

Zmiany struktury świadczeń ekosystemów na obszarach pogórnich. Przykład odkrywki Kazimierz w Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego

The changes of the ecosystem service structures in post-mining areas.
The case of Kazimierz open pit in the Konin Lignite Basin



Dr hab. Katarzyna Fagiewicz*)



Mgr Mateusz Sobera**)

Treść: Artykuł przedstawia koncepcję świadczeń ekosystemów jako propozycję rozwiązania metodycznego zastosowanego w ocenie wpływu górnictwa węgla brunatnego na środowisko przyrodnicze i społeczno-kulturowe. Analiza zmian świadczeń ekosystemów w obszarach górniczych pozwala uzyskać syntetyczną informację o utraconych w wyniku działalności górniczej korzyściach, czerpanych z ekosystemów oraz możliwościach kreowania w procesie rekultywacji nowych geosystemów pogórnich, o zróżnicowanym potencjale, zależnym od wizji rozwoju obszaru pogórnich i dostosowanym do potrzeb lokalnej społeczności. Artykuł podkreśla znaczenie rekultywacji terenów pogórnich w kształtowaniu poziomu i struktury świadczeń ekosystemów, zgodnie z priorytetami określonymi w planowaniu przestrzennym. Badaniem objęto obszar odkrywki Kazimierz zlokalizowanej w Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego.

Abstract: This paper presents the concept of ecosystem services as a proposal of a methodical solution used in the assessment of the impact of lignite mining on natural and socio-cultural environment. Analysis of changes in ecosystem services in mining areas provides synthetic information on the benefits lost as a result of mining activities, the benefits derived from the ecosystems as well as the possibilities of creating new post-mining geosystems during the process of reclamation, with varying potentials, depending on the vision for the development of the post-mining area and adapted to the needs of the local community. The paper emphasizes the importance of the reclamation of post-mining areas in shaping the level and structure of ecosystem services in accordance with the priorities defined in the spatial planning. The research covered the open-pit area of Kazimierz, located in the Konin Lignite Basin.

Słowa kluczowe:

górnictwo węgla brunatnego, rekultywacja obszarów pogórnich, świadczenia ekosystemów

Keywords:

lignite mining, post-mining reclamation, ecosystem services

1. Wprowadzenie

Według założeń Polityki Energetycznej przyjętej przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 r., rolę stabilizatora bezpieczeństwa energetycznego kraju w perspektywie XXI wieku nadal stanowią będą znaczne zasoby własne węgla, w tym głównie węgla brunatnego. Zakładany 3% średnioroczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do 2030 roku i wynikająca z niego konieczność zapewnienia

zwiększonych dostaw energii, stanowi poważne wyzwanie dla przemysłu energetycznego. Według szacunków Kasztelewicza (2008) dla zaspokojenia tych potrzeb należy do 2030 roku zainstalować około 45 tys. MW nowych mocy i mocy zmodernizowanych w istniejących elektrowniach. Z opracowania Bednarczyka (2008) dotyczącego wystarczalności zasobów złóż eksploatowanych i przewidywanych do udostępnienia w czynnych zagłębiach wynika, że najdłuższy okres wystarczalności złóż do 2045 roku prognozuje się dla kopalni „Turów”. Wobec szczyptywania się zasobów z eksploatowanych złóż i konieczności zaspokojenia potrzeb energetycznych trwa obecnie dyskusja nad budową nowych zagłębi górniczo-energetycznych poza rejonami obecnego wydobycia i uruchomienie do 2030 r. nowych złóż.

* Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych

** Związek Międzygminny „GOAP” w Poznaniu

Na bazie tej dyskusji żywy pozostaje problem postrzegania górnictwa węgla brunatnego jako najmniej przyjaznej środowisku działalności człowieka (Bell i in. 2001, Miranda i in. 2003) i przekształceń krajobrazu określanymi jako radykalne, znaczące czy mające charakter destrukcji. Takie postrzeganie terenów górniczych wynika z faktu, że opinie dotyczące wpływu górnictwa odkrywkowego na środowisko formułuje się uwzględniając jedynie wstępne etapy działalności górniczej, obejmujące udostępnianie i eksploatację złóż. Tymczasem największe znaczenie dla kształtowania struktury dojrzałego krajobrazu pogórniczego mają geosystemy pogórnice powstałe w procesie rekultywacji. W odniesieniu do tego, szczególnego znaczenia nabiera świadomość potencjału procesu rekultywacji, wynikającego z możliwości kreowania wielofunkcyjnych krajobrazów. Odnaczają się one wartościami użytkowymi, zarówno przyrodniczymi (np. rozwój potencjału produktywności biotycznej związany ze wzrostem lesistości czy wzrost potencjału wodnego), jak i kulturowymi (np. rozwój potencjału rekreacyjnego), które nadają odtworzonym obszarom nowe funkcje (Fagiewicz 2016). Wobec zakładanego wzrostu powierzchni przekształcanych przez górnictwo niezbędne jest zatem wypracowanie zintegrowanej oceny zmian krajobrazu i zmian użytkowania terenów pogórnich obejmującej całościowo proces eksploatacji złóż. Obiecującą na tym polu badawczym jest stosowana w badaniach krajobrazowych metodyka wykorzystująca koncepcję świadczeń ekosystemów (*ekosystem services*), które rozumiane są jako całokształt korzyści osiąganych przez człowieka z metabolizmu ekosystemów (Mizgajski 2010), oraz układów, które tworzą, czyli krajobrazów. Koncepcja świadczeń ekosystemów ma silnie antropocentryczny charakter koncentrujący się na badaniu struktur krajobrazów użytecznych dla społeczeństwa, zarówno naturalnych, półnaturalnych, jak i silnie przekształconych, które w bezpośredni sposób wpływają na dobrostan człowieka (Burkhard 2014, Solon 2008). Na całokształt korzyści otrzymywanych od ekosystemów (krajobrazów) składają się:

- świadczenia regulacyjne (odnoszące się do klimatu, wzbiorów wód, opadów, jakości wód),
- świadczenia zaopatrzące (dostarczanie żywności, wody, drewna, paliw),
- świadczenia kulturowe (zapewniające korzyści estetyczne, duchowe, edukacyjne, rekreacyjne).

Koncepcja świadczeń ekosystemów ze względu na potencjał do integrowania ekologicznych, ekonomicznych i społecznych aspektów krajobrazu stanowi obecnie najbardziej spójne podejście o charakterze operacyjnym, które służy racjonalizacji korzystania przez człowieka z procesów i zasobów przyrodniczych (Mizgajski 2010).

Celem opracowania jest zastosowanie koncepcji świadczeń ekosystemów do oceny zmian ich struktury i poziomu na obszarach eksploatacji węgla brunatnego w różnych etapach działalności górniczej.

Badaniami objęto obszar odkrywki Kazimierz zlokalizowanej w Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego. W odkrywce podzielonej na dwa pola wydobywcze Południe i Północ eksploatowano złoża węgla brunatnego Pątnów III. W odkrywce Kazimierz Południe eksploatację prowadzono w latach 1965–1997. Wydobywanie ze złoża kontynuowano w polu Kazimierz Północ do roku 2011. W 46-letnim okresie działalności odkrywki Kazimierz, zależnie od postępu eksploatacji i sukcesywnie prowadzonej rekultywacji, zmieniały się proporcje udziału czynnych obszarów górniczych i powierzchni terenów zrehabilitowanych. W rezultacie, we współczesnym krajobrazie odkrywki Kazimierz występują zarówno ekosystemy pogórnice w zaawansowanym stadium kształtowania nowej równowagi, pełniące funkcje ekologiczne, rolnicze, rekreacyjno-wypoczynkowe, jak i obszary we

wczesnej fazie rekultywacji, stanowiąc odpowiednie pole badawcze do analizowania zmian świadczeń ekosystemów na obszarach pogórnich.

2. Zmiany świadczeń ekosystemów przed- i pogórnich na obszarze odkrywki węgla brunatnego Kazimierz

2.1. Założenia metodyczne

W odniesieniu do rozpatrywanej problematyki wpływu długofalowej działalności górniczej obejmującej eksploatację złóż węgla brunatnego i rekultywację terenów pogórnich na kształtowanie struktury i poziomu świadczeń ekosystemów, przyjęto następujące założenia badawcze:

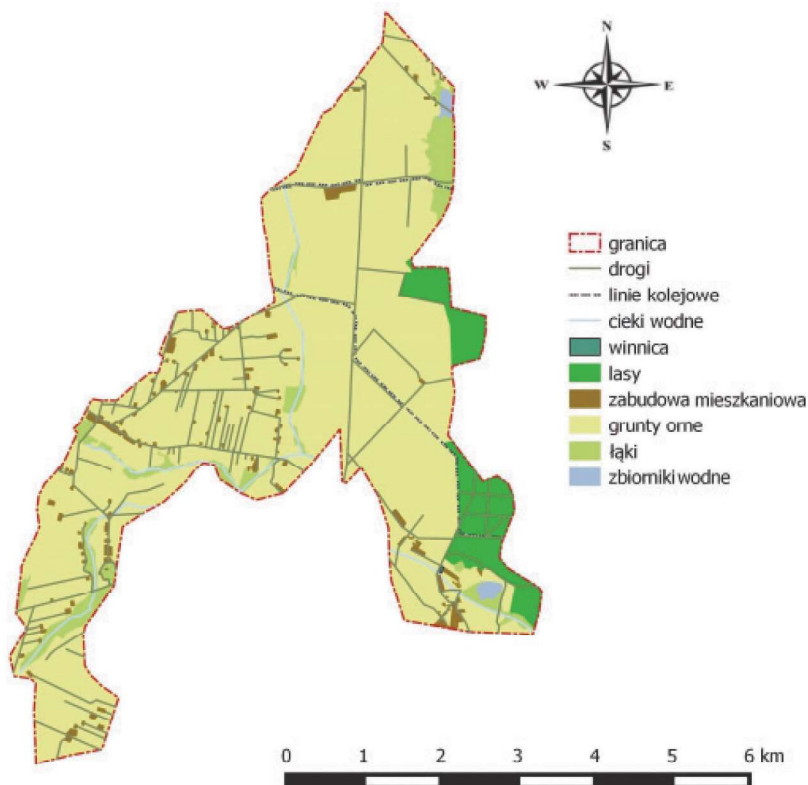
- różne typy użytkowania terenu dostarczają specyficznych korzyści (świadczeń ekosystemów) dla człowieka,
- analizę zmian świadczeń ekosystemów prowadzono w granicach obszaru górniczego, czyli przestrzeni objętej bezpośrednim wpływem działalności górniczej,
- zmiany struktury i poziomu świadczeń ekosystemów analizowano w trzech przedziałach czasowych: przed eksploatacją (1944 r.), po eksploatacji (2015 r.) i po zakończeniu prac rekultywacyjnych (ok. 2030 r.),
- poziom świadczeń ekosystemów nieprzekształconych przez górnictwo i odpowiadających im ekosystemów pogórnich w Konińsko-Tureckim Zagłębiu Węgla Brunatnego jest porównywalny.

Ostatnie założenie przyjęto na podstawie badań zmian przydatności rolniczej gruntów pogórnich oraz wartości gospodarczej lasów nasadzonych w ramach rekultywacji (Fagiewicz, Brzęcka 2016). Według analiz porównawczych przeprowadzonych w obrębie trzech wsi Psary, Józefina, Zimotki, zlokalizowanych w granicach obszaru górniczego Adamów, udział gleb antropogenicznych, które uzyskały wyższą wartość użytkową (wzrost o 1 lub 2 klasy bonitacyjne) kształtuje się na poziomie 35%. Gleby, których urodzajność odtworzono na tym samym poziomie stanowiły 40% sklasyfikowanych gruntów, natomiast w przypadku 25% arealu wartość użytkowa gleb jest niższa, co wyraża się spadkiem o 1 do 2 klas bonitacyjnych. Wykształcone na gruntach pogórnich siedliska lasu mieszanego świeżego cechuje porównywalna do lasów porastających grunty porolne wartość gospodarcza i struktura drzewostanu (dominujące gatunki, zagęszczenie, zwarcie drzewostanu).

2.2. Zmiany struktury użytkowania terenu

Struktura użytkowania terenu w okresie poprzedzającym rozwój górnictwa węgla brunatnego (rys. 1) zdominowana była przez grunty orne pokrywające 81,56% obszaru, z których większość stanowiły gleby płowe i bielcowe, wykształcone na glinach z udziałem glin płytkospiaszczonych oraz na piaskach gliniastych lekkich i słabogliniastych. Należały one w przewadze do klas bonitacyjnych IV, V i VI. Strukturę uzupełniały użytki zielone wypełniające dna rynien i obniżęń, których udział wyniósł 7,03 % oraz niewielkie połacie lasów (6,9%) zlokalizowanych we wschodniej części odkrywki. Sieć hydrograficzną obszaru tworzyła Struga Kleczewska wraz z dopływami i drobnymi zbiornikami wypełniającymi dno jej doliny oraz jezioro Kurzyniec, zajmując łącznie 13,55 ha (0,58%).

W wyniku bezpośredniej działalności eksploatacyjnej likwidacji uległy wszystkie ze wskazanych typów użytkowania. W roku 2015 odkrywka Kazimierz stanowiła obszar pogórnich w różnych fazach rekultywacji (rys. 2). W części południowej, gdzie eksploatacja zakończyła się w 1997 r. wy-



Rys. 1. Struktura użytkowania terenu w granicach obszaru górniczego Kazimierz przed eksploatacją (1944 r.) (Sobera 2017)

Fig. 1. Structure of land use within the Kazimierz mining area before exploitation (1944). (Sobera 2017)

stępują grunty pogórnice, na których w procesie rekultywacji odtworzono areal utraconych gleb. Znaczną część obejmują grunty pogórnice rekultywowane w kierunku rolnym, które w trakcie kilkuletniej rekultywacji biologicznej są obsiewane roślinnością strukturotwórczą (888,06 ha). Ich dalsze rolnicze użytkowanie, zabiegi agrotechniczne oraz poprawa stosunków wodnych związana z odbudową horyzontów wodonośnych sprzyjać będą rozwojowi procesów glebotwórczych i przekształceniu tych gruntów w grunty rolne. Taki proces ewolucji gruntów pogórnich dotyczy również obszarów pokrytych obecnie roślinnością we wczesnej fazie sukcesji (546,43 ha).

Zagłębienie końcowe odkrywki Kazimierz Północ zrekultywowano w kierunku wodnym. Powstał tu zbiornik Kozarzewek o pow. 65 ha, na którym dla urozmaicenia krajobrazu uformowano półwysp i dwie wyspy, przy brzegu powstały plaże, w części płytszej kąpielisko, w części głębszej miejsca do wędkowania, a skarpy wokół zbiornika zalesiono. W zagłębieniu końcowym odkrywki Kazimierz Północ powstaje obecnie zbiornik wodny o docelowej powierzchni lustra wody ok. 455 ha. Według założeń zbiornik ma pełnić funkcję rekreacyjną z plażami, przystanią i terenami zielonymi.

Grunty zakrzewione i zadrzewione (roślinność w późniejszej fazie sukcesji - 266,14 ha), występujące głównie w otoczeniu nowo powstałych zbiorników wodnych docelowo przekształcą się w powierzchnie leśne.

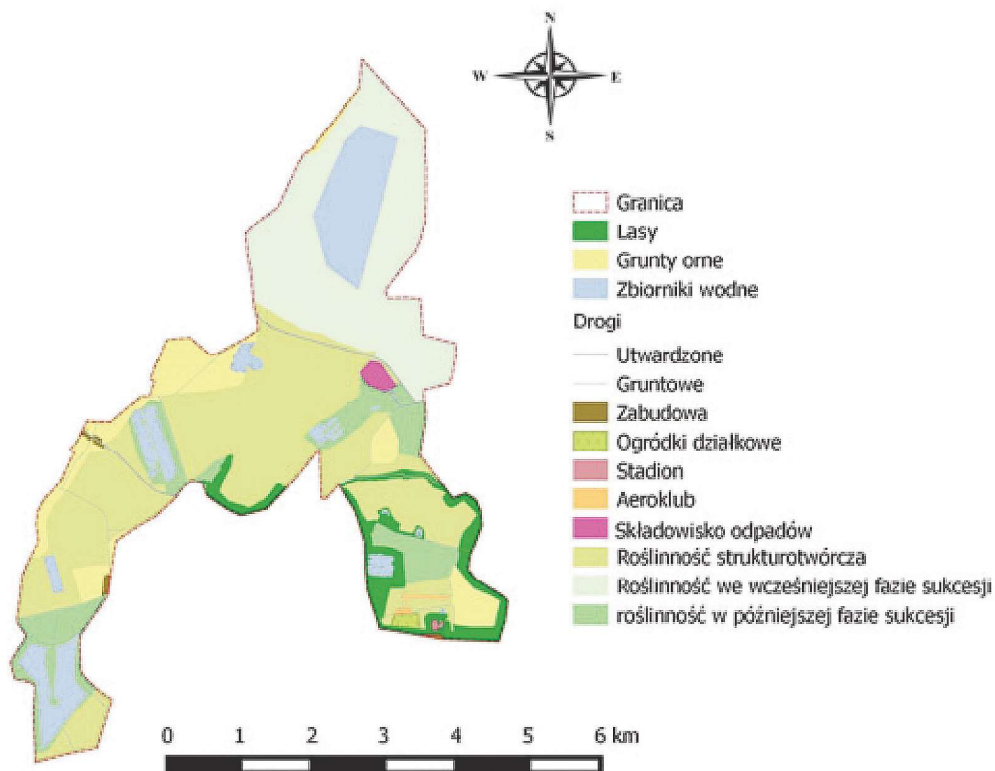
Do nowych form użytkowania terenu w obszarze Kazimierz zaliczyć należy ogródki działkowe (6,44 ha), stadion, lotnisko i składowisko odpadów.

Po zakończeniu rekultywacji odkrywki Kazimierz (ok. 2030 r.) teren zachowa rolniczy charakter z dominującym udziałem gruntów ornych (69,65 %), choć ich powierzchnia w stosunku do struktury przedgórnicy zmniejszy się o 282

ha, a udział o 11,91 p.p. (rys.3). Najbardziej istotne, bo nieodwracalne przekształcenia struktury użytkowania, objęły powierzchnie naturalnych łąk i pastwisk, miejscowo podmokłych z niewielkimi oczkami wodnymi, które w krajobrazie przedgórnym, zajmowały 7,03% powierzchni. Ich utratę w strukturze ekologicznej skompensowano wzrostem udziału lasów. Bilans utraconych i odtworzonych powierzchni leśnych będzie dodatni. Likwidacji w wyniku działalności górniczej uległo 161,71 ha, a rekultywację leśną zaplanowano dla 350 ha gruntów pogórnich. Znacząco na wzmocnienie struktury ekologicznej w obszarze Kazimierz wpłynęło powstanie antropogenicznych zbiorników wodnych w zagłębieniach końcowych O/ Kazimierz N i O/Kazimierz S, co przyczyniło się do zwiększenia udziału wód w krajobrazie z 0,6% do 12,1%. Ogółem udział płatów tworzących strukturę ekologiczną (lasy, wody powierzchniowe, ogrody działkowe, lotnisko) zwiększył się o 15,75% (do 30,27%) w stosunku do stanu sprzed eksploatacji (14,52%). Zmiany struktury użytkowania terenu w odkrywce Kazimierz przedstawia tab. 1.

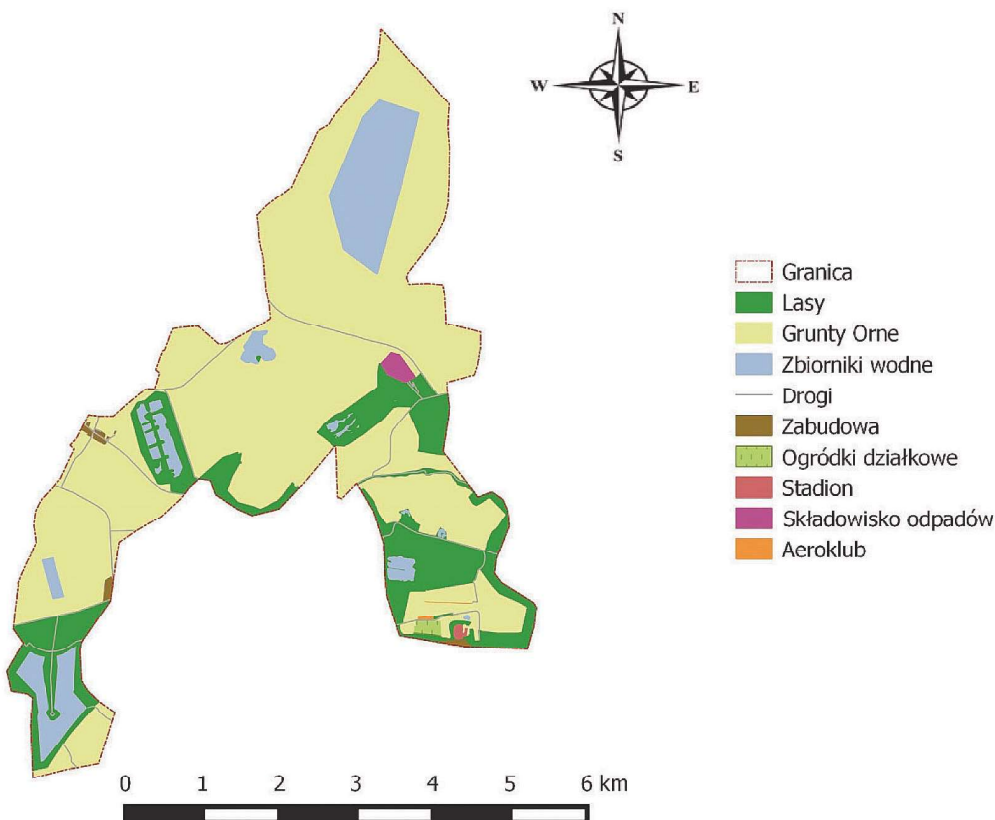
2.3. Zmiany struktury i poziomu świadczeń ekosystemów

Zmiany użytkowania terenu na skutek utraty różnych typów ekosystemów w czasie eksploatacji i ich odtwarzania w procesie rekultywacji gruntów pogórnich wpłynęły również na zmianę korzyści jakie czerpał człowiek z układu ekosystemów przed eksploatacją, po eksploatacji i po zakończeniu rekultywacji. Dla ich szacowania zastosowano koncepcję świadczeń ekosystemów. Porównano potencjalną zdolność układów ekosystemów do dostarczania usług regulacyjnych, zaopatrujących i kulturowych na trzech badanych etapach działalności górniczej. We wstępnej analizie zastosowano



Rys. 2. Struktura użytkowania terenu w granicach obszaru górniczego Kazimierz po zakończeniu eksploatacji, w różnych fazach rekultywacji (2015 r.) (Sobera 2017)

Fig. 2. Structure of land use within the Kazimierz mining area after exploitation, in various phases of reclamation (2015) (Sobera 2017)



Rys. 3. Struktura użytkowania terenu w granicach obszaru górniczego Kazimierz po zakończeniu rekultywacji (ok. 2030 r.) (Sobera 2017)

Fig. 3. Structure of land use within the Kazimierz mining area after completion of reclamation (around the year 2030) (Sobera 2017)

Tabela 1. Struktura użytkowania terenu w odkrywce Kazimierz przed eksploatacją, po eksploatacji i po zakończeniu rekultywacji**Table 1. Structure of land use within the Kazimierz mining area before exploitation, after exploitation and after completion of reclamation**

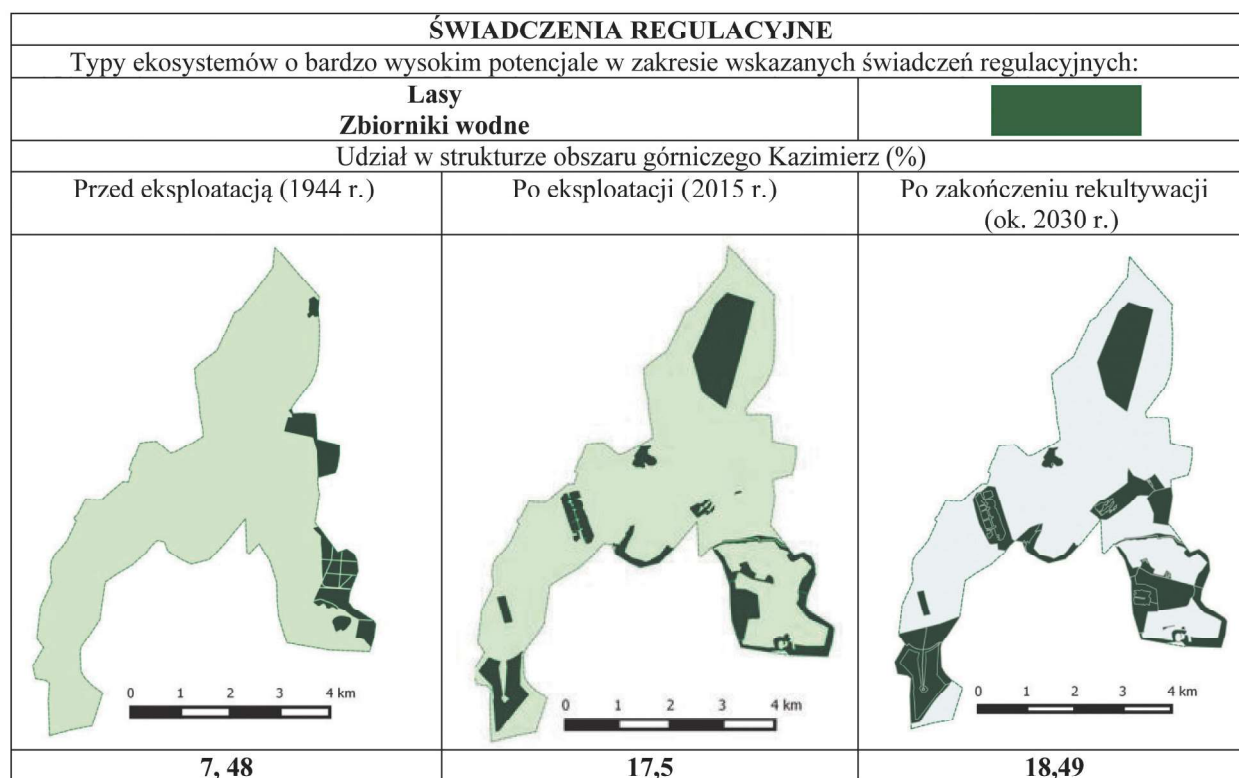
Typy użytkowania terenu	Przed eksploatacją (1944 r.)		Po eksploatacji (2015 r.)		Po rekultywacji (ok. 2030 r.)	
	Pow. (ha)	Udział (%)	Pow. (ha)	Udział (%)	Pow. (ha)	Udział (%)
Winnice	0,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Grunty orne	1912	81,56	196,20	8,37	1631,01	69,58
Lasy	161,71	6,9	128,72	5,49	394,86	16,84
Łąki	164,85	7,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Zbiorniki wodne	13,55	0,58	281,65	12,01	281,65	12,02
Zabudowa, infrastruktura komunikacyjna	91,89	3,92	13,02	0,56	13,02	0,56
Ogrody działkowe			6,44	0,27	6,44	0,27
Stadion			2,44	0,10	2,44	0,10
Aeroklub			3,32	0,14	3,32	0,14
Składowisko odpadów			11,56	0,49	11,56	0,49
Roślinność we wczesnej fazie sukcesji			546,43	23,34	0,00	0,00
Roślinność w późniejszej fazie sukcesji			266,14	11,35	0,00	0,00
Roślinność strukturotwórcza			888,38	37,88	0,00	0,00
	2344,3	100	2344,3	100	2344,3	100

wano metodykę zaproponowaną przez Burkharda i in. (2014), rekomendowaną do badania poziomu świadczeń ekosystemów przez Komisję Europejską. Opiera się ona na matrycy określającej w kolumnach typy świadczeń ekosystemów (11 typów świadczeń regulacyjnych, 14 typów świadczeń zaopatrujących, 6 typów świadczeń kulturowych) oraz typy użytkowania terenu w wierszach. Na przecięciu kolumn i wierszy określono w sześciostopniowej skali (0-5) potencjał świadczeń ekosystemów rozumiany jako hipotetyczną, maksymalną korzyść jaką można uzyskać z danego typu ekosystemu (Burkhard i in. 2012). W analizie przeprowadzonej na obszarze górniczym Kazimierz uwzględniono te typy geosystemów, których potencjał do świadczenia usług regulacyjnych, zaopatrujących i kulturowych jest wysoki i bardzo wysoki (odpowiadający wartości 4 i 5 w stosowanej skali).

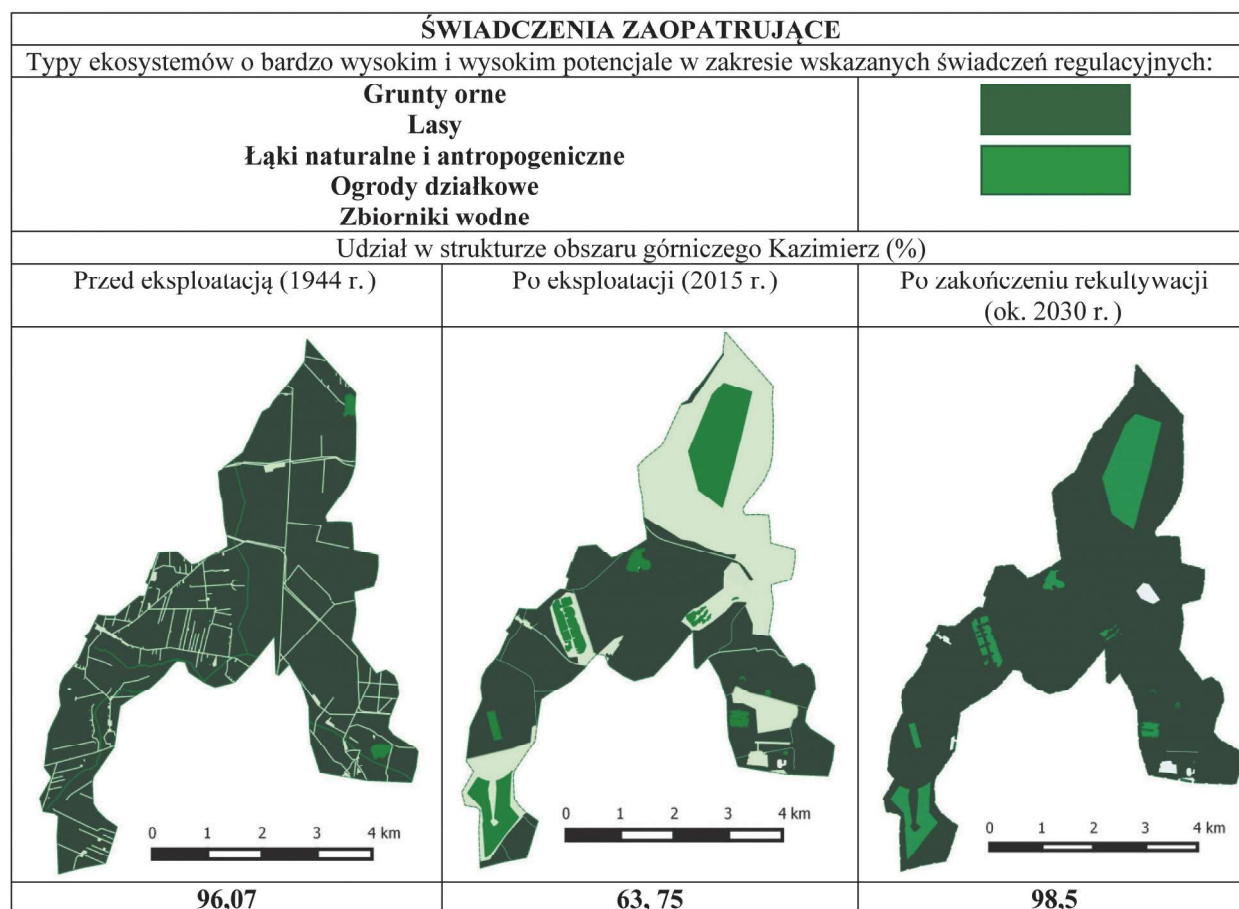
Świadczenia regulacyjne są odpowiedzialne za utrzymanie naturalnych procesów w środowisku oraz ich dynamiki. Służą rozwojowi i poprawnemu funkcjonowaniu wewnątrz systemu obejmując zdolność samoorganizacji, stabilność i odporność ekosystemów (Solon 2008). Decydują o cyklach życiowych, ochronie siedlisk i puli genowej, procesach glebotwórczych i jakości gleby, remediacji przez faunę i florę, wpływają na zwalczanie szkodników. Najwyższym potencjałem świadczeń regulacyjnych w zakresie regulacji lokalnego klimatu, poprawy jakości powietrza, ochrony przed erozją oraz regulacją obiegu biogenów w przyrodzie cechują się zbiorowiska leśne. Stanowią także obszary tzw. małej retencji, wydłużając drogę i czas obiegu wody w zlewni, wpływając na regulację stosunków wodnych (Janusz i in. 2011). Zbiorniki wodne charakteryzuje najwyższy potencjał do regulacji obiegu wody, a w szczególności retencji wód. Poprzez łagodzenie temperatur i zwiększanie wilgotności oddziałują także na regulację lokalnego klimatu. Realizowane w obszarze górniczym Kazimierz kierunki rekultywacji zakładające wzrost udziału powierzchni leśnych i wodnych o 11,01 p.p. w stosunku do struktury przedgórnicy (z 7,48% do 18,49%) przyczynią się do 2,5-krotnego wzrostu świadczeń regulacyjnych na tym obszarze (rys.4).

Świadczenia zaopatrujące związane są ze strukturami krajobrazu użytecznymi dla społeczeństwa. Dostarczają czło-

wiekowi korzyści w postaci żywności, surowców pochodzenia organicznego, energii i wody. Najwyższy potencjał świadczeń zaopatrujących wykazują grunty orne, lasy, łąki naturalne i antropogeniczne, ogrody działkowe i zbiorniki wodne. Lasy dostarczają produktów w postaci drewna, dzikiej zwierzyny i dziko rosnących roślin, ziół i grzybów. Zbiorowiska łąk mają istotny wpływ na produkcję pasz zwierzęcych. Wysoki potencjał świadczeń zaopatrujących w zakresie dostarczania ryb charakteryzuje zbiorniki wodne. Świadczenia zaopatrujące na obszarze pogórnicy Kazimierz wzrosną nieznacznie (o 2,43 p.p.) w stosunku do okresu przedeksploatacyjnego, ale zmieni się ich poziom i struktura. Świadczenia nadal będą się koncentrować na produkcji rolnej. Mimo zmniejszenia arealu gleb, ich potencjał produktywności biotycznej związany ze wzrostem rolniczej przydatności gleb wykształconych na gruntach pogórnicy wzrósł. Silne wymieszanie piasków czwartorzędowych (zalegających w przewodzie w wierzchniej warstwie nadkładu) i glin zwałowych, wpłynęło na zróżnicowanie składu granulometrycznego i petrograficzno-mineralogicznego gruntów pogórnicy. W wyniku zabiegów rekultywacyjnych wykształciły się gleby antropogeniczne, z 30 cm poziomem próchnicznym, w obrębie którego nastąpiło wyraźne rozluźnienie mas ziemnych, struktura bryłowa charakterystyczna dla gruntów spoistych przekształciła się w strukturę gruzełkową, korzystną dla rozwoju roślin. Po klasyfikacji, gleby te zostały zaliczone do wyższych, niż pierwotne, klas bonitacyjnych IV–IVa i IVb, a pod względem typologicznym do gleb brunatnych właściwych (Bender, Gilewska 2000). Produktywność gleby mierzona wielkością uzyskiwanych plonów jest porównywalna z planami uzyskiwanymi na glebach uprawnych i oscyluje w granicach 30–40 dt zbóż z hektara, a ich właściwości umożliwiają uprawę roślin o znacznie wyższych wymaganiach pokarmowych i glebowych, niż przed rekultywacją (Gilewska, Otremba 2007). Sugeruje to, że gleby powstałe w procesie rekultywacji wykazują większą, w stosunku do gleb pierwotnych, przydatność rolniczą. Na obecnym etapie rekultywacji rolnej (2015 r.) znaczny udział stanowią grunty pogórnicy pokryte roślinnością strukturotwórczą (888,06 ha), o charakterze łąk antropogenicznych, które obecnie stanowią bazę do produkcji pasz i rozwoju



Rys. 4. Zmiany rozkładu przestrzennego i poziomu świadczeń regulacyjnych w obszarze górniczym Kazimierz (Sobera 2017)
 Fig. 4. Changes in the spatial distribution and the level of regulating services in the Kazimierz mining area. Source: (Sobera 2017)



Rys. 5. Zmiany rozkładu przestrzennego i poziomu świadczeń zaopatrujących w obszarze górniczym Kazimierz (Sobera 2017)
 Fig. 5. Changes in the spatial distribution and the level of provisioning services in the Kazimierz mining area (Sobera 2017)

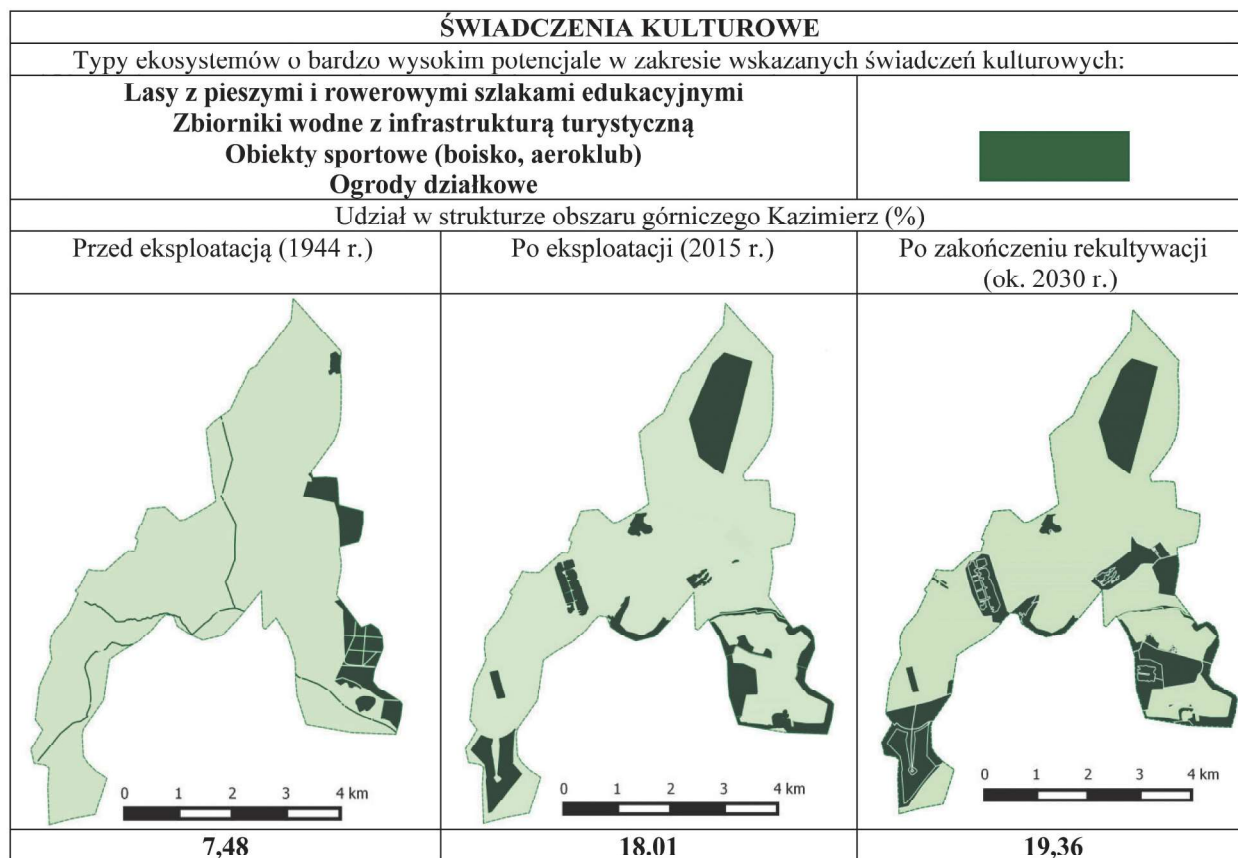
hodowli, a docelowo zwiększą areał gruntów ornych. Nowy, niewystępujący przed eksploatacją typ świadczeń związany jest z powstaniem zbiorników wodnych i ich potencjałem do rozwoju hodowli ryb (rys. 5).

Świadczenia kulturowe w przeciwieństwie do świadczeń zaopatrujących, nie wiążą się z bezpośrednim pobieraniem dóbr materialnych. Bazują na funkcjach ekosystemów (krajobrazów), które wpływają na jakość życia człowieka. Korzyści te mają wymiar niematerialny, odnoszą się do walorów estetycznych krajobrazu, dóbr kulturowych i naukowych, zapewniają możliwość rozwoju turystyki i rekreacji, wypoczynku, edukacji czy rozwoju duchowego. Sposób ich wykorzystania jest indywidualny i zależy od preferencji poszczególnych grup społecznych. Dostępność świadczeń kulturowych na danym obszarze zależy od kapitału przyrodniczego (lasy, zbiorniki wodne), ale czynnikiem decydującym o możliwości ich wykorzystania jest współtowarzysząca infrastruktura w postaci zagospodarowanych stref wokół zbiorników wodnych (plaża, przystań, pomosty wędkarskie, tereny zielone), oznakowanych szlaków pieszych i rowerowych, parków aktywności fizycznej, boisk sportowych, ścieżek dydaktycznych zapoznających z dziedzictwem przemysłowym tego obszaru.

Powstałe w wyniku rekultywacji gruntów pogórnich typy ekosystemów pogórnich przyczyniły się do prawie 2,5-krotnego wzrostu potencjału świadczeń kulturowych w stosunku do ich poziomu przed eksploatacją oraz istotnej zmiany ich struktury (rys.6). Przed rozpoczęciem eksploatacji świadczenia kulturowe były związane z niewielkimi powierzchniami leśnymi. Natomiast realizowana w obszarze O/Kazimierz rekultywacja wodna przyczyniła się do wykształcenia nowego typu przestrzeni turystycznej, w obrębie której rozwinęły się, niewystępujące wcześniej, formy turystyki

i rekreacji związane z wodą. Powstałe zbiorniki wodne wraz z zaplanowaną infrastrukturą stwarzają warunki do aktywnej rekreacji (kąpiele, wędkowanie, spacer) czy wypoczynku (plażowanie, biwakowanie). W obrębie terenów pogórnich powstały również przestrzenie dla specjalnych form sportu i rekreacji. Przykładem jest lotnisko Aeroklubu Konińskiego zlokalizowane na gruntach zwałowiska wewnętrznego O/Kazimierz Południe, wyposażone w asfaltowy oraz trawiasty pas startowy. W ramach działalności rozwija się tu lotnictwo, szybownictwo, baloniarstwo, skoki spadochronowe. Organizowane są pikniki lotnicze dla szerszego grona odbiorców. Wysokim potencjałem świadczeń kulturowych charakteryzują się również ogrody działkowe powstałe w sąsiedztwie lotniska. Po zakończeniu rekultywacji, gdy nasadzenia roślinności drzewiastej i krzewiastej utworzą w pełni wykształcone powierzchnie leśne, udział ekosystemów o bardzo wysokim potencjale w zakresie świadczeń kulturowych wzrośnie w O/Kazimierz do 19,36%.

Przedstawione analizy pozwalają na wstępną ocenę zmian struktury i potencjału świadczeń ekosystemów na obszarach pogórnich. Istotnym dla oceny wpływu działalności górniczej jest porównanie poziomu świadczeń ekosystemów nieprzekształconych przez górnictwo i tożsamy ekosystemów pogórnich. Dla tego typu analiz najbardziej pożądane jest wykorzystanie wskaźników ilościowych uwzględniających cechy ekosystemów przed – i pogórnich. Przykładowo, zmiany wielkości produkcji żywności są zależne od jakości gleby, a ta z kolei wyznacza wartość ziemi. Prosty wskaźnik może być przeliczenie wartości podatku rolnego, bowiem wskaźnik ten różnicuje klasy bonitacyjne gruntów (nieprzekształconych i pogórnich) oraz rodzaje użytków. Podobny wskaźnik zastosować można w przypadku produkcji



Rys. 6. Zmiany rozkładu przestrzennego i poziomu świadczeń kulturowych w obszarze górnym Kazimierz (Sobera 2017)
 Fig. 6. Changes in the spatial distribution and the level of cultural services in the Kazimierz mining area (Sobera 2017)

Tabela 2. Przykładowe wskaźniki wyceny świadczeń zaopatrujących
Table 2. Examples of valuation indicators for providing services

Świadczenie zaopatrujące	Wskaźnik	Metoda
Produkcja żywności	Produktywność ekosystemów uprawowych	Powierzchnia gruntów uprawowych (ha) x wartość podatku rolnego *
Produkcja paszy	Produktywność ekosystemów łąkowych	Powierzchnia łąk i pastwisk (ha) x wartość podatku rolnego*
Produkcja drewna	Produktywność lasów	Powierzchnia lasów wg typu siedliskowego (ha) x średnioroczna produkcja drewna (m ³ /ha)**

* Wskaźnik różnicuje klasy bonitacyjne gruntów (I-VI) oraz rodzaje użytków (Lupa 2016)

pasz. Uwzględniając typy siedliskowe lasów „naturalnych” i lasów wykształconych na gruntach pogórnicych oraz średnioroczną produkcję drewna, można porównać produktywność lasów w obrębie dwóch typów ekosystemów leśnych (tab. 2). Wyceny świadczeń ekosystemów mogą odnosić się do obszarów planowanej eksploatacji, uwzględniać poziom świadczeń możliwy do uzyskania w wyniku przyjętych planów rekultywacyjnych, czy wyrażać potencjał świadczeń istniejących ekosystemów pogórnicych.

3. Podsumowanie

Wobec planów zagospodarowywania nowych złóż, interesujących z punktu widzenia wydłużenia czasu funkcjonowania czynnych kopalń węgla brunatnego oraz uruchomienia eksploatacji poza rejonami obecnego wydobycia, problematyka wpływu górnictwa odkrywkowego na środowisko, jak również kształtowania krajobrazów pogórnicych pozostaje nadal aktualna. Przedstawiona koncepcja zmian struktury i poziomu świadczeń ekosystemów w obszarach górnicych pozwala uzyskać syntetyczną informację o utraconych w wyniku działalności górnicych korzyściach czerpanych z ekosystemów i możliwościach kreowania w procesie rekultywacji nowych ekosystemów, o zróżnicowanym potencjale zależnym od wizji rozwoju obszaru i dostosowanym do potrzeb lokalnej społeczności (rys. 7). W połączeniu z prostymi wskaźnikami oceny poziomu świadczeń daje decydentom istotny zakres informacji, dotychczas słabo rozpoznawanych, a niezbędnych do podejmowania decyzji planistycznych. Scenariusze rozwoju obszarów przekształconych w wyniku górnictwa

odkrywkowego uwzględniające strukturę i poziom świadczeń ekosystemów pogórnicych, zależnie od przyjętego kierunku rekultywacji, są proste i łatwe w interpretacji, powinny zatem zostać włączone w proces planowania krajobrazów pogórnicych i stać się elastycznym narzędziem planowania przestrzennego.

Warto również zwrócić uwagę, że stosując podejście świadczeń ekosystemów uzyskujemy informacje o wpływie odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego na krajobraz w wymiarze materialnym (odnoszącym się do pozyskiwanych dóbr i korzyści z funkcjonowania ekosystemów) oraz niematerialnym (odnoszącym się do potencjału kulturowego), co wyróżnia tę metodę na tle tradycyjnych ocen oddziaływania inwestycji na środowisko. Znaczenie wyceny świadczeń ekosystemów jest szczególne w przypadku uruchamiania złóż występujących na obszarach odznaczających się dużym potencjałem świadczeń kulturowych. Przykład może stanowić złożo węgla brunatnego Oczkowice w południowo-zachodniej Wielkopolsce, gdzie jednym z podstawowych elementów scalających charakter obszaru intensywnego rolnictwa jest wysoka kultura rolna, która w dużej mierze została ukształtowana przez tradycje kulturowe Biskupizny, wpisane na listę niematerialnego dziedzictwa narodowego UNESCO.

Ocena wpływu potencjalnej eksploatacji węgla brunatnego na środowisko, jak również ocena procesów kształtowania obszarów pogórnicych z zastosowaniem podejścia świadczeń ekosystemów stanowi propozycję rozwiązania metodycznego, ujmującego zarówno specyfikę procesów górnicych, jak i wynikające z nich zmiany w wymiarze środowiskowym, ekonomicznym i społeczno-kulturowym.



Rys. 7. Scenariusze kształtowania terenów pogórnicych zależnie od wizji rozwoju obszaru i potrzeb lokalnej społeczności
Fig. 7. The scenarios for shaping post-mining areas depending on the vision of the region's development and the needs of the local community

Literatura

- BELL F.G., HALBICH T.F., BULLOCK S.E., LINDSAY P., 2001 - Environmental impacts associated with an abandoned mine in the Witbank Coalfield, South Africa. *International Journal of Coal Geology* 45 (2-3), s. 195-216.
- BEDNARCZYK J., 2008 - Perspektywiczne scenariusze rozwoju wydobycia i przetworzenia węgla brunatnego na energię elektryczną. „Polityka Energetyczna” 11 (1), s. 73-88.
- BENDER J., GILEWSKA M., 2000 - Rekultywacja w konfrontacji z aktami prawnymi, badaniami naukowymi i praktyką gospodarczą. *Roczn. AR Poznań. CCCXVII, Roln.* 56, s. 343-356.
- BURKHARD B., KANDZIORA M., HOU Y., MÜLLE F., 2014 - Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localization, Indication and Quantification, *Landscape online* 34, s. 1-32 (2014), doi 10.3097/l0.201434.
- FAGIEWICZ K., 2016 - Przekształcenia struktury krajobrazowej obszarów odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego. Przykład Konińsko-Tureckiego Zagłębia Węgla Brunatnego. *Studia i Prace z Geografii nr 58*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, pp.421.
- FAGIEWICZ K., BRZEŃCZAK K., 2016 - Ocena jakości rekultywacji gruntów pogórnich w obszarze kopalni węgla brunatnego Adamów. „Przeгляд Górnicy” 10 (1126), s. 24-32.
- GILEWSKA M., OTREMBA K., 2004 - Struktura gleb rozwijających się z gruntów pogórnich. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 357, s. 61-69.
- GILEWSKA M., OTREMBA K., 2007 - Grunty pogórnice Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” jako materiał macierzysty gleb. Materiały konferencji naukowej Warsztaty Górnicze z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. Sympozja i Konferencje 69. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków.
- JANUSZ E., JĘDRYKA S., KOPEĆ D., MILER A.T., 2011 - Woda dla lasu – las dla wody, na przykładzie Nadleśnictwa Kolumna. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich 1*, Polska Akademia Nauk, Oddziału w Krakowie s. 275-288.
- KASZTELEWICZ Z., 2008 - Zasoby węgla brunatnego w Polsce i perspektywy ich wykorzystania. „Polityka Energetyczna” 11 (1), s.182-200.
- LUPA P., 2016 - The use of data from the land and building register and soil and agricultural maps for quantification of provisioning agroecosystems services. „*Ekonomia i Środowisko*” 4(59), s. 65-75.
- MIRANDA M., BURRIS P., BINGCANG J. F., SHEARMAN P., BRIONES J. O., LA VIÑA A., MENARD S., 2003 - Mining and critical ecosystems: Mapping the risks. World Resources Institute. Washington (http://pdf.wri.org/mining_critical_ecosystems_full.pdf).
- MIZGAJSKI A., 2010 - Świadczenia ekosystemów jako rozwijające się pole badawcze i aplikacyjne. „*Ekonomia i Środowisko*” 1 (37), s. 10-19.
- SOBERA M., 2017 - Zmiany świadczeń ekosystemów przed- i pogórnich na terenie odkrywki węgla brunatnego „Kazimierz”. Uniwersytet A. Mickiewicza w Poznaniu, WNGiG, praca magisterska, niepublikowana.
- SOLON J., 2008 - Koncepcja „Ecosystem Services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajobrazowych. W: Chmielewski T. J., *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych: Meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania, Problemy Ekologii Krajobrazu*, 21, Wydaw. Print 6, Lublin, s. 25-44.

Artykuł wpłynął do redakcji - kwiecień 2018
Artykuł akceptowano do druku 10.11.2018