkę, nawożenie itp.

Jeśli po kilku latach nie osiągnie się plonów porównywalnych z otaczającymi gospodarstwami rolnymi, albo od początku istnieją wątpliwości co do produktywności odtwarzanych

gleb, celowe jest wydzierżawienie zrehabilitowanego terenu pogórnicych miejscowym rolnikom. Jest to wyrazem uznania dla ich doświadczenia a jednocześnie przysparza akceptacji działań rekultywacyjnych przez społeczność lokalną (Geominero 1996).

### 1.8. Gospodarka leśna

Zazwyczaj zalesienie jest droższe od wprowadzenia użytków rolnych i zyski gospodarze z lasu mogą nastąpić dopiero po wielu latach. W przypadku gleb o niskich klasach bonitacyjnych i niekorzystnej rzeźby terenu jest to jednak główna alternatywa dla rolnictwa.

Zalesienia wprowadza się na powierzchniach większych od 0,25 ha i glebach o niskiej produktywności, nieraz kamienistych. Nachylenie stoku nie jest na ogół przeszkodą; dobre wyniki osiąga się nawet przy nachyleniu 35°, jeśli w początkowej fazie nie następuje erozja gleby a woda gruntowa nie znajduje się zbyt głęboko. Zwięzłość podłoża, niski odczyn pH, brak składników odżywczych i nadmiar metali toksycznych może spowolnić wzrost drzew i przekreślić opłacalność produkcji drewna. W takim przypadku las utrzyma jednak funkcje przyrodnicze jako siedlisko roślin i zwierząt, krajobrazowe i rekreacyjne. Na obszarach pogórnicych zdegradowanych krajobrazowo i nieprzydatnych do innych funkcji gospodarczych las zasłania skutecznie zaistniałą dewastację powierzchni.

Warunkiem niezbędnym do zalesienia jest zdolność retencji wody gruntowej i dostępność składników odżywczych. Grubość koniecznej warstwy gleby i podglebia jest zależna od gatunku drzew, np. 0,6 m dla sosny i brzozy, 1,2 m dla kasztana i jodły, 2 m dla dębu. W przypadku braku materiału glebotwórczego na miejscu, aby zainicjować roślinność można wykorzystać muły z płuczek zakładów wzbogacania, popioły lotne i żużle zakładów energetycznych, wprowadzić wstępne zadarnienie trawami i roślinami strączkowymi, sprowadzić dżdżownice, otaczać sadzonki torfem na gruntach skalistych i piaszczystych lub stosować inne specyficzne zabiegi.

Dobór gatunków, nasadzenia, pielęgnację powinien prowadzić zespół specjalistów, dlatego racjonalne jest jak najwcześniejsze przekazanie rekultywacji leśnej w ręce odpowiednich służb.

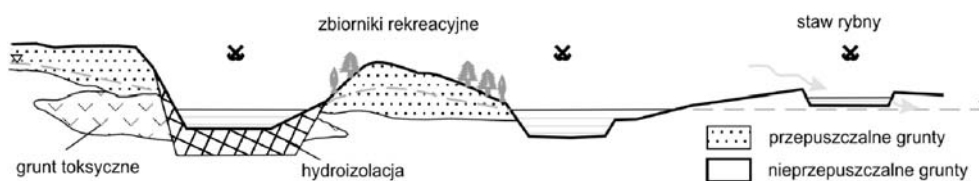
W przypadku znacznej odległości terenu pogórnicych od lasów i łąk celowe jest kultywowanie drzew, krzewów i traw na specjalnych parcelach pozostawionych w czasie eksploatacji a nawet opieka nad siedliskami zwierząt, które posłużą do rozplenienia (Parris 1983).

## 2. Decydujące czynniki środowiska

### 2.1. Warunki wodne

Wodny kierunek rewitalizacji terenu jest z reguły wymuszony przez warunki występowania złożeń: w nieprzepuszczalnym masywie skalnym albo poniżej przepuszczalnej warstwy wodonośnej (rys. 5). Większość złożeń w Polsce znajduje się w takich warunkach.





Rys. 5. Schemat warunków wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych (Paulo 2005)

Fig. 5. Pictorial diagram of water regimes in post-mining grounds (Paulo 2005)

Tylko w przypadku cennych kopalin, np. węgla brunatnego, i niezbyt dużych dopływów uzasadnione jest odwadnianie wyrobisk na czas eksploatacji. Po jej zakończeniu wyrobisko odkrywkowe wgłębne tworzy sztuczny, nieraz bezodpływowy zbiornik, który wypełnia się z czasem wodą.

Stawy hodowlane ryb można zakładać w tych wyrobiskach na tarasach, do których łatwo jest doprowadzić wodę, zatamować i odprowadzić ją rowem. Są to zwykle wyrobiska w gruntach stosunkowo szczelnych, np. glinianki cegielń.

Brak przepływu i słabe natlenienie głębszych warstw wody z powodu przenikania wód z wietrzącego otoczenia oraz rozkład materii organicznej – wszystko to skutkuje podatnością na trwałe zanieczyszczenie. Niekorzystne warunki stwarza dopływ wód z słabo izolowanych maszywów solnych, warstw siarkonośnych bądź pirytonośnych oraz innych gruntów toksycznych.

Erozja zboczy zbiorników skutkuje zamulaniem i okresowym spadkiem przezroczystości. Zbiorniki wielkopowierzchniowe są szczególnie podatne na abrazję brzegów pod wpływem falowania, zwłaszcza gdy są strome i zbudowane z gruntów mało spoiwych.

Głębokość wody w zbiorniku, czystość (zawiesina i mineralizacja) i zapotrzebowanie gospodarczo-społeczne determinują sposób zagospodarowania. Z kolei każdy sposób pociąga za sobą stosowne ukształtowanie czaszy zbiornika i ewentualnej części kąpieliskowej (rys. 4).

Pogodzenie różnych funkcji zbiornika wodnego jest łatwe w przypadku kierunku leśnego i przyrodniczego, a w zasadzie niemożliwe w przypadku sąsiedztwa osiedli, zakładów przemysłowych i składowisk odpadów. Inne kierunki wymagają sporych kompromisów, np. kierunek rolny – dyscypliny agronomicznej w stosowaniu nawozów, a kierunek rekreacyjny (kąpieliskowy) – ochrony sanitarnej ujęć wody.

Warunki występowania wód podziemnych i wilgotność gruntów mają decydujące znaczenie dla rekultywacji biologicznej. Zapotrzebowanie na wodę jest specyficzne dla każdego gatunku i zmienia się sezonowo. Istotna jest ocena właściwości wodnych gleb. W agrotechnice zwraca się uwagę nie tylko na wilgotność aktualną, lecz przede wszystkim na retencję wody opadowej w glebie, połowę pojemność wodną, pojemność kapilarną, punkt trwałego wędnięcia roślin (Zawadzki 2000; Stachowski i in. 2003). Z rolniczego punktu widzenia najważniejsza jest ta ilość wody, która może być zatrzymana w glebie w postaci dostępnej dla roślin. Ona decyduje o wysokości i jakości plonu. Większość gleb jest w stanie zatrzymać w profilu od 50 do 250 mm wody dostępnej z opadów. Nadmiar wody jest

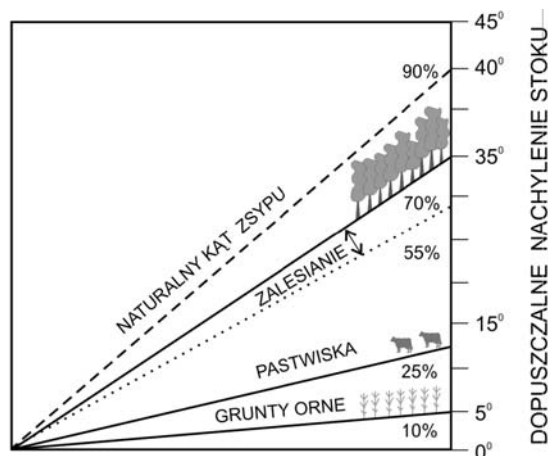
szkodliwy, zwłaszcza w przypadku gleb o pogorszonej strukturze, ponieważ zbyt wysoka zawartość wody ogranicza dostęp powietrza do korzeni i pobieranie składników pokarmowych.

Dla rekultywującego ważne jest określenie poziomu występowania wody gruntowej. Na glebach ornych zwierciadło wody gruntowej powinno się znajdować na głębokości około 0,7 m, zaś na glebach ciężkich od 1,2 do 2 m. Zwierciadło zbyt bliskie powierzchni skutkuje zmniejszonym transportem materiałów odżywczych i często krótszym okresem wegetacji. Niektóre rodzaje drzew, np. wierzba, topola, olsza, dobrze znoszą dłuższe podtopienie. Świerk i sosna potrafią przebić się do niżej leżących, lepiej napowietrzonych poziomów i rosnać dalej. Niektóre rodzaje obumierają w glebach z wysokim poziomem wody gruntowej, szczególnie mało natlenionych. W Polsce drzewa leśne, rosnące na odpowiadających im siedliskach, przejawiają maksymalny wzrost przy głębokości lustra wody gruntowej 0,8–1,5 m. Regularne wahania poziomu wód gruntowych nie mają dla wzrostu większego znaczenia, jeżeli utrzymują się w granicach 0,2–0,5 m.

## 2.2. Nachylenie stoku

Nachylenie skarp odkrywek i zwałowisk w chwili zamykania zakładów górniczych jest zazwyczaj strome. Nachylenie większe od  $5\text{--}10^\circ$  wyklucza uprawy rolne sprzętem zmechanizowanym, większe od  $15^\circ$  obsiewy traw i gospodarkę hodowlaną, a powyżej  $29\text{--}35^\circ$  uniemożliwia rekultywację leśną, zależnie od klimatu (rys. 6).

Strome stoki są podatne na erozję, splezywanie tworzącej się gleby i osuwiska. Według Wischmeiera i Smitha (1978) wielkość erozji, mierzona jako średni roczny ubytek warstwy gruntu, jest proporcjonalna do wskaźnika hydrologicznego (intensywności odpływu powierzchniowego względem opadów atmosferycznych), długości i nachylenia stoku, a od-



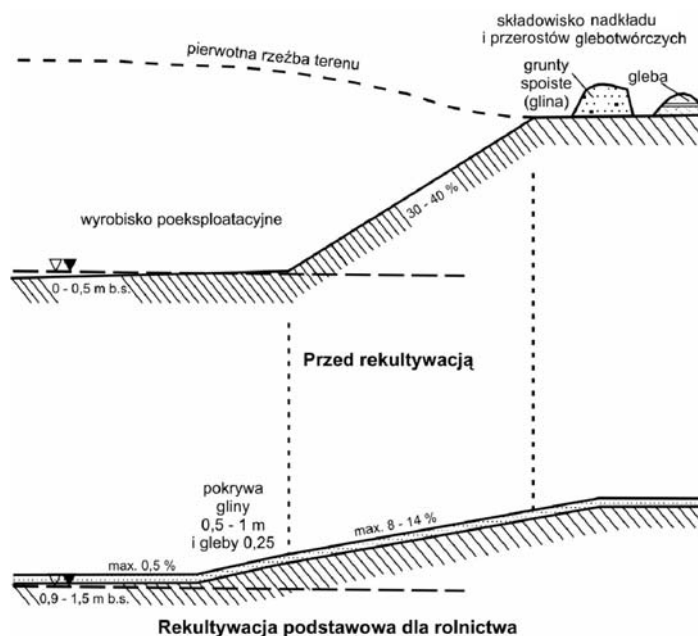
Rys. 6. Największe dopuszczalne nachylenie stoków w różnym zagospodarowaniu (Coppin, Bradshaw 1982, uzupełniono)

Fig. 6. Maximum slope inclinations in end-use options (Coppin, Bradshaw 1982, supplemented)

wrotnie proporcjonalna do wskaźnika pokrywy roślinnej. Erozja, która nasila się wraz wielkością zlewni i koncentracją odpływu, zagraża wszelkim budowiom a więc rewitalizacji terenów pogórnich w ogólności.

W praktyce rekultywacyjnej zmniejszenie nachylenia stromych stoków jest jednym z pierwszych kroków rekultywacji technicznej. Jest to jednak zadanie kosztowne i nie zawsze możliwe, gdyż wymaga zajmowania dużych powierzchni. Zmniejszenie nachylenia zboczy odkrywki, tak aby nadawała się na użytki rolne, można osiągnąć albo przez urabianie skał na jej obwodzie i powiększenie obszaru eksploatacji, na co potrzebna bywa oddzielna koncesja, albo przez wypełnienie wyrobiska gruntami dowożonymi z zewnątrz, np. nadkładem, odpadami (rys. 7). Trudności organizacyjno-techniczne i wysokie koszty skłaniają do mieszanego zagospodarowania pogórniczego – rolniczego i leśnego. Na stromych stokach drogi dojazdu do górnych poziomów odkrywek i zwałowisk, zaopatrzenie ich w wodę oraz budowa drenażu burzowego i implementacja sadzonek są przedsięwzięciami trudnymi. Na stokach nachylnych powyżej 5–10° utrudniona jest mechanizacja prac agrotechnicznych.

W praktyce geologiczno-inżynierskiej wylicza się nachylenie skarp na podstawie charakterystyki własności fizycznych gruntu: krzywej uziarnienia, spoistości, wilgotności, wytrzymałości na ścinanie. W suchym klimacie skarpy mogą być stromsze niż w umiarkowanym. Wieczna zmarzlina a nawet sezonowe przemarzanie i tajanie gruntów może wykluczyć trwałość skarp.



Rys. 7. Zmiana profilu wyrobisk przeznaczonych do zagospodarowania rolniczego wymuszająca przemieszczenia gruntów (Paulo 2005)

Fig. 7. Scheme of ground and space balance during technical reclamation of a pit for agriculture use (Paulo 2005)

Zazwyczaj przed rekultywacją formuje się w miarę niskie, tarasowate zwałowiska o rozległej wierzchowinie i niskich półkach poniżej niej, odwadnianych rowami. Wierzchowina powinna być tak uformowana, aby powstały niewielkie zlewnie na obrzeżu i jedna lub kilka obszarów bezodpływowych w części środkowej. Niecki odkrywek również tarasuje się.

Drugim istotnym zabiegiem przeciwerozijnym jest wprowadzenie traw, jako zwiększających retencję roślin pionierskich o rozległym systemie korzeniowym. Szybkie zadarnianie skarp ma kluczowe znaczenie dla sukcesu etapu rekultywacji biologicznej, dlatego jest on wspomagany. Stosuje się:

- 1) przykrycie jałowego gruntu cienką warstwą gleby, specjalnie zdjętej przy otwieraniu dostępu do złoża i magazynowanej w tym celu,
- 2) maty z geowłókniny,
- 3) hydronawożenie i zraszanie.

Podczas deszczów nawałnych małe rowki erozyjne na nie zadarnionym stoku zamieniają się w głębokie koryta i nawozy, które koncentrują odpływ zawiesiny. P. Southcott (1997) podkreślał, że żadna ze stosowanych technologii eksploatacji i rekultywacji technicznej nie radzi sobie z erozją skarp stromszych od 1:5 ( $>10^\circ$ ).

S. Gruszczyński i M. Trafas (1993) uznali kąt nachylenia skarp ( $\alpha$ ) za jeden z trzech najważniejszych wskaźników podatności zwałowisk odpadów pogórnich na rekultywację. Dwa pozostałe wskaźniki, to grubość i podstawowe własności fizyczne utworów glebotwórczych. Przydatność rekultywacyjna (wyliczana metodą Skawiny i Trafas 1971) jest ich zdaniem odwrotnie proporcjonalna do wartości tangens  $\alpha$ .

### 2.3. Klimat i nasłonecznienie

Klimat wpływa na intensywność procesów glebotwórczych, a z drugiej strony na erozję eoliczną i deszczową gleb, także na dostępność wody dla organizmów zasiedlających teren pogórnicy, bilans wodny w gruncie i wynikające stąd zasolenie. Każdy gatunek biologiczny ma swój optymalny i dopuszczalny zakres promieniowania słonecznego, temperatury zewnętrznej, zawartości wody w glebie i siły wiatru, które warunkują przeżycie, wzrost i reprodukcję (Mackenzie i in. 1998).

Zapotrzebowanie na energię słoneczną i wodę jest specyficzne dla każdego gatunku i zmienia się sezonowo. Znajomość średniej statystycznej wielkości opadów i potencjalnego parowania w regionie nie jest wystarczająca dla oceny właściwości wodnych gleb. W suchym klimacie potencjalne parowanie gruntu i transpiracja z nadziemnych części roślin są większe od średniego opadu, dlatego rozpuszczone sole koncentrują się w glebie zwiększając znacznie ciśnienie osmotyczne i alkalizację roztworu a następnie krystalizują na powierzchni. Niedobór wody w glebie prowadzi do rozwoju roślin słonolubnych i spadku produkcji roślinnej z hektara.

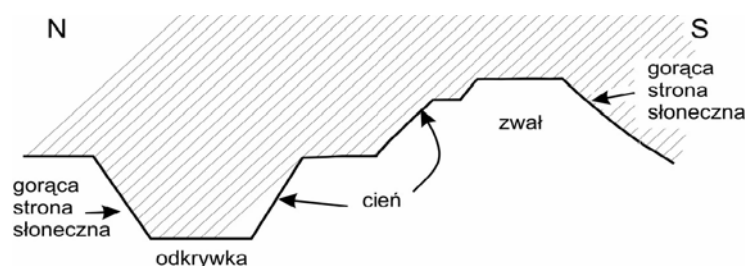
Asymilacja energii słonecznej przez chlorofil, wydajność metabolizmu i transpiracja zależą w dużym stopniu od temperatury otoczenia. Funkcje życiowe każdego gatunku mają swe graniczne temperatury i przedział optymalny. Okres roku, w którym średnie temperatury

dobowe są wyższe od  $5^{\circ}\text{C}$  i nie ma przygruntowych przymrozków, zwany okresem wegetacyjnym, zmienia się z położeniem geograficznym i wskazuje na czas, kiedy należy prowadzić rekultywację biologiczną.

Wystawienie stoku na silne i częste wiatry ma ujemny wpływ na wegetację. W takich warunkach transpiracja wzrasta do granicznego poziomu, co znajduje odbicie w deformacjach liści, małych owocach i innych uszkodzeniach.

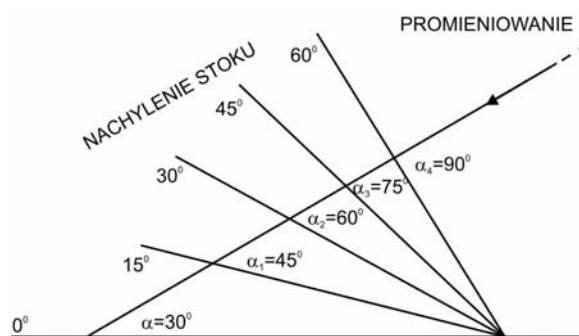
Rzeźba terenu, nachylenie i orientacja geograficzna stoku (rys. 8–10) oraz pokrywa roślinna modyfikują znacznie mikroklimat, a zwłaszcza temperaturę w różnych częściach terenu pogórniczego. Na grzbietach i stromych zboczach następuje denudacja inicjalnych gleb i podglebia. Składniki rozpuszczalne są transportowane w dół stoku, co powoduje wzbogacenie pedymentu w substancje odżywcze i wilgoć. W lokalnych depresjach następuje ogłębienie gleb.

Na powierzchni ciemnego gruntu temperatura w czasie słonecznego dnia jest wyższa nawet o  $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$  od zmierzonej dla celów meteorologicznych 1 metr nad powierzchnią gruntu w cieniu. Szerokość geograficzna i godziny dnia mają wpływ na cykle temperatur gleby w określonym miejscu. Wewnątrz wyrobisk znajdują się miejsca osłonięte od wiatru i zacienione. Wiele rodzajów roślin i zwierząt znajduje tam nisze ekologiczne i rozpoczyna



Rys. 8. Zróżnicowanie nasłonecznienia stosownie do orientacji geograficznej skarp (Paulo 2005)

Fig. 8. Sun heated and shadowed slopes resulting from geographic orientation (Paulo 2005)



Rys. 9. Zmiana kąta padania promieni słonecznych na skarpy o różnym nachyleniu (Paulo 2005)

Fig. 9. Variation of the angle of incidence with increasing slope inclination (Paulo 2005)

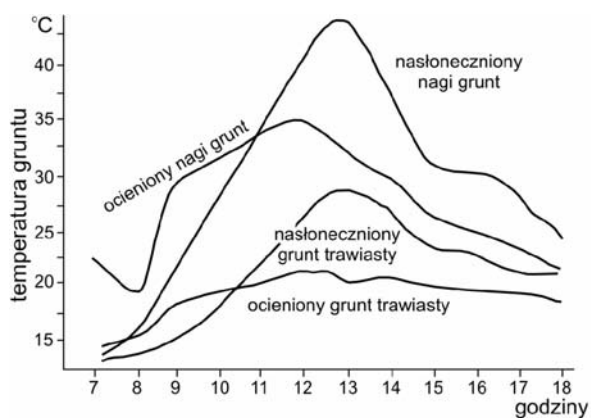


Fig. 10. Efekt zmiany kąta padania promieni słonecznych w ciągu dnia i pokrycia przez roślinność na temperaturę gleby (Geominero 1996)

Fig. 10. Effect of the daily change of the angle of incidence and the vegetation cover on soil temperature (Geominero 1996)

się spontaniczna rekultywacja biologiczna. To zróżnicowanie ekspozycji powoduje, że nawet w tych samych warunkach geologicznych i meteorologicznych efekty rekultywacji na różnych stokach bywają diametralnie różne.

Przegląd powyższych czynników, nie uwzględniając chwilowo materii glebotwórczej, która jest jeszcze bardziej złożona, wskazuje na wielofunkcyjny charakter przyrodniczych warunków rekultywacji. Obserwuje się tendencję do wykorzystania obserwacji naturalnego zarastania obszarów pogórnich jako syntetycznego kryterium podatności na biorekultywację (Krzaklewski 2001).

#### 2.4. Materiał glebotwórczy

Tereny pogórnice są pokryte w dużej mierze materiałem bezglebowym o zróżnicowanej litologii i własnościach fizycznych. Podejmując różne formy działalności inżynierskiej i agrotechnicznej lub przyrodniczej trzeba mieć świadomość, że zwłaszcza w dziedzinie gleb istnieje wielka różnorodność definicji i klasyfikacji, np. Soil Science Society of America uznaje dwie definicje ([www.soils.org](http://www.soils.org)) a klasyfikacje europejskie różnią się zarówno między sobą jak i od USA. Autor przyjął następującą definicję własną: „Gleba jest ożywionym tworem natury, powstałym z rozpadu i syntezy minerałów oraz materii organicznej i ich migracji. Otrzymuje i uwalnia pierwiastki odżywcze oraz wodę, chroni nasiona i rośliny od krańcowych temperatur, wytwarza zróżnicowaną biomasę, pokarm dla zwierząt i alternatywne źródła energii”.

W Polsce właściwości produkcyjne gleb znalazły odbicie w bonitacji gruntów oraz kompleksach (optymalnej) przydatności rolniczej, opracowanych przez IUNiG w Puławach. Nazwy kompleksów pochodzą od roślin wskaźnikowych dostosowanych do warunków siedliska i łączą zespoły gleb o zbliżonej przydatności i charakterystyce geomorfologicznej,

właściwościach wodnych, żyzności i produktywności. Zdolność zatrzymywania składników odżywczych (N, P, K, S, Ca) jest dziedziczona po składzie mineralnym skał macierzystych.

Ze względów agrotechnicznych grubość nieskalistej warstwy gruntowej wymagana do wytworzenia biologicznie aktywnej gleby wynosi 0,2–0,3 m dla traw, 0,5 m dla roślin uprawnych oraz 0,6–2 m dla drzew. W konsekwencji badania gruntów są prowadzone do głębokości 0,5 dla rekultywacji rolnej i 1,5 dla kierunku leśnego.

W praktyce rekultywacyjnej każdy teren wymagający naprawy gleb jest zaliczany do jednej z następujących klas:

- teren bezglebowy (wyrębisko skalne, osadnik itp.),
- teren o zdegradowanej glebie (z podaniem przyczyny degradacji – 3 przypadki):
  - hydrologicznie: nadmiernie wysuszonej lub zawodnionej,
  - chemicznie: zakwaszone, alkalizowane lub zasolone, skażone biologicznie, przez WWA, PCB, metale ciężkie itp.,
  - mechanicznie: zagęszczone.

W Polsce są używane powszechnie dwie klasyfikacje: Skawina, Trafas (1971) dla gruntów o potencjalnym użytkowaniu w przyszłości, oraz Krzaklewskiego (2001) dla opuszczonych przez co najmniej kilka lat terenów przemysłowych.

Wymagania upraw oraz zalety i niedogodności wprowadzania roślin na tereny pogórnice zostały omówione m.in. w pracy Williamson, Bradshaw (1982), podręczniku Geominero (1996), a czytelnikowi polskiemu przybliżone przez autora (Paulo 2005).

### 3. Proces wyboru

Do analizy konkretnego przypadku zagospodarowania pogórnicego służą narzędzia wstępnego ujęcia i przybliżenia problemu (tab. 5). W ślad za nią będzie się prowadzić ocenę i porówna różne alternatywy według schematu na rysunku 11. Proponowana metodyka zawiera 4 etapy i jest analogiczna do procedury oceny projektów poszukiwań geologicznych. Tu celem jest zaprojektowanie użytkowania terenów pogórnicego odpowiednio do warunków przyrodniczych, społecznych i gospodarczych w otoczeniu złoża. Tak samo jak w innych procedurach etapowych podejmuje się decyzje pozwalające na przejście do kolejnej fazy albo na powrót do fazy początkowej. Jest to więc procedura iteracyjna i w praktyce nieuniknione są nakładki różnych etapów.

Na ogół wstępne rozważenie czynników gospodarczo-społecznych eliminuje pewną ilość kierunków potencjalnego użytkowania terenu. W toku zapętlonego procesu konieczne jest inne formułowanie scenariuszy alternatywnych, wprowadzanie nowych danych lub zmiana celów założonych na początku.

Pierwszy etap trwa krótko i często ogranicza się do przeglądu cech społecznych i gospodarczych otoczenia, użytków obecnych, przyrostu ludności i planów rozwoju gospodarczego. W tym etapie zaleca się utrzymywanie bliskich kontaktów z planistami i samorządami.

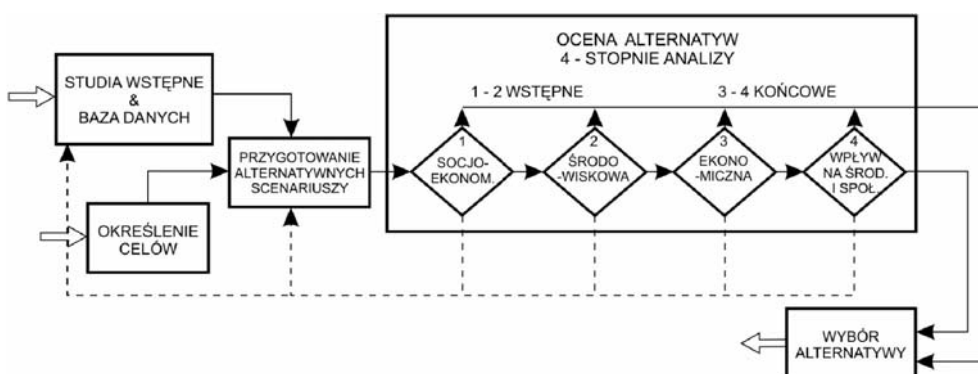
TABELA 5

Porównanie korzyści różnego zagospodarowania pogórniczego w klimacie umiarkowanym (Coppin, Box 1998)

TABELA 5

Relative benefits of land-use options in temperate climates (Coppin, Box 1998)

Użytkowanie		Korzyści		
		Gospodarka	Krajobraz	Przyroda
Rolnictwo	Grunty orne	Średnie do dużych po pewnym czasie	Duże, tam gdzie lany upraw są zróżnicowane. Umiarkowane, jeśli są uprawy wielkoobszarowe	Bardzo małe, chyba że wprowadzi się rolnictwo ekologiczne
	Pastwiska	Srednie do dużych dla hodowli bydła	Duże, tam gdzie zachowano dawne granice gospodarstw	
	Ląki	Małe	Umiarkowane do dużych, zależnie od roślinności	Srednie, lecz intensywny wypas niszczy pewne rośliny
Leśnictwo	Drewno lub masa celulozowa	Średnie, lecz długi czas zwrotu nakładów	Średnie, jeśli dobrze zaplanowane	Małe, gdy monokultura, dość duże na zróżnicowanych uprawach
Uprawy energet.	Biomasa	Średnie		Małe do średnich, zależnie od upraw
Ochrona	Przyroda	Małe, chyba że stanowi część parku	Duże, szczególnie gdy są różnorodne siedliska i rozległe obszary	Duże
	Dziedzictwo kultury materialnej		Duże, jeśli zachowane są elementy lokalnego krajobrazu	Średnie do dużych
Rekreacja i turystyka	Intensywne (golf, wędkarstwo)	Duże, może być powiększone turystyką	Małe do średnich, zależnie od aktywności	Małe do średnich, zależnie od aktywności
	Ekstensywne (spacery, przejażdżki)	Średnie, jeśli dostęp przez klub	Małe do średnich	Małe do średnich
Zabudowa	Przemysł i handel	Duże, jeśli koszt sanacji nie nadzbyt wysoki	Małe do średnich, zależnie od rodzaju zabudowy	Małe



Rys. 11. Schemat procesu oceny alternatywnego zagospodarowania pogórniczego (Sweigard, Ramani 1986)

Fig. 11. Process of the evaluation of land-use alternatives (Sweigard, Ramani 1986)



W drugim etapie wykonuje się wstępną analizę środowiska przyrodniczego bez wchodzenia w szczegóły. Przy pomocy list sprawdzających (Radwanek-Bąk 2005) dokonuje się przeglądu poszczególnych czynników środowiskowych, aby wykryć czy istnieją przeszkody dla określonego użytkowania. Na przykład niska bonitacja rekultywacyjna gruntów wyklucza użytkowanie rolne a wyrobisko wśród skał pirytonośnych wyklucza wykorzystanie kąpieliskowe i zbiornik retencyjny wody pitnej, gdyż prowadzi do kwaśnych odcieków i nie spełnienia norm jakości wody komunalnej.

W trzecim etapie bywają niezbędne poprawki i uzupełnienia do wstępnych planów użytkowania. Końcowa analiza ekonomiczna może mieć kilka postaci. Najprostsza analiza ocenia wartość sprzedażną terenu po dokonaniu rekultywacji w oparciu o realną wartość rynkową nieruchomości w tej okolicy. Po stronie nakładów znajdują się koszty niezbędne do przekształcenia terenu pogórniczego w określony użytek. Bardziej złożoną jest alternatywa wyliczenia końcowej wartości terenu lub przychodu z odzyskanego terenu, np. rolniczego, w postaci ogólnego strumienia finansowego inwestycji (Sweigard, Ramani 1986).

W końcowym etapie oceny stosuje się techniki analityczne rozwinięte w ekologii i socjologii do wyboru między alternatywnymi planami. Etap ten realizuje się tylko wówczas, gdy wcześniej wykazano, że istnieją dwa lub więcej kierunków opłacalnego lub innego użytkowania terenu pogórniczego, zgodnego z koncepcją zrównoważonego rozwoju regionu. Metodą stosowaną do OOS jest macierz Leopolda (Radwanek-Bąk 2005). Preferowane są użytki, które mogą jednocześnie godzić kilka funkcji (rys. 12).

Innym sposobem oceny użyteczności terenu pogórniczego jest zastosowanie Klasyfikacji Przydatności Terenu wprowadzonej w Wielkiej Brytanii (UK Land Use Capability Classes). Kryteriami tej klasyfikacji są: nachylenie stoku, struktura gruntu i kamienistość, wilgotność (drenaż i dostępność wody dla roślin), klimat i zagrożenie erozją (tab. 6 i 7). Nie rozpatruje się żyzności gleby i zarządzania terenem, gdyż czynniki te mogą być zmieniane.

UPRAWY ROLNE	UPRAWY ROLNE	ŁĄKA	PASTWISKO	LAS	DOMY MIESZKAL.	PRZEMYSŁ	REKREACJA	PARK	ZAOPATRZ. W WODĘ	UGÓR
ŁĄKA	●									
PASTWISKO	●	●								
LAS	●	●	●							
DOMY MIESZKALNE	●	●	●	●						
PRZEMYSŁ	●	●	●	●	○					
REKREACJA	●	●	●	●	●	○				
PARK	○	○	○	○	○	○	○			
ZAOPATRZ. W WODĘ	○	○	○	○	○	○	○	○		
UGÓR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

Rys. 12. Matrix of land-use compatibility (Geominero 1996)

Rys. 12. Macierz zgodności wielofunkcyjnego użytkowania terenu (Geominero 1996)

TABELA 6

Kryteria określania klas przydatności terenu do rekultywacji (Coppin, Bradshaw 1982)

TABLE 6

Criteria for land suitability classification for reclamation (Coppin, Bradshaw 1982)

Czynnik	Klasy przydatności (w kolejności malejącej)						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Charakterystyka miejsca							
Największe nachylenie stoku [°]	6	7	11	25	25	25	25
Strefa klimatyczna*	I	I	I i II	I–III	I–III	I–III	I–III
Wysokość n.p.m. najwyższych miejsc	150	230	230	380	550	600	600
Zagrożenie erozją	bardzo małe	małe	małe	średnie	dość duże	duże	duże
Drenaż [częstość podtopienia raz/x lat]	dobry	średni	słaby	słaby [1–5]	słaby [1–3]	słaby [często]	słaby, brak
2. Charakterystyka gruntu glebotwórczego							
Ilość dostępnej wody [mm/rok] [lub mm/m głębokości]	250 [50]	200 [40]	120 [25]	80 [20]	80	50	–
Zasięg głębokościowy korzeni [m]	2,0	1,5	0,75	0,5	0,3	–	–
Rodzaj gruntu**	L,I,M	G,I,MSk	A Sk	A Sk	A Sk	Sk	skała
Kamienistość [% ziarn 25 mm]	1	5	15	50	50 pojed. otoczaki	50 otoczaki	gruz skalny
Odczyn pH	5,5–7,5	5,5–7,5	5–8	4,5–9	4,5–9	4,5–9	–

\* Strefy klimatyczne W. Brytanii w sezonie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień), suma opadów i średnia najwyższa temperatura dnia: I <100 mm, >15°C; II <300 mm, >14°C, III >300 mm, <14°C

\*\* A – piasek, I – il, L – less, G – glina, M – muł, Sk – grunty szkieletowe, skaliste

Te same kryteria są używane nie tylko do oceny przydatności obszaru zrekultywowanego, ale również do określenia środków, które trzeba wziąć pod uwagę przed uzdatnianiem terenu do użytku (Coppin, Bradshaw 1982).

Wydaje się, że inne metody analizy wielokryterialnej, np. metoda AHP (Saaty 1990), oraz analiza ryzyka (Gworek, Barański 2005) mogą tu mieć zastosowanie.

Dodatkowymi zagadnieniami, które wymagają badań naukowych oraz nowych rozwiązań organizacyjnych i prawnych, są ocena zasobów środowiska w likwidowanych okręgach górniczych (Paulo 2001a, b; Paulo, Kurnicki 2001) oraz ochrona zasobów likwidowanych

TABELA 7

Użytkowanie ziemi stosownie do klas przydatności terenu (Coppin, Bradshaw 1982)

TABLE 7

Land-use due to capability classes (Coppin, Bradshaw 1982)

Użytki	Klasy przydatności						
	1	2	3	4	5	6	7
Rolne – wydajne	+	+					
– średnio wydajne	+	+	+				
– mało wydajne	–	–	+	+			
Pastwiska – wydajne	–	+	+	+			
– średnio wydajne	–	–	+	+	+		
– mało wydajne	–	–	+	+	+	+	
Lasy	–	–	–	+	+	+	
Tereny wypoczynkowe	–	–	–	+	+	+	+
Siedliska fauny	–	–	–	–	+	+	+

kopalń (Nieć 2003). Nowe zagospodarowanie terenu powinno umożliwić w przyszłości dostęp do niewykorzystanych zasobów złóż.

### Wnioski

1. Każdy projekt wykorzystania przestrzeni, w tym projekt zagospodarowania złoża (PZZ) i plan ruchu likwidowanej kopalni (PRLK), powinny być oparte na zasadach rozwoju zrównoważonego i kompleksowym rachunku ekonomicznym. W niektórych przypadkach dochód z nowego użytku (np. składowiska odpadów) może być większy niż z tych samych działek terenu w okresie przedekspluatacyjnym. Tak zaplanowana działalność górnicza pełni jednocześnie rolę technicznego urządzenia terenu.
2. Najważniejszymi czynnikami przyrodniczymi, które determinują rekultywację biologiczną obszaru pogórniczego są warunki wodne, rzeźba terenu a zwłaszcza nachylenie skarp, klimat i dostępny materiał glebotwórczy. Duże znaczenie ma ewentualna obecność niewykorzystanych zasobów, uznanych za nieprzemysłowe. Innymi podstawowymi czynnikami są wielkość wyrobisk powierzchniowych i zwałowisk oraz całego obszaru do zagospodarowania a także użytkowanie terenu dokoła.
3. Na terenach zurbanizowanych decydujące znaczenie mają czynniki gospodarczo-społeczne i geograficzne.
4. Należy oczekiwać wypracowania i szerokiego stosowania procedur wyboru i analiz wielokryterialnych oraz wymagania przez administrację bardziej konkretnego określenia sposobu rewitalizacji w projektach zagospodarowania złoża.

5. Prawdopodobieństwo optymalizacji kosztów i realnej rewitalizacji wzrasta w przypadku wczesnego przekazania terenu pogórniczego docelowemu użytkownikowi.
6. Na terenach górniczych, historycznego górnictwa oraz tych, w których likwiduje się górnictwo istnieje potrzeba edukacji samorządów i redaktorów środków przekazu w zakresie potencjału i ograniczeń rewitalizacji.

## LITERATURA

- Bogdanowski J., 1994 – Metoda jednostek i wewnątrz architektoniczno-krajobrazowych (JARK-WAK) w studiach i projektowaniu. Wyd. Politechniki Krakowskiej.
- Burnat B., 2000 – Budowa stawów rybnych a nielegalne wydobywanie kruszywa naturalnego. *Kopaliny pospolite*, 4 (25), 1.
- Coppin N.J., Box J., 1998 – Sustainable rehabilitation and revegetation: The identification of after-use options for mines and quarries using a land suitability classification involving nature conservation. [In:] Fox et al. (eds.): *Land reclamation: Achieving sustainable benefits. Proc. of the 4<sup>th</sup> Int. Conf. Nottingham*, 560 p.
- Coppin N.J., Bradshaw A.D., 1982 – Quarry reclamation. *Mining Journal Books*.
- Davis T.S., Margolis K.D. 1979 – *Brownfields: A comprehensive guide to redeveloping contaminated property*. Amer. Bar Ass. Chicago, 703 p.
- DOD ETTC 1994 – Remediation technologies screening matrix and reference guide. DOD Env. Technol. Transfer Comm. (EPA/542/B-94/013).
- Eikmann T., Klocke A., 1991 – Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoffe in Böden. *Mitt. VDLUFA*, 1, 19–26.
- EPA 1993 – Assessing federal databases for contaminated site clean-up technologies. EPA (<http://www.ntis.gov>).
- Fajkiewicz Z., 2001 – Znaczenie badań geofizycznych w procesie przywracania wartości użytkowych terenom naruszonym dokonaną eksploatacją górnictwem. *Materiały Sympozjum Warsztaty 2001 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie IGSMiE PAN, Kraków*, 45–86.
- Geominero 1996 – *Manual de restauracion de terrenos y evaluacion de impactos ambientales en mineria*, 3<sup>a</sup> ed. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Głogowska M., 2005 – A geological education route across post-mining areas of the Trzebinia commune. *Pol. Geol. Inst. Special Papers*, 17. Warszawa, 22–27.
- Głogowska M., 2007 – *Walory edukacyjne odsłonięć geologicznych i obiektów górniczych w okolicy Trzebini*. Rozprawa doktorska. Archiwum Bibl. Głównej AGH, Kraków.
- Gołda T., 2005 – *Rekultywacja*. Skrypty uczelniane AGH 1678. Uczelnie Wyd. Nauk.-Techniczne. Kraków, 108 s.
- Greinert A., 2000 – *Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych*. Wyd. Polit. Zielonogórskiej. Zielona Góra, 216 s.
- Gruszczyński S., 2001 – *Rekultywacja terenów przekształconych działalnością górnictwem*. [W:] Ostrowski J. (red.) *Ochrona środowiska na terenach górniczych*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 225–229.
- Guzik J., 2004 – *Walory geoturystyczne okolicy Andacollo, Chile*. Praca magisterska, Archiwum Kat. Analiz Środ., Kartografii i Geol. Gosp. AGH, Kraków.
- Gworek B., Barański A., 2005 – Use of risk assessment method in decision-making for the brownfields reclamation. *Pol. Geol. Inst. Special Papers*, 17. Warszawa, 34–38.
- ICRCL 1983 – *Guidance on the assessment and redevelopment of contaminated land*. UK Interdept. Comm. for the Redevelop. of Contaminated Land., Dep. of Env. London.
- Irmieński W., 1998 – *Identyfikacja i badania starych składowisk zlokalizowanych w różnych warunkach geologicznych na obszarze środkowej części zlewni rzeki Pilicy – implikacje geosozologiczne*. Manuskrypt rozprawy doktorskiej. Archiwum PIG Warszawa.

- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kurdybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch C., 1995 – Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Bibl. Monit. Środ. Warszawa.
- Kibert Ch.J., Vetica T.M., Kibert N. 1999 – Turning brownfields into vital community assets. Neighbor. Reinv. Training Inst. Washington, 106 p.
- Koźma J., 2000 – Projekt zagospodarowania obszaru poeksploatacyjnego na przykładzie złoża kruszywa naturalnego „Lenartowice”. Prz. Geol. 48 (6), 523–526.
- Król L., 2005 – Wydobycie kruszywa naturalnego a budowa stawów rybnych w świetle wymagań technicznych i przepisów prawa. Gosp. Sur. Min., 21 (2), 83–88.
- Krzaklewski W., 1988 – Leśna rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie nieużytków przemysłowych. Skrypt AR w Krakowie.
- Krzaklewski W., 2001 – Rekultywacja terenów pogórnich i przemysłowych. Aura 9–11/2001.
- Kształtowanie 2003 – Kształtowanie krajobrazu terenów poeksploatacyjnych w górnictwie. Międzynar. Konf. AGH, PK, SAKKUiA PAN Kraków.
- Lejczak J., 1969 – Zasady stosowania budownictwa zastępczego na terenach górniczych. Wyd. Śląsk. Katowice.
- Limanówka J., Sośniak E., 2006 – Rekultywacja w BOT KWB Bełchatów S.A. Górnictwo Odkrywkowe, 3–4, 187–191.
- Lis J., Pasieczna A., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska. 1:25 000. Promocyjny arkusz Śląsk. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 77.
- Łączny J.M., Pałasz J., 2005 – Zarządzanie terenami zdegradowanym w gminie. II Konf. z cyklu Instrumenty Zarządzania Ochroną Środowiska. AGH Kraków, 95–102.
- Maciak F., 1999 – Ochrona i rekultywacja środowiska, wyd.2. Wyd. SGGW Warszawa. 418 s.
- Mackenzie A., Ball A.S., Virdee S.R., 1998 – Instant notes in ecology. BIOS Sc. Publ. Ltd., 396 s.
- MNDM 1992 – Rehabilitation of mines: Guidelines for proponents. Ontario Min. of Northern Dev. and Mines, Sudbury.
- Naworyta W., 2007 – Klasyfikacja sposobów rekultywacji oraz czynników determinujących ich wybór na przykładzie rekultywacji terenów poeksploatacyjnych KWB „Konin”. [W:] Rekultywacja terenów pogórnich i waloryzacja krajobrazu w Konińskim Okręgu Wydobycia Węgla Kamiennego, 53–69. Wyd. Art-Tekst, Kraków.
- Nieć M., 2003 – Problemy ochrony złóż kopalin. Prz. Geol. 51 (10), 870–875.
- Olećka K., 2007 – Uwarunkowania sozologiczne wykorzystania zasobów perspektywicznych i zagospodarowania wyrobisk poeksploatacyjnych w dolinie Soły poniżej Kęt (rozprawa doktorska, maszynopis). Biblioteka Główna AGH, Kraków.
- Ostręga A., 2001 – Odkrywkowe wyrobisko poeksploatacyjne parkiem sztuki i ekologii. Miesięcznik WUG, 11. Katowice, 27–30.
- Ostrowski J. (red.), 2001 – Ochrona środowiska na terenach górniczych. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków. 308 s.
- Parris J.W., 1983 – Conservation and reclamation for mine lands. A handbook for recommended practices for mining operations. South Carolina Land Resource Commission, Div. of Mining and Reclamation.
- Pasieczna A., 2003 – Atlas zanieczyszczeń gleb miejskich w Polsce. Państw. Inst. Geol. Warszawa. 83 s.
- Paulo A., 2001a – Uwarunkowania środowiskowe docelowego zagospodarowania terenów pogórnich okręgu olkuskiego. Prz. Geol., 49 (8), 728–733.
- Paulo A., 2001b – Wycieczka B: Geologiczne perspektywy i ograniczenia gospodarki przestrzennej w likwidowanym olkuskim okręgu eksploatacji rud Zn-Pb. Przewodnik 72 Zjazdu PTG. PiG Kraków, 53–54.
- Paulo A., 2005 – Economical and natural conditions applicable to the development of post-mining areas. Pol. Geol. Inst. Special Papers, 17. Warszawa, 49–69.
- Paulo A., Głogowska M., 2003 – Przewodnik po geologicznej ścieżce dydaktycznej. Urząd Miasta Trzebinia. 52 s.
- Paulo A., Kurnicki R., 2001 – Geozologiczne uwarunkowania gospodarki przestrzennej: Ocena zasobów na obszarach konfliktowych jako element procesu decyzyjnego. Prace studialne w dolinie Wisły od ujścia Dłubni do ujścia Raby. [W:] Mat. Konf. „Nauki o Ziemi w badaniach podstawowych, złożowych i ochronie środowiska na progu XXI wieku. Wyd. GGIOŚ AGH. Kraków, 261–264.

- Pietrzyk-Sokulska E., 2005 – Kryteria i kierunki adaptacji terenów po eksploatacji surowców skalnych. *Studia, Rozprawy, Monografie*, 131. IGSMiE PAN, Kraków.
- PIOŚ 1996 – Podręcznik badania starych składowisk – ocena, podstawy badawcze. *Bibl. Monitoringu Środ.* Warszawa, 207.
- Popiołek E., Ostrowski J., 2001 – Ocena przydatności do zagospodarowania terenów górniczych likwidowanych kopalń. *Szkoła Ekspł. Podz., Szczyrk: Warsztaty nt. Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym*, 443–454. IGSMiE PAN, Kraków.
- Prawo GiG, 1994 – Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z dnia 4.02.1994. *Dz. Ustaw z 2005 r.*, nr 228, poz. 1947.
- Radwanek-Bąk B., 2005 – Gospodarka zasobami kopalni skalnych w Karpatach Polskich w warunkach zrównoważonego rozwoju. *Prace PIG*, 183. Warszawa.
- Rostański K.M., 2001 – Zieleń parkowa jako wynik naturalnej sukcesji. *Materiały Sympozjum Warsztaty 2001 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie*. IGSMiE PAN, Kraków, 173–187.
- Rozporządzenie MŚ 2002 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. *Dz.U.* 02.165.1359 z dnia 4. 10.2002 r.
- Rutkowski J., 1997 – Przekształcenie terenu na skutek działalności górnictwa odkrywkowego: Fakty i wyobrażenia. [W:] *Górnictwo odkrywkowe a ochrona środowiska. Fakty i mity*. Konf. AGH. Wyd. Seriotum, Kraków, 235–247.
- Rybicki S., 1995 – Geodynamika i geoinżynieria środowiska. [W:] Paulo A. (red.) *Ochrona środowiska i zasobów mineralnych*, 24–28. Wyd. IGSMiE PAN.
- Saaty T.L., 1990 – How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48, 1, 9–26.
- Sara M.N., 2003 – Site assessment and remediation handbo Lewis Publ. Boca Raton.
- Siemion S., 1973 – Społeczno-gospodarcze i przyrodniczo-techniczne kryteria określania kierunków zagospodarowania gruntów zdegradowanych i zdewastowanych. *Wyd. IUNG, Puławy*.
- Skawina T., Trafas M., 1971 – Zakres wykorzystania i sposób interpretacji wyników badań geologicznych dla potrzeb rekultywacji. *Ochrona Terenów Górniczych*, 16, 3, 10.
- Stachowski P., Szafranski C., Kozaczyk P., 2003 – Zdolności retencyjne gruntów pogórnicznych po rekultywacji technicznej. *Rocznik Ochrony Środowiska. Środkowo-Pomorskie Tow. Naukowe Ochrony Środowiska*. Koszalin, 131–142.
- Strzyszczyk Z., 1997 – Opracowanie projektu technicznego rekultywacji wyrobiska w sektorze 3 Pola Siersza. *Inst. Podstaw Inż. Środowiska PAN, Zabrze*.
- Sweigard R.J., Ramani R.V., 1986 – Site planning process: Application to land use potential evaluation for mined land. *Mining Eng.*, 6.
- Szwedo J., Woźniak G., Kubajak A., Wypało H., Rak W., 1998 – Ścieżki dydaktyczne po terenach rekultywowanych Kopalni Piasku „Szczakowa” S.A. *Wyd. Kubajak, Krzeszowice*. 88 s.
- Tokarska-Guzik B., 2001 – Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórnicznych. *Materiały Sympozjum Warsztaty 2001 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie*. IGSMiE PAN, Kraków, 209–222.
- Twardowska I., Szczepańska J., Witczak S., 1988 – Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne. *Obecne zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie*. *Prace i Studia Inst. Podst. Inż. Środowiska*, 35. Zabrze. 251 s.
- Tyc A. 1990 – Formy zapadliskowe w krasie Olkuskiego Okręgu Rudnego wywołane działalnością górnictwem i pompowaniem wód. *Zesz.Nauk. AGH, 1368, Sozologia i Sozotechnika*, 32, 99–112.
- Uberman R., 1999 – Możliwości i przykłady wykorzystania odkrywkowych wyrobisk do składowania odpadów. *Węgiel Brunatny*, 2, 19–25.
- Uberman R., Ostrega A., 2003 – Metoda projektowania zagospodarowania dużych i zróżnicowanych kompleksów poeksploatacyjnych [W:] *Kształtowanie krajobrazu terenów poeksploatacyjnych w górnictwie*. Międzynar. Konf. AGH, PK, SAKKUiA PAN Kraków, 243–253.
- Uberman R., Ostrega A., 2004 – Sposoby rekultywacji i zagospodarowania zwałowisk nadkładu i składowisk odpadów górniczych. *Górnictwo Odkrywkowe*, 46, 7–8, 80–87.
- UNESCO, 2004 – Operational Guideline for National Geoparks Seeking UNESCO’s Assistance (Global UNESCO Network of Geoparks). UNESCO, Paris, 1–14.

- Urban J., 2007 – Wstępne założenia dla wniosku Geoparku Kielce o przyjęcie do Europejskiej Sieci Geoparków. Dokument Inst. Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
- Urban J., Wróblewski T., 2004 – Chęciny-Kielce Landscape Park – an example of officially not proclaimed geopark. Pol. Geol. Inst. Special Papers 13, 131–136.
- Verraes G., 2005 – Panorama about post-mine residuals risk. Pol. Geol. Inst. Special Papers, 17. Warszawa, 84–88.
- Warhurst A., Noronha L., 2000 – Environmental policy in mining: Corporate strategy and planning for closure. Levis Publ. Boca Raton, 201 p.
- Williamson, Bradshaw 1982 – Mine waste reclamation. Mining Journal Books, London.
- Zawadzki J., 2000 – Podstawy gleboznawstwa. PIWRiL, Warszawa.

#### PRZYRODNICZE OGRANICZENIA WYBORU KIERUNKU ZAGOSPODAROWANIA TERENÓW POGÓRNICZYCH

##### Słowa kluczowe

Tereny pogórnice, rekultywacja, rewitalizacja, warunki przyrodnicze, kryteria decyzyjne

##### Streszczenie

Nadanie nowej użyteczności terenom pogórnim jest uwarunkowane przede wszystkim czynnikami przyrodniczymi w konkretnym miejscu, które determinują rekultywację biologiczną: warunkami wodnymi, rzeźbą terenu, klimatem i podłożem gruntowym, przydatnym w różnym stopniu do rozwoju gleby. Duże znaczenie ma ewentualna obecność niewykorzystanych zasobów, uznanych za nieprzemysłowe, których ochrona wymaga niekonfliktowego zagospodarowania powierzchni. Innymi podstawowymi czynnikami są wymiary wyrobisk powierzchniowych i zwałowisk oraz całego obszaru do zagospodarowania a także użytkowanie terenu dookoła. Na terenach zurbanizowanych czynniki gospodarczo-społeczne i geograficzne są zwykle ważniejsze od przyrodniczych.

W Europie preferowana była rekultywacja biologiczna w kierunku rolnym, leśnym lub wodnym, stosownie do środowiska przyrodniczego. Uwarunkowania i ograniczenia alternatywnego użytkowania terenu stanowią treść głównej części artykułu. Obejmują one głębokość zwierciadła wód gruntowych i intensywność infiltracji, rzeźbę terenu a zwłaszcza nachylenie skarp i ekspozycję stoku, a także klimat, dostępny materiał glebotwórczy i możliwe do pogodzenia wielofunkcyjne użytkowanie różnych części terenu. Zobowiązanie przywrócenia warunków przyrodniczych pomaga w uzyskaniu akceptacji społecznej dla projektów zagospodarowania złoża i ocen oddziaływania na środowisko inwestycji górniczych.

Alternatywne kierunki rewitalizacji: przemysłowy, osiedlowo-usługowy i rekreacyjno-sportowy wymagają ukształtowania terenu i zbadania warunków geologiczno-inżynierskich lecz przywrócenie produktywności gleb ma dla nich trzeciorzędne znaczenie. Odgrywają natomiast rolę czynniki ogólno-ekonomiczne, społeczne, kulturowe, prawne i technologiczne.

Proces decyzyjny wyboru zagospodarowania pogórnego jest oparty na wielu kryteriach. Opisano dwa podejścia. Jednym jest próba hierarchizowania czynników i ustalania standardowych procedur wyboru. Drugie podejście preferuje kreatywność projektantów, którzy dążą do optymalnego wykorzystania unikalnego zestawu cech terenu pogórnego, tzw. ducha miejsca, trudnego do standardowej oceny. Opisano narzędzia wyboru alternatywnych kierunków zagospodarowania.

Autor postuluje, by samorzady wymagały nie tylko określenia ogólnego kierunku rekultywacji/rewitalizacji w projektach zagospodarowania złóż lecz wyspecyfikowania przyszłej funkcji terenu wraz z jej atrybutami. Pożądane jest jak najwcześniejsze znalezienie użytkowników terenu pogórnego oraz edukacja administracji lokalnej i środków przekazu o potencjale i ograniczeniach rewitalizacji.

## NATURAL CONSTRAINTS OF CHOOSING DETERMINED DIRECTIONS OF POST-MINING DEVELOPMENT

## Key words

Post-mining areas, reclamation, revitalization, natural conditions, decision criteria

## Abstract

Reclamation of post-mining lots depends principally on natural conditions existing in the mining area: ground water level and inflow, slope inclination, climate and available soil-forming material. The presence of unexploited mineral resources remaining in the lots calls for protection, i.e. such development which will allow future access to it. Other important constraints are: dimensions of the open pits, waste dumps, and total mine area, as well as land-use in surrounding grounds. In the urbanized areas socio-economic and geographic factors appear more important than natural constraints.

In Europe usually bio-reclamation has been preferred resulting in creation arable lands, forest grounds or water ponds. Natural conditions indispensable in obtaining success are generally known there. These conditions and constraints of alternative land use are presented in the main body of the paper. They include water conditions and drainage, slope inclination, local climate and exposure, soil-forming properties of superficial grounds, and compatibility of multifunctional land-use. The pledge that the nature will be reintroduced helps in social acceptance of environmental impact statements and further mining projects. In alternative revitalization types, such as formation of industrial, housing, service sector, and recreational-sport grounds combined with land shaping, the reconstruction of productive soil is of minor importance. General economic, social, cultural, juridical, and technological factors play also their role there.

Decision making process on post-mining development is complex and multicriterial one. Two approaches are observed. The are attempts to rank the factors and determine the criteria of optimal type of redevelopment and establishing standard procedures. On the other hand an individual set of conditions in a mine site stimulates creativity of designers and leads to such projects, which are functional and well composed with the local environment. Tools for alternative project selection were described.

Present author postulates demanding by local governments clear specification of post-mining development in the mining projects, an early search for developers/users of the post-mining lots, better education of local administration and mass media about revitalization potential and constraints.