

*M. Jacek Łączny\**, *Paweł Olszewski\**, *Marcin Kelm\**  
j.laczny@gig.eu, p.olszewski@gig.eu, m.kelm@gig.eu

## **ANALIZA WRAŻLIWOŚCI SEKTORA GÓRNICTWA W POLSCE W KONTEKŚCIE OPRACOWANIA STRATEGII ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU**

### **Streszczenie**

W artykule podjęto próbę określenia wrażliwości sektora górnictwa na czynniki i zjawiska klimatyczne. W ostatnich latach zagadnienie to stało się częścią polityki europejskiej i krajowej. W Białej Księdze, opublikowanej 1 kwietnia 2009 roku przez Komisję Europejską, określono zakres zmniejszania wrażliwości krajów UE na oddziaływanie zmian klimatu. Sektorem gospodarki w Polsce, który powinien podjąć działania adaptacyjne, jest górnictwo węgla kamiennego i brunatnego. Zakłady górnicze, ze względu na zróżnicowaną infrastrukturę, są szczególnie narażone na działanie niekorzystnych zjawisk klimatycznych.

Wpływ czynników i zjawisk klimatycznych określono na podstawie badań ankietowych przeprowadzonych w 36 zakładach górniczych (32 kopalnie węgla kamiennego i 4 kopalnie węgla brunatnego). Przeanalizowano oddziaływanie: marzących i nawałnych deszczów, powodzi, dużej rocznej wielkości opadów, stanów niskich i wysokich wód, grubej pokrywy śnieżnej, huraganów, długotrwałego zalegania pokrywy lodowej, porywistych wiatrów, długotrwałych okresów upalnych, dużej wilgotności powietrza i nasłonecznienia oraz wilgotności gleby. Analizę przeprowadzono, biorąc pod uwagę etapy działania zakładów górniczych, do których zaliczono: wydobywanie węgla, przeróbkę, transport i magazynowanie, a także składowanie odpadów.

### **The sensitivity analysis of the mining sector in Poland in the context of developing strategies to adapt to climate change**

#### **Abstract**

The paper presents an attempt to determine the sensitivity of the mining sector to climate factors and change. In recent years, this issue has become the part of the European and national policy. The White Paper, published on April 1, 2009 by the European Commission, describes the scope of the EU countries to reduce sensibility to the impact of climate change. The economic sector, which should take adaptation measures in Poland is the hard bituminous coal and lignite mining. Because of the diverse infrastructure mining enterprises are particularly vulnerable to adverse climate change.

The impact of climate factors and change is determined on the basis of surveys conducted in 36 mining enterprises (32 hard bituminous coal mines and 4 lignite mines). The impact of: freezing and pouring rains, floods, high annual volume of rainfall, low and high state of water, a thick cover of snow, hurricanes, prolonged ice cap, gusty winds, prolonged hot periods, high humidity and sunlight as well as soil moisture has been analysed. The analysis was performed in the context of the mining enterprises action stages, which include: coal mining, processing, transport and storage as well as disposal of waste.

---

\* Główny Instytut Górnictwa

## 1. WPROWADZENIE

Zmiany klimatu mają zasięg globalny i obejmują wiele dziedzin życia społeczno-gospodarczo-przyrodniczego. Zauważalne w ostatnim czasie nasilenie gwałtownych zjawisk pogodowych, towarzyszących zmianie klimatu, zbiega się w czasie z koniecznością tworzenia strategii adaptacyjnych zarówno na poziomie międzynarodowym, jak i krajowym. Podstawę tworzenia takich strategii stanowi rozpoznanie stanu bieżącego i ustalenie wrażliwości rozmaitych systemów narażonych na działanie czynników zmian klimatu. Jednym z takich systemów jest także sektor górnictwa, w warunkach krajowych ściśle powiązany z sektorem energetycznym.

W związku z powyższym, celem podjętych badań było określenie wrażliwości sektora górnictwa w Polsce na wybrane czynniki klimatyczne. Istnieje założenie, że skutki zmian klimatu, objawiające się gwałtownymi i intensywnymi zjawiskami pogodowymi, w znaczący sposób mogą oddziaływać negatywnie na działalność górnictwa. Dodatkowo, w zależności od rodzaju górnictwa (węgiel kamienny lub brunatny), oddziaływanie będzie zróżnicowane.

W niniejszym artykule scharakteryzowano przyczyny i skutki zmian klimatycznych oraz nakreślono tło bieżącej i planowanej polityki adaptacji do zmian klimatu oraz wynikające z niej działania. Przedstawiono także wyniki oceny wrażliwości sektora w świetle badań ekspertów i praktyków. Wskazano najbardziej narażone elementy sektora, a także czynniki klimatyczne oddziałujące pozytywnie na górnictwo. W końcowej części artykułu zawarto wnioski płynące z przeprowadzonej analizy.

## 2. ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU – DEFINICJE, POLITYKA, DZIAŁANIA

### 2.1. Przyczyny i skutki zmian klimatycznych

Zmiany klimatyczne oraz czynniki, które je powodują są od wielu lat przedmiotem intensywnych badań. Ogólnie można je podzielić na naturalne i antropogeniczne. Czynniki naturalne są związane z cyklicznymi zmianami w skali makro, tj. na przykład z astronomicznym położeniem Ziemi względem Słońca lub ze zjawiskami zachodzącymi wewnątrz i na zewnątrz litosfery. Przykładem tego typu zjawisk może być erupcja wulkanów, połączona przeważnie z wyrzutem pyłów i gazów do atmosfery. Zdecydowana większość czynników wywołujących zmiany klimatyczne jest jednak spowodowana działalnością człowieka. Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimatu (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*) w wydawanych raportach, jako główną przyczynę wzrostu temperatury, uznał emisję dwutlenku węgla, dwutlenku siarki oraz tworzenie aerozoli w przemyśle i gospodarstwach domowych. Dwutlenek węgla i dwutlenek siarki przyczyniają się do tzw. sprzężenia zwrotnego z parą wodną w warunkach podwyższonej temperatury. Do intensywnej absorpcji dochodzi także na aerozolach, które odbijają promieniowanie słoneczne, zmniejszając jego ilość docierającą do Ziemi.

Powyższe czynniki naturalne i antropogeniczne powodują anomalie pogodowe, które są notowane w skali lokalnej i globalnej. W kolejnych dziesięcioleciach obser-

wuje się odchylenia od rocznej sumy opadów atmosferycznych, od średnich temperatur miesięcznych, liczby dni z pokrywą śnieżną, rzeczywistego okresu wegetacyjnego roślin itp. W wyniku efektu synergicznego, często nienaturalnych zjawisk pogodowych, powstają sytuacje kryzysowe, których konsekwencją może być zagrożenie zdrowia i życia ludzi oraz zagrożenie infrastruktury gospodarczo-przemysłowej. Wizja nieuniknionych skutków zmian wymaga od społeczeństwa, gospodarki oraz polityków na szczeblu krajowym i międzynarodowym, określenia kierunków działań i podjęcia stosownych kroków w celu możliwie najlepszego przystosowania się do zmian. Zakres i złożoność tego zagadnienia doskonale oddaje definicja adaptacji, sformułowana przez Karaczuna (2009), zgodnie z którą adaptacja to:

**Dostosowanie systemów naturalnych lub stworzonych przez człowieka do obecnych lub spodziewanych czynników klimatycznych lub efektów zmian klimatu, w taki sposób, aby minimalizować negatywne skutki i wykorzystywać te zmiany, które będą pozytywne.**

## 2.2. Biała Księga dotycząca adaptacji do zmian klimatycznych – perspektywa UE

W Unii Europejskiej, w procesie projektowania i stanowienia prawa na etapie konsultacji społecznych (przede wszystkim ze środowiskami eksperckimi z danej dziedziny) są wykorzystywane Białe i Zielone Księgi. Wykorzystanie ich wynika wprost z przyjętej i stosowanej przez UE zasady subsydiarności, bazującej na założeniu, że każdy szczebel władzy powinien wykonywać tylko te zadania, których nie może skutecznie wykonać szczebel niższy bądź jednostki w ramach społeczeństwa. W tym aspekcie Biała i Zielona Księga służą między innymi do uporządkowania wiedzy z określonego tematu oraz podjęcia kompetentnej dyskusji na poziomie organów ustawodawczych. W definicjach przyjętych przez Komisję Europejską (2010a), dokumenty te określano w następujący sposób:

- Biała Księga stanowi miarodajne sprawozdanie zawierające omówienie konkretnego problemu i możliwych rozwiązań, często poprzedzające Zieloną Księgę.
- Zielona Księga to dokument do dyskusji, który ma zachęcić do debaty i zapoczątkować proces konsultacji.

Zdaniem Nowaka (2009) Białe Księgi to dokumenty zawierające tezy projektów, z uwzględnieniem rezultatów publicznej dyskusji i propozycje działań wspólnotowych w określonej dziedzinie oraz stanowiące oficjalny katalog propozycji i celów dotyczących konkretnych dziedzin politycznych. Zielone Księgi natomiast, to dokumenty o charakterze relatywnie bardziej utylitarnym, będące zbiorem pomysłów i rozwiązań, związanych z określonym zagadnieniem. Informacje znajdujące się w Zielonych Księgach są konsultowane w gronie zainteresowanych, ściśle specjalizujących się w zagadnieniach, stanowiących przedmiot takiej księgi. Należy podkreślić, że dokumenty te nie stanowią formalnego narzędzia legislacyjnego, ale odgrywają znaczącą rolę praktyczną w określaniu zasad postępowania i konstruowania prawa wspólnotowego.

Biała Księga w sprawie adaptacji do zmian klimatu została opublikowana 1 kwietnia 2009 roku przez Komisję Europejską pod tytułem „Biała Księga Adaptacja

do zmian klimatu: europejskie ramy działania” (Komisja Europejska 2009). Określono w niej ramy na rzecz zmniejszenia wrażliwości UE na oddziaływanie zmian klimatu. Założenia zawarte w Białej Księdze zostały opracowane na podstawie analiz i konsultacji rozpoczętych w 2007 roku publikacją Zielonej Księgi zatytułowanej „Adaptacja do zmian klimatycznych w Europie – warianty działań na szczeblu UE”. Wynikiem podjętych prac było ujęcie w Białej Księdze podstawowego założenia o dwojakim charakterze reakcji na zmiany klimatyczne – po pierwsze, należy ograniczyć emisje gazów cieplarnianych (jako ważnego źródła zmian), a następnie zdefiniować i podjąć środki adaptacyjne zmierzające do zwalczania nieuniknionych skutków zmian.

Celem założeń przyjętych w Białej Księdze jest „osiągnięcie w UE takiej zdolności adaptacji, by mogła ona stawić czoła skutkom zmian klimatu”, przy czym podkreśla się uwzględnienie w tych działaniach celów unijnych dotyczących zrównoważonego rozwoju. Adaptacja do zmian klimatu obejmuje dwa etapy. W pierwszym z nich, trwającym do 2012 roku, działania będą skoncentrowane na:

- tworzeniu trwałych podstaw wiedzy na temat oddziaływania i skutków zmian klimatu w UE,
- włączeniu adaptacji do kluczowych dziedzin politycznych UE,
- stosowaniu kombinacji instrumentów politycznych (a także finansowych), celem zapewnienia skutecznej realizacji procesu adaptacji,
- nasilenie międzynarodowej współpracy w zakresie adaptacji.

Następnie od 2013 roku będą trwać prace nad przygotowaniem kompleksowej strategii adaptacyjnej dla całej Unii Europejskiej.

W opinii Komisji Europejskiej (2010b) do 2060 roku zmiany klimatyczne będą miały znaczący wpływ na sektory gospodarki, takie jak: rolnictwo, turystyka, zdrowie, energetyka, transport. Skutki zmian klimatu obejmą gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa, szczególnie narażone grupy społeczne oraz ekosystemy (np. w obszarach nadmorskich, górskich czy zalewowych). Ich lokalny charakter i zróżnicowanie wymagają zatem podjęcia działań adaptacyjnych na poziomie krajowym, regionalnym, ale także sektorowym. Nie wyklucza to jednakże podejmowania działań integracyjnych – ogólnoeuropejskich – obejmujących między innymi:

- utworzenie do 2011 roku platformy wiedzy i wymiany informacji nt. oddziaływania zmian klimatu,
- opracowanie do 2011 roku metod, modeli, zestawów danych i narzędzi prognozy stycznych dotyczących zmian klimatu,
- opracowanie do 2011 roku wskaźników służących lepszemu monitorowaniu oddziaływania zmian klimatu, w tym także wskaźników wrażliwości oraz postępów w procesie adaptacji,
- dokonanie do 2011 roku analizy kosztów i korzyści wariantów adaptacji,
- opracowanie do 2011 roku wytycznych i mechanizmów nadzoru dotyczących oddziaływania zmian klimatu na zdrowie,
- dokonanie oceny skutków zmian klimatu i strategii adaptacyjnych na zatrudnienie oraz na dobrostan społeczny wrażliwych grup,

- zbadanie możliwości uwzględnienia ocen oddziaływania i skutków zmian klimatu jako elementu decyzyjnego przy podejmowaniu inwestycji publicznych i prywatnych,
- opracowanie do 2011 roku wytycznych w celu zapewnienia uwzględnienia kwestii oddziaływania zmian klimatu w dyrektywie dotyczącej oceny oddziaływania na środowisko oraz w dyrektywie w sprawie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko,
- oszacowanie kosztów adaptacji w wybranych obszarach polityki w celu uwzględnienia ich w przyszłych decyzjach finansowych,
- zachęcanie państw członkowskich do wykorzystywania dochodu z handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych na potrzeby adaptacji.

Powyższe założenia unijnego dokumentu będą zatem obejmowały także działalność sektora górniczego, szczególnie z uwagi na określenie wrażliwości elementów składowych (np. wydobywania, przeróbki, magazynowania itp.) sektora oraz oddziaływania wewnątrz- i zewnątrzsektorowego skutków zaistniałych w efekcie zmian klimatycznych oraz określenia i zapewnienia odpowiednich środków na działania prewencyjne i adaptacyjne. Sektor górnictwa, szczególnie w warunkach krajowych, stanowi również ważny element systemu energetycznego. Skutki zmian klimatycznych w obszarze energetyki powinny być zatem analizowane także z uwzględnieniem tego sektora górniczego.

### **2.3. Biała Księga dotycząca adaptacji do zmian klimatycznych – perspektywa krajowa**

Z zapisów zawartych w Białej Księdze w sprawie adaptacji do zmian klimatu, wynika, że państwa członkowskie mają obowiązek uczestniczenia w tworzeniu zintegrowanego unijnego podejścia, przez realizację zadań w skali krajowej i regionalnej. Także Polska musi wypełnić takie zobowiązania przez wypracowanie krajowej strategii adaptacji do zmian klimatu. Obecnie prace nad tym zagadnieniem są koordynowane przez Ministerstwo Środowiska.

W pierwszym kwartale 2010 roku zostało opublikowane stanowisko rządowe w sprawie Białej Księgi (Ministerstwo Środowiska 2010), z którego wynika, że rząd polski pozytywnie ocenia unijny dokument i deklaruje chęć wspólnego opracowania strategii adaptacyjnej. Dokument podkreśla także, że konieczne jest opracowanie strategii przez odnośne sektory gospodarki, z uwzględnieniem szacunków kosztów działań adaptacyjnych, obejmujących dany sektor, do przyszłych decyzji inwestycyjnych na poziomie ogólnokrajowym. Zgodnie ze stanowiskiem rządowym adaptacja do zmian klimatu powinna obejmować wszystkie aspekty systemu społeczno-gospodarczego, w związku z czym należy dążyć do opracowania skutecznych rozwiązań umożliwiających działania kompleksowe.

Wśród szczegółowych postulatów rządowych, rozszerzających ramowe podejście prezentowane w Białej Księdze, po uwzględnieniu krajowej specyfiki, znajdują się między innymi:

- objęcie monitoringiem wszystkich, nie tylko najbardziej spektakularnych, skutków zmian klimatycznych,
- zapewnienie dostępu do rzetelnej i aktualnej wiedzy oraz narzędzi analitycznych i prognostycznych, podlegających ciągłemu doskonaleniu,
- opracowanie unijnych wytycznych w celu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt w sytuacji ekstremalnych zjawisk pogodowych,
- wspieranie działań na rzecz racjonalnego wykorzystania zasobów wodnych (i ich retencjonowania) oraz glebowych w rolnictwie, a także działań na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym przez zwiększanie wykorzystania biomasy pochodzenia rolniczego w energetyce,
- opracowanie metodyki przygotowania projektów infrastrukturalnych, zapewniającej uwzględnienie wpływu skutków zmian klimatu na infrastrukturę oraz jej wdrożenie w drugim etapie realizacji założeń ramowych, czyli od 2013 roku,
- uwzględnienie w procesie tworzenia strategii szacunku nie tylko kosztów, ale i korzyści wynikających z realizacji działań adaptacyjnych, które powinny być dokonane na podstawie jednolitej dla wszystkich krajów członkowskich metodyki,
- zapobieganie istotnemu zwiększeniu obciążeń administracyjnych (np. norm, wytycznych itp.) oraz ekonomicznych (np. w przypadku obowiązkowych ubezpieczeń sektora prywatnego) wynikających z realizacji strategii adaptacyjnej.

W skali krajowej podstawy adaptacji do zmian klimatu tworzą także organizacje społeczne, mające na celu przeciwdziałanie zmianom zarówno w aspekcie przyczyn, jak i skutków (np. Koalicja Klimatyczna, Społeczna Rada Narodowego Programu Redukcji Emisji). Według Karaczuna (2009) problemy o największym znaczeniu dla skutecznej adaptacji do zmian klimatu w Polsce są następujące:

- pomijanie znaczenia adaptacji do zmian klimatu w dyskusjach na różnych szczeblach decyzyjnych,
- niewielka wiedza o potencjalnych skutkach zmian klimatu,
- małe zaangażowanie i przygotowanie merytoryczne do działania w polityce, administracji i społeczeństwie (podejście *post factum* zamiast profilaktyki).

Według Koalicji Klimatycznej (2010), stanowiącej porozumienie osiemnastu organizacji pozarządowych, działających na rzecz ochrony środowiska naturalnego, krajowy program adaptacji powinien stać się integralną częścią polityki Państwa. Koalicja Klimatyczna podkreśla także wagę właściwych szacunków kosztów działań, ale także kosztów wynikających z zaniechania działań. Sugeruje to konieczność wnikliwego badania siły oddziaływania na poszczególne elementy gospodarki i społeczeństwa w celu identyfikacji najbardziej wrażliwych obszarów i kosztownych działań. Określanie kierunków oddziaływania elementu, który został dotknięty efektem zmian klimatu, na otoczenie wewnętrzne oraz zewnętrzne bliższe i dalsze, może także wspomóc właściwą ocenę sektorową.

Autorzy niniejszego artykułu, zauważając potrzebę uzupełnienia procesu tworzenia strategii adaptacyjnej, wykonali badania w sektorze górnictwa węgla kamiennego i brunatnego w aspekcie wrażliwości elementów tego sektora na zmiany klimatyczne.

### 3. PRZEDMIOT BADANIA I METODYKA

#### 3.1. Sektor górnictwa

Sytuacje kryzysowe i metody postępowania, wynikające ze specyfiki wydobywania węgla brunatnego i kamiennego były podstawą do opracowania licznych zasad, przepisów oraz Prawa geologicznego i górniczego. Zostały określone również zasady postępowania zakładów górniczych z uwagi na racjonalne wykorzystanie zasobów środowiskowych.

Zakłady górnicze ze względu na zajmowaną powierzchnię, zróżnicowanie obiektów i urządzeń, a także ze względu na sposób oddziaływania na poszczególne składniki środowiska, są szczególnie narażone na działanie niekorzystnych zjawisk klimatycznych. Dotyczy to zarówno zakładów wydobywających węgiel kamienny, jak i bardzo rozległych powierzchniowo kopalń węgla brunatnego.

Podstawowymi etapami działalności sektora górniczego są: wydobywanie i przeróbka, a także transport i magazynowanie. Zakładom górniczym zawsze towarzyszy wytwarzanie odpadów. Oddziaływaniom środowiska, w tym zjawiskom klimatycznym, podlegają również części składowe poszczególnych etapów i związana z nimi infrastruktura.

W sektorze górnictwa można zatem wyróżnić grupy elementów oddziaływania czynników klimatycznych związanych z poszczególnymi etapami działania:

- wydobywanie – oddziaływanie na: wybrany i zasypywany górotwór, wieże szybowe, niecki obniżeniowe, szkody górnicze, parki maszynowe, wielkopowierzchniowe wyrobiska i odkrywki,
- przeróbka – oddziaływanie na: obiekty kubaturowe (budowlane), osadniki ziemne/betonowe,
- transport i magazynowanie – oddziaływanie na: transport wewnętrzny (operacyjny), transport wód, rurociągi, taśmociągi, torowiska i bocznice kolejowe, drogi wewnętrzne i dojazdowe, magazyny materiałów i produktów,
- odpady – oddziaływanie na: zwałowiska podziemne i nadziemne, zalądowane osadniki,
- inne – oddziaływanie na elementy sektora nieujęte w powyższych kategoriach, a istotne dla zakładu górniczego.

Działalność zakładów górniczych wyraża się również przez silny związek ze społecznościami lokalnymi, a ich rentowność w zdecydowanej większości przyczynia się do prowadzenia działań na rzecz szeroko rozumianej ochrony środowiska. Konsekwencją bezpiecznego, ciągłego i sprawnego funkcjonowania kopalni jest stabilizacja lub wzrost stopy życiowej, nie tylko okolicznych mieszkańców, lecz także całego kraju. Należy zauważyć, że w kraju węgiel stanowi i będzie stanowić w kolejnych latach, podstawowy surowiec energetyczny (Czaplicka-Kolarz, Pyka red. 2010). Zatem przedstawiona analiza może stanowić element opracowania strategii dla całego sektora produkcji energii.

### 3.2. Metodyka

W celu określenia wrażliwości sektora górnictwa węglowego na zmiany klimatu i opracowania strategii adaptacji, wykorzystano wstępne badania dotyczące wpływu elementów składowych klimatu na poszczególne branże przemysłu (Sadowski 2010). W Ministerstwie Środowiska, przez panel ekspertów, został opracowany kwestionariusz ankietowy, zawierający bardzo szczegółowe elementy i czynniki klimatyczne, wśród których znalazły się między innymi: ewapotranspiracja, bilans promieniowania, sztormy. Czynniki te mogą mieć istotny wpływ na tworzenie klimatu lokalnego i globalnego, ale bardzo trudno znaleźć ich bezpośrednie i znaczące powiązanie z przemysłem ciężkim i górnictwem.

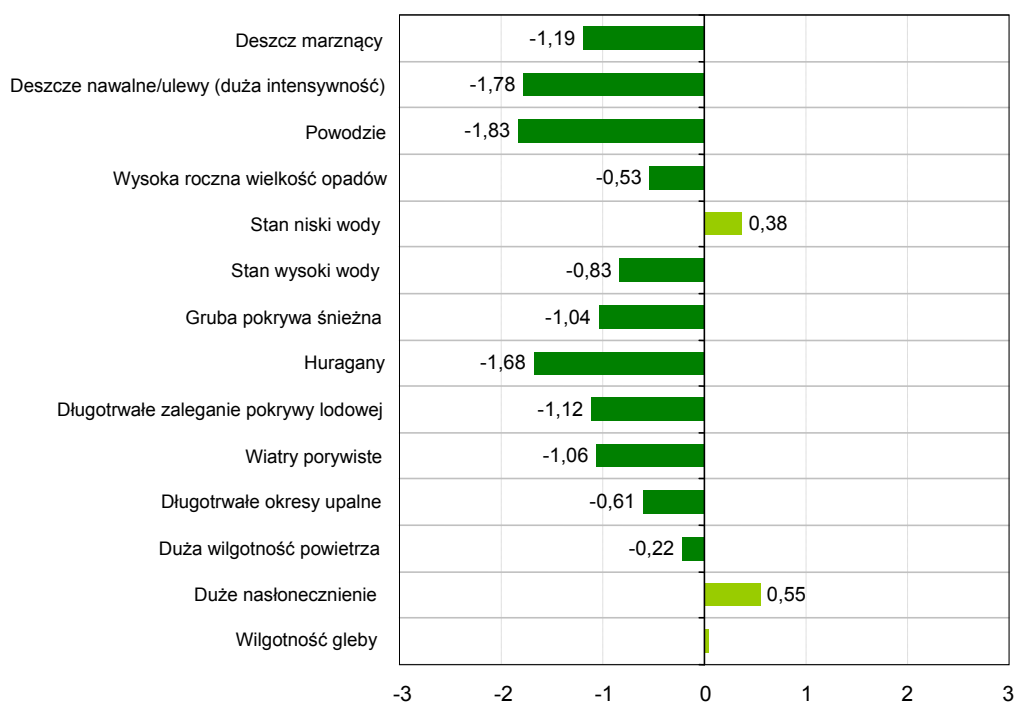
Zespół ekspertów związany z górnictwem węgla kamiennego i brunatnego, zaproponował, wykorzystując wymieniony kwestionariusz, zestaw czynników klimatycznych, które mają istotny wpływ na sektor. Czynniki ujęto w kwestionariuszu sektorowym z jednoczesnym określeniem skali siły i kierunku oddziaływania w zakresie od -3 (bardzo negatywne) do +3 (bardzo pozytywne). Czynniki podzielono na cztery grupy: grupę A – opady atmosferyczne (deszcz marznący, deszcze nawalne/ulewy, powodzie, wysoka roczna wielkość opadów, stany niskie wody, stany wysokie wody, gruba pokrywa śnieżna), grupę B – wiatry (huragany, wiatry porywiste), grupę C – temperatura powietrza (długotrwałe okresy upalne, długotrwałe zaleganie pokrywy lodowej, wysoka wilgotność powietrza), grupę D – promieniowanie (duże nasłonecznienie, wilgotność gleby). Dodatkowo, czynniki klimatyczne powiązano z elementami sektora, tj.: z wydobywaniem, przeróbką, transportem i magazynowaniem, odpadami, które opisano w rozdziale 3.1.

Kwestionariusz sektorowy rozesłano do 32 kopalń węgla kamiennego i czterech kopalń węgla brunatnego. Czynny udział w badaniu ankietowym (zwrot ankiet) wzięły 33 kopalnie, w tym wszystkie cztery kopalnie węgla brunatnego.

### 4. WYNIKI BADAŃ

Analizą statystyczną objęto 30 kopalń (trzy kwestionariusze nie spełniały wymogów jakościowych). Stwierdzono, że spośród przeanalizowanych czynników klimatycznych, w opinii respondentów, najistotniejsze negatywne znaczenie mają (rys. 1): powodzie (śr. wart. -1,83), deszcze nawalne/ulewy o dużej intensywności (śr. wart. -1,78) oraz huragany (śr. wart. -1,68). Mniejsze, chociaż mało zróżnicowane, znaczenie negatywne mają dla respondentów: deszcz marznący (śr. wart. -1,19), długotrwała pokrywa lodowa (śr. wart. -1,12), wiatry porywiste (śr. wart. -1,06) oraz gruba pokrywa śnieżna (śr. wart. -1,04). Małe oddziaływanie na sektor (tzn. wartości w przedziale od -1 do 1) mają: stany wysokie wody (śr. wart. -0,83), długotrwałe okresy upalne (śr. wart. -0,61), wysoka roczna wielkość opadów (śr. wart. -0,53) oraz duża wilgotność powietrza (śr. wart. -0,22). Duże nasłonecznienie, a także stany niskie wody osiągają wartości dodatnie (odpowiednio śr. wart. 0,55 i 0,38), co świadczy o pozytywnym oddziaływaniu tych czynników na sektor górniczy.





**Rys. 1.** Średnie oceny wpływu czynników klimatycznych, uwzględnionych w badaniu, na sektor górnictwa; N = 30

**Fig. 1.** The average assessment of the impact of climate factors in the study on the mining sector; N = 30

Rozpatrywane czynniki klimatyczne mają znaczący wpływ na większość elementów sektora. Niekorzystnym wpływem tych czynników są zagrożone, przede wszystkim: transport i magazynowanie oraz odpady.

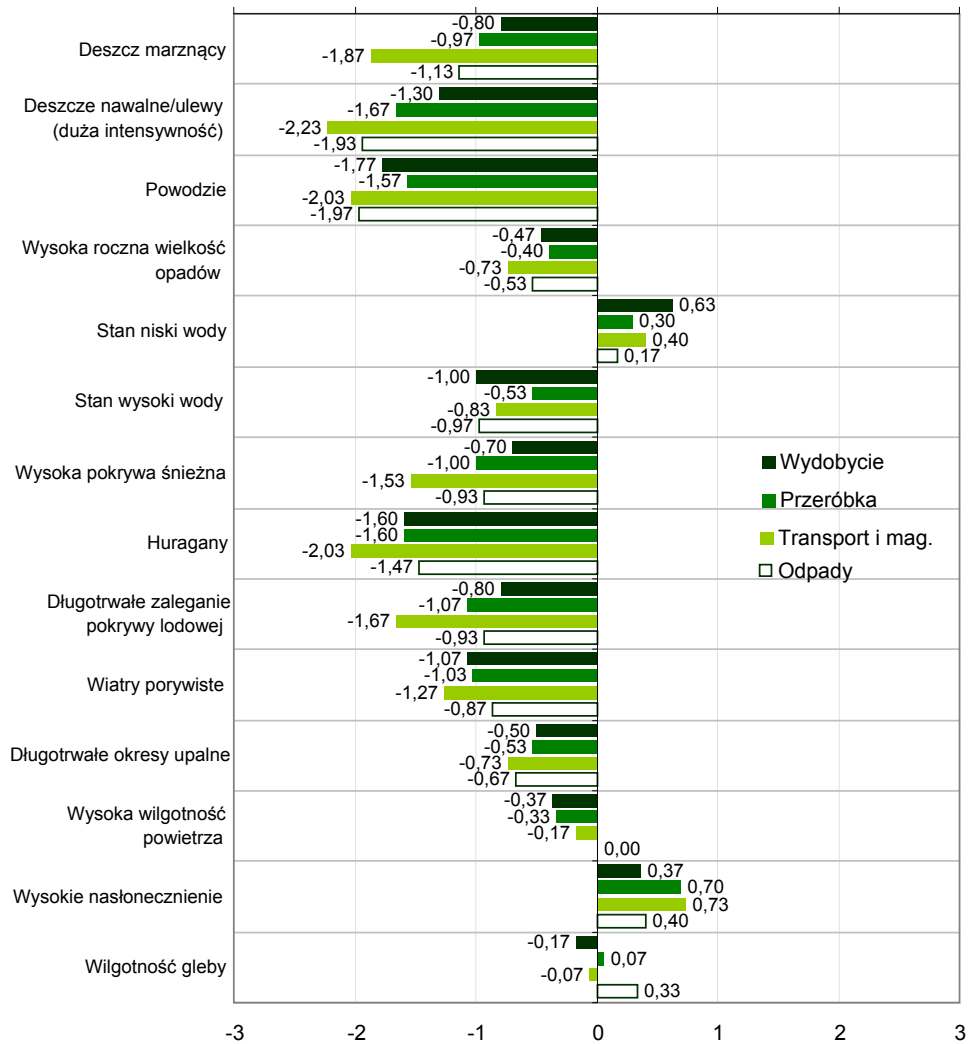
Częścią składową pierwszego z tych elementów jest infrastruktura związana z transportem wewnętrznym (operacyjnym), transportem wód, rurociągami, taśmociągami, torowiskami i bocznkami kolejowymi, drogami wewnętrznymi i dojazdowymi, magazynami materiałów i produktów. Na tę infrastrukturę najbardziej niekorzystny wpływ wywierają czynniki, takie jak: deszcze nawalne/ulewy (śr. wart.  $-2,23$ ), powodzie i huragany (śr. wart. w obu przypadkach  $-2,03$ ) oraz deszcz marzący (śr. wart.  $-1,87$ ), a także długotrwałe zalegająca pokrywa lodowa (śr. wart.  $-1,67$ ) i śnieżna (śr. wart.  $-1,53$ ) – rysunek 2.

Podobnie w kategorii odpadów, związanej ze składowiskami nadziemnymi, podziemnymi oraz załadowanymi osadnikami, istotną negatywną rolę odgrywają: powodzie (śr. wart.  $-1,97$ ), deszcze nawalne/ulewy (śr. wart.  $-1,93$ ) oraz huragany (śr. wart.  $-1,47$ ).

Wpływ czynników klimatycznych jest zauważalny również w odniesieniu do wydobycia oraz przeróbki. Na wydobycie, rozumiane jako wybrany i zasypany górotwór, wieże szybowe, niecki obniżeniowe, szkody górnicze, park maszynowy, wielkopowierzchniowe wyrobiska i odkrywki, negatywny wpływ mają, przede wszystkim:

powodzie (śr. wart.  $-1,77$ ) oraz huragany (śr. wart.  $-1,60$ ). Również na przeróbkę (np. obiekty kubaturowe, osadniki ziemne/betonowe) najistotniejszy wpływ zdaniem respondentów wywierają: powodzie (śr. wart.  $-1,57$ ), huragany (śr. wart.  $-1,60$ ), ale także deszcze nawalne (śr. wart.  $-1,67$ ).

Pozytywne działanie na wszystkie cztery elementy sektora górniczego mają: stany niskie wód oraz duże nasłonecznienie. Stan niski wód sprzyja w największym stopniu wydobyciu (śr. wart.  $0,63$ ), natomiast duże nasłonecznienie jest korzystne, przede wszystkim dla transportu i magazynowania (śr. wart.  $0,73$ ) oraz dla przeróbki węgla (śr. wart.  $0,70$ ).



**Rys. 2.** Ocena wpływu wybranych czynników klimatycznych na poszczególne elementy sektora górnictwa (wydobycie, przeróbka, transport i magazynowanie oraz odpady); N = 30

**Fig. 2.** The assessment of the impact of the climate factors on the individual elements of the mining sector (mining, processing, transport and storage as well as waste); N = 30

W zestawieniu czynników klimatycznych wpływających na górnictwo węgla kamiennego i brunatnego (rys. 3) zostały uwidocznione istotne różnice zarówno w wartościach średnich ocen oddziaływania na poszczególne elementy sektora, jak i w kierunkach tego oddziaływania (negatywne – pozytywne).

Największe zróżnicowanie ocen wpływu poszczególnych czynników klimatycznych na elementy sektorowe między sektorami górnictwa węgla kamiennego oraz brunatnego powodują czynniki: deszcze nawalne/ulewne na wydobycie (odch. standardowe 1,18) oraz długotrwałe okresy upalne (odch. standardowe 1,25) i powodzie (odch. standardowe 1,07) na przeróbkę węgla. Oddziaływanie deszczy ulewnych na wydobycie jest naturalnie silniejsze w przypadku węgla brunatnego, z uwagi na charakter prac odkrywkowych (na otwartej przestrzeni). Z kolei powodzie wpływają na przeróbkę węgla kamiennego zdecydowanie bardziej aniżeli na przeróbkę węgla brunatnego, głównie z uwagi na fakt występowania tych procesów w strefie zagrożenia powodzią (np. osadniki, hydrocyklony). W przypadku długotrwałych okresów upalnych ocena oddziaływania na przeróbkę jest diametralnie różna dla segmentu węgla kamiennego, w którym oddziaływanie jest negatywne (śr. wart.  $-0,77$ ) i brunatnego, w którym oddziaływanie jest pozytywne (śr. wart.  $1,00$ ). Podobnie, zróżnicowanie to jest widoczne przy ocenie oddziaływania tego czynnika na wydobycie (śr. wart. odpowiednio  $-0,65$  i  $0,50$ ).

Największe zróżnicowanie przeciętnych wartości ocen (obliczone za pomocą średniej arytmetycznej z odchyłek standardowych ocen dla segmentu węgla kamiennego i segmentu węgla brunatnego) wykazują elementy sektorowe, takie jak wydobycie (śr. odch.  $0,65$ ) oraz przeróbka (śr. odch.  $0,49$ ). W przypadku segmentu górnictwa węgla brunatnego wyraźnie jest widoczna duża wrażliwość wydobycia na większość analizowanych czynników klimatycznych. W segmencie górnictwa węgla kamiennego najbardziej wrażliwy w świetle dokonanej oceny jest transport i magazynowanie. Znamienne jest także to, że w przypadku ocen oddziaływania większości czynników klimatycznych przeróbka węgla jest bardziej narażona na skutki zmian klimatycznych w segmencie górnictwa węgla kamiennego aniżeli w segmencie węgla brunatnego.

Deszcz marzący ma zdecydowanie większy negatywny wpływ na wydobycie w segmencie węgla brunatnego (śr. wart.  $-1,75$ ) aniżeli w segmencie węgla kamiennego (śr. wart.  $-0,65$ ). Odwrotna sytuacja występuje w przypadku przeróbki, gdzie ten czynnik klimatyczny wywiera, w ocenie respondentów, bardziej negatywny wpływ w segmencie węgla kamiennego (śr. wart.  $-1,04$ ).

Opady, a zwłaszcza deszcze nawalne, wywierają negatywny wpływ na wydobycie węgla brunatnego (śr. wart.  $-2,75$ ) oraz na transport i magazynowanie w obu segmentach (śr. wart.  $-2,19$  dla węgla kamiennego oraz  $-2,75$  dla węgla brunatnego). Istotny wpływ deszcze nawalne wywierają na odpady (śr. wart.  $-2,00$  dla węgla kamiennego), co jest związane z formami ich magazynowania i składowania (zwałowiska nadziemowe, podziemowe, załadowane osadniki).

Znamiennym negatywnym czynnikiem są powodzie, które wpływają na wszystkie elementy sektora zarówno węgla kamiennego, jak i brunatnego. Zalania, podtopienia i zniszczenie infrastruktury sektora najmniej istotne są dla przeróbki węgla brunatnego (śr. wart.  $-0,25$ ).

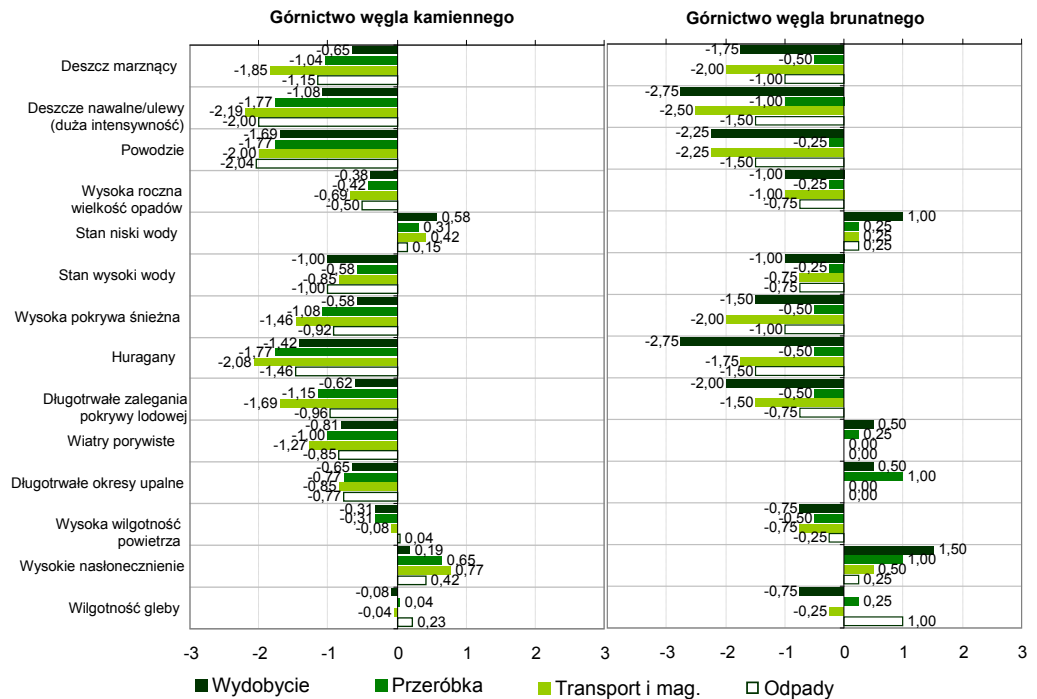
Czynnikiem o wyraźnym negatywnym wpływie są także huragany. Największe wartości czynnik ten osiąga w przypadku wydobycia węgla brunatnego (śr. wart.  $-2,75$ ). Duże wartości są notowane dla transportu i magazynowania (śr. wart.  $-2,08$  dla węgla kamiennego i  $-1,75$  dla węgla brunatnego).

Długotrwałe zaleganie pokrywy lodowej negatywnie wpływa na wydobycie węgla brunatnego (śr. wart.  $-2,00$ ) oraz transport i magazynowanie węgla kamiennego (śr. wart.  $-1,69$ ).

Pozytywny wpływ na wszystkie elementy sektora wywierają stany niskie wód oraz duże nasłonecznienie.

W przypadku wiatrów porywistych widoczny jest ich pozytywny lub neutralny wpływ na górnictwo węgla brunatnego oraz zdecydowanie negatywny wpływ na wszystkie elementy górnictwa węgla kamiennego. Podobną zależność można zaobserwować w przypadku wystąpienia długotrwałych okresów upalnych.

Mało istotny wpływ na sektor mają takie czynniki, jak: wilgotność gleby, duża wilgotność powietrza oraz duża roczna wielkość opadów.



**Rys. 3.** Ocena wpływu wybranych czynników klimatycznych na poszczególne elementy segmentu górnictwa węgla kamiennego (N = 26) oraz brunatnego (N = 4)

**Fig. 3.** The assessment of the impact of the climate factors on the individual elements of the hard bituminous coal mining segment (N = 26) and lignite mining segment (N = 4)

## 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zmiany klimatyczne, zachodzące w ostatnich latach, doprowadziły do intensyfikacji działań dotyczących realnej oceny wpływu poszczególnych czynników klimatu na gałęzie przemysłu, w tym na sektor górnictwa węgla kamiennego i brunatnego. Znajduje to odzwierciedlenie w dokumentach krajowych i unijnych.

W celu określenia zagrożenia sektora i jego elementów, a także oceny jego wrażliwości na czynniki klimatyczne, autorzy niniejszego artykułu przeprowadzili badania ankietowe, w których udział wzięli przedstawiciele 29 kopalń węgla kamiennego oraz 4 kopalń węgla brunatnego.

Badania wykazały, że:

1. Negatywny wpływ na wszystkie elementy sektora, tj. wydobywanie, przeróbka, transport i magazynowanie, odpady, niezależnie od podziału na węgiel kamienny i brunatny, wywierają: powódzie, deszcze nawalne/ułowy, huragany, deszcze marznące, długotrwałe zaleganie pokrywy lodowej oraz wiatry porywiste. Pozytywny wpływ mają: duże nasłonecznienie i stan niski wód.
2. Najbardziej zagrożonymi elementami sektora, bez zróżnicowania na węgiel kamienny i brunatny, są: transport i magazynowanie oraz odpady. Jest to najprawdopodobniej związane z wrażliwą na czynniki klimatyczne infrastrukturą powierzchniową i budowlami kubaturowymi oraz sposobem składowania odpadów w postaci nadziemnych i podziemnych składowisk.
3. Czynniki klimatycznymi, które wywierają największy negatywny wpływ na górnictwo węgla kamiennego, są: deszcze nawalne/ułowy oraz huragany w transporcie i magazynowaniu, a także powódzie i deszcz marzący w przypadku wszystkich elementów sektora.
4. Czynniki klimatycznymi o negatywnym wpływie na górnictwo węgla brunatnego są: deszcze nawalne/ułowy i powódzie oddziałujące najbardziej na wydobywanie oraz transport i magazynowanie, huragany i długotrwałe zaleganie pokrywy lodowej wpływające na wydobywanie.
5. Widoczną zależnością jest negatywny wpływ wiatrów porywistych i długotrwałych okresów upalnych na wszystkie elementy górnictwa węgla kamiennego i jednocześnie pozytywny lub neutralny ich wpływ na elementy górnictwa węgla brunatnego, co może być związane z „przesuszeniem” infrastruktury, maszyn i obiektów.
6. Czynniki o marginalnym wpływie na elementy sektora są: wilgotność gleby i duża wilgotność powietrza, które w przyszłych badaniach można pominąć.

Przedstawione w artykule czynniki klimatyczne oraz ich wpływ na sektor górnictwa węglowego wymagają określenia wartości granicznych lub zakresów, w których zwiększa się ich negatywne lub pozytywne oddziaływanie.

Przeprowadzone badania ankietowe wykazały znaczący wpływ czynników klimatycznych na elementy sektora górniczego, co powinno doprowadzić do intensyfikacji dalszych badań, szczególnie w zakresie możliwości zapobiegania ich negatywnemu wpływowi oraz w aspekcie zarządzania kryzysowego.

*Autorzy niniejszej publikacji dziękują wszystkim respondentom za udział w badaniu. Zaangażowanie zarówno podmiotów z segmentu górnictwa węgla kamiennego, jak i brunatnego pozwoliło na uzyskanie wysokiej reprezentatywności próby – ogółem w badaniu wzięło udział 88,6% indywidualnych kopalń i zakładów górniczych. W szczególności Autorzy dziękują Zarządom i Kopalniom Kompanii Węglowej SA, Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA, Katowickiego Holdingu Węglowego SA, Południowego Koncernu Węglowego SA, Polskiej Grupy Energetycznej SA, KWK „Bogdanka” SA, KWK „Siltech” Sp. z o.o., KWB „Konin” SA, KWB „Adamów” SA oraz KWB „Sieniawa” Sp. z o.o.*

#### **Literatura**

1. Czaplicka-Kolarz K., Pyka I., red. (2010): Technologie zeroemisyjne i energooszczędność – uwarunkowania wdrażania w Polsce. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
2. Karaczun Z. (2009): Czy i jak adaptować się do zmian klimatu w Polsce? Materiały z konferencji pt. Przygotowanie społeczeństwa do zagrożeń powodowanych zmianami klimatu, Warszawa.
3. Koalicja Klimatyczna (2010): Stanowisko Koalicji Klimatycznej w sprawie adaptacji gospodarki i społeczeństwa polskiego do zmian klimatu. Warszawa, 30 września 2010 roku.
4. Komisja Europejska (2009): Biała Księga. Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania. COM(2009)147, Bruksela.
5. Komisja Europejska (2010a): europa.eu.
6. Komisja Europejska (2010b): europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference= IP/09/ 519.
7. Kożuchowski K., Przybylak R. (1995): Efekt cieplarniany. Warszawa, Wiedza Powszechna.
8. Ministerstwo Środowiska (2010): Stanowisko Rządu RP ws. Białej Księgi „Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania”. Warszawa, 19 marca 2010 roku.
9. Nowak P. (2009): Techniki legislacji. Skrypt z wykładów w roku 2009. Portal akademicki Wydz. Prawa i Administracji UJ: plikownia.administracja.info.
10. Sadowski M., Olecka H. (1993): Efekt cieplarniany a zmiany klimatu. Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska.
11. Sadowski M. (2010): Wytoczne do przygotowania I części strategii adaptacji do zmian klimatu w Polsce. Materiały szkoleniowe ze spotkania grupy roboczej. Warszawa, Ministerstwo Środowiska.
12. Siemiński M. (2007): Środowiskowe zagrożenia zdrowia. Inne wyzwania. Warszawa, PWN.

**Recenzent:** prof. dr hab. inż. Krzysztof Stańczyk