

# Przemysł wobec zmian klimatu

dr Witold Lenart – Uniwersytet Warszawski



Upały w czerwcu 2019 roku były rekordowe. W historii pomiarów temperatury na Ziemi nie było jeszcze aż tak gorąco. Fala ciepła przechodząca nad Europą sprawiła, że średnia temperatura na kontynencie była o dwa stopnie Celsjusza wyższa niż normalnie, w skali zaś globu okazała się o 0,1° wyższa od poprzedniego rekordu, ustanowionego niedawno, w czerwcu 2016 roku. Pasma skwarne powietrza przemieszczały się w ostatniej dekadzie miesiąca na wschód, szczególnie silnie ogrzewając Francję, Beneluks, wschodnią Anglię i Niemcy, a także pogranicze ukraińsko-rosyjskie. W tych obszarach temperatury były wyższe od przeciętnych o 7°C–10°C.

W Polsce rekord regionalny pobiła stacja w Radzynie nad Jeziorem Sławskim (woj. lubuskie), gdzie zanotowano 38,2°C. Wiadomości tego rodzaju są już na porządku dziennym; kolejne lata XXI stulecia wpisują się na listę najcieplejszych w historii. Czekamy już tylko na pobicie naszego

rekordu z 29 lipca 1921 roku, kiedy to w Prószkowie pod Opolem zanotowano 40,2°C. Dziś właściwie nikt już nie zaprzecza, że to wyraźne przegrzanie ma związek z globalnym ociepleniem.

### Rola korporacji w ochronie środowiska

Świadomość rozlicznych implikacji łączących przedsiębiorczość i klimat nieustannie wzrasta. Coraz więcej obrońców klimatu liczy na zainteresowanie korporacji tym najpotężniejszym problemem współczesnego świata. Wynika to z prostej konstatacji, że kolosalne wydatki niezbędne do wstrzymania globalnego ocieplenia nigdy nie będą mogły być pokryte ze środków organizacji proklimatycznych, a także z zasobów rządowych, samorządowych czy międzynarodowych.

Słusznie uważa się, że biznes jest lepiej przygotowany do sprawnego sterowania uzgodnionymi działaniami niż powolne i nieustannie krępowane organizacje i administracje.

Związek przemysłu z ochroną środowiska nabiera charakteru formalnego w trzech obszarach.

Strefa pierwsza to zewnętrzne **przepisy dotyczące lokalizowania i funkcjonowania przedsięwzięć powodujących emisję**, czyli uwalnianie substancji, energii lub odpadów do środowiska. Kontrola obejmuje instalacje, czyli geodezyjnie określone miejsca, gdzie odbywa się taka emisja. Procedura zgodna z tzw. dyrektywą UE o emisjach przemysłowych (IED) nakazuje dużym obiektom przemysłowym dokonywać regularnie oceny oddziaływań środowiskowych przede wszystkim poprzez porównywanie instalacji z technologicznymi wzorcami opracowywanymi w specjalnym banku sozotechnicznym UE mieszczącym się w Sewilli. Warto zauważyć, że założenia tej procedury, a także konkretne konkluzje BAT, traktują kompleksowo duże przemysłowe źródło zagrożeń dla środowiska. Stąd nazwa stosownej decyzji – „pozwolenie zintegrowane”. Chodzi o ustalenie najlepszego zakresu technicznych i organizacyjnych zabiegów, aby skutki środowiskowe funkcjonowania instalacji były jak najmniejsze i nie przekraczały standardów przyjętych w Sewilli. Oczywiście wśród wymogów i zaleceń dyrektywy znajdują się coraz ostrzejsze wymagania dotyczące minimalizacji oddziaływań na klimat poprzez oszczędność energii, wody, unikanie emisji gazów szklarniowych (GHG), wprowadzanie gospodarki bezodpadowej, liniowej, cyrkularnej itd. Istnieje zatem możliwość wprowadzania, w trakcie dość rozbudowanego procesu uzgadniania pozwolenia zintegrowanego, szerokiego zakresu zasad, mechanizmów, a także technologii i procedur skierowanych na ochronę klimatu. Niestety, tak się w Polsce nie dzieje, gdyż zarówno wnioski, jak i pozwolenia zintegrowane wypracowuje się w sposób biurokratyzowany, kierując się schematem oddzielnego rozpatrywania ograniczeń dla poszczególnych emitatorów.

Drugą sferą, która pozwala na sformalizowane, ale już w ramach dobrowolnych decyzji zarządzających, kontrolowanie oddziaływań środowiskowych, w tym dotyczących klima-

tu, jest **zarządzanie środowiskowe**. Praktycznie chodzi przede wszystkim o **certyfikacje według procedury EMAS** przyjętej w UE. Tu wyodrębnia się zasadnicze aspekty środowiskowe, którymi m.in. zawsze jest racjonalna gospodarka energią oraz eliminacja emisji gazów szklarniowych. Głębokość analiz oraz wewnętrzne limity i zobowiązania zależą od ustaleń pomiędzy certyfikującym i zarządzającym, a zatem nie zawsze interesy ochrony klimatu są cyzelowane.

Wreszcie trzecia droga formalnej podstawy proklimatycznej działalności firmy to **świadome i codzienne nawiązywanie do istniejących dokumentów** różnej skali (globalnych, regionalnych, lokalnych i korporacyjnych), poważnie traktujących problem ocieplenia. Tu już wszystko zależy od osób pełniących stanowiska na różnych szczeblach zarządzania przedsiębiorstwem.

To, jakie konkretne działania będą podejmowane, zależy od rozpoznania skali problemu i dopasowania wniosków do wymienionych wyżej procedur i licznych ich modyfikacji.

### Zmiany klimatu – informacje naukowe a uproszczenia medialne

Nauka o zmianach klimatu jest wiedzą przyrodniczą opartą na prawach fizyki i chemii, przy czym ogromną niedogodnością badawczą jest praktyczna niemożność prowadzenia eksperymentów w naturalnej skali przestrzennej i czasowej. Dotychczas zdecydowana większość zjawisk i procesów atmosferycznych rozpoznawana była dzięki zastosowaniu analogów; także modele, wciąż matematyczne, a nie w pełni fizyczne, czerpią z danych obserwacyjnych, historycznych. Dlatego żaden odpowiedzialny badacz naukowy nie odważy się prognozować zmian atmosferycznych ze stuprocentową pewnością. Skrupulatnie wylicza się zastosowane w modelach prognostycznych predyktory, których jednak zawsze jest za mało i które nigdy nie spełniają kryteriów jakości, jakiej należałoby oczekiwać.

W tej sytuacji aktualnie publikowane (2019 rok) informacje naukowe o procesach związanych z globalnym ociepleniem i jego następstwami można podzielić na trzy grupy:

1. Informacje wielokrotnie sprawdzone, potwierdzone obserwacyjnie i akceptowane przez kompetentne środowiska badawcze w świecie i ośrodki analizujące zjawiska atmosferyczne.
2. Informacje o wysokim prawdopodobieństwie trafności opisu i predykcji, ale niepotwierdzone zgodnie przez badaczy co do rozmiaru i tempa zmian.
3. Prawdopodobne teorie – hipotezy.

Następstwa globalnego ocieplenia należałoby klasyfikować z punktu widzenia odbiorcy doniesień na ten temat i wyróżnić te, których łańcuchy przyczynowo-skutkowe można łatwo zrozumieć. Szczególną uwagę warto poświęcić wyjaśnianiu procesów, które w środkach masowego przekazu

są przedstawiane wbrew standardom poprawności naukowej. Dotyczy to na przykład przebudowy cyrkulacji atmosfery, zmian w dystrybucji wilgoci, reakcji świata roślinnego, znaczenia aerozoli, kurczenia się kriosfery, następstw zmian odczynu wód oceanicznych itd. Chodzi o to, by wykluczyć ewentualność pozostawienia na marginesie zjawisk, które mogą być przez tzw. sceptyków interpretowane jako dowody na oczekiwaną przez nich „autoregulację przyrody”. Wiara w taką samoregulację jest największym zagrożeniem dla realizacji trudnych decyzji mitygacyjnych i retardacyjnych. Rokrocznie podwaja się liczba informacji o klimacie i jego zmianach. Mowa o liczbie, nie o jakości, choć ta również wzrasta. Okazją do tego, aby wzbudzić zainteresowanie wspomnianą problematyką, są sążniste Raporty Międzypaństwowego Panelu ds. Zmian Klimatu.

### Zmiany klimatyczne – naukowo potwierdzone fakty

Pierwsze powszechne i wiarygodne doniesienia na temat tego, że grozi nam globalne ocieplenie, pojawiły się w latach 60. ubiegłego wieku. Już wtedy odpowiedzialne gremia rządowe i światli przedsiębiorcy powinni byli rozpocząć działania spowalniające mechanizm ocieplenia. Dlatego dziś można powiedzieć, że są odpowiedzialni za powstanie i rozwój tego niebezpiecznego zjawiska. W zatrważającym tempie powiększają się bowiem dokumentacje z zapisami następstw globalnego ocieplenia. Jak można się było spodziewać, przeważają negatywne konsekwencje – niekorzystne zarówno dla zdrowia i życia ludzi, dla gospodarki, jak i dla całej przyrody.

Udowodniono już bezpośredni związek pomiędzy wzrostem koncentracji gazów szklarniowych w atmosferze i wzrostem globalnej temperatury. Oczywiście jest to, że potężna emisja sztucznego ciepła pochodzącego z przemysłu i miast wpływa na klimat. Jasną sprawą jest także reakcja bilansu radiacyjnego na zmianę albedo, praktycznie wciąż obniżanego przez człowieka. Istnieją „twarde” dane dotyczące nieustannego wzrostu koncentracji dwutlenku węgla, metanu, tlenków azotu i innych gazów szklarniowych w dolnej troposferze. Działania powodujące dodatkowe parowanie, i to wcale nie w małych ilościach, uruchamiają także dodatkowe wymuszenie radiacyjne pary wodnej, najważniejszego gazu szklar-

niowego. Specjaliści wyróżniają obecnie ponad 30 gazów cieplarnianych. Dla porządku przytaczamy obecne stężenie gazów szklarniowych na Ziemi oraz ich poziom wymuszenia radiacyjnego (GWP). Z porównania stężeń z okresu przedindustrialnego można odczytać tempo zmian nienotowane na naszej planecie od miliona lat (tab. 1).

Główny strumień antropogennych gazów cieplarnianych powstaje w wyniku spalania paliw kopalnych (gazowych, ciekłych i stałych). Spaliny takie zawierają dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), parę wodną (H<sub>2</sub>O), azot cząsteczkowy (N<sub>2</sub>), nadmiarowy tlen cząsteczkowy (O<sub>2</sub>) oraz wiele innych zanieczyszczeń, między innymi dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>), tlenki azotu (NO<sub>x</sub>), tlenek węgla (CO), węglowodory itd. Szacuje się, że roczna emisja CO<sub>2</sub> spowodowana spalaniem paliw kopalnych przekracza 7 mld ton węgla.

Aktualnie (2019) stężenie CO<sub>2</sub> w atmosferze ziemskiej to nieco ponad 400 ppm. Istotnym problemem oceny tego stanu jest bardzo długi czas obiegu CO<sub>2</sub> w biosferze (rzędu 50–200 lat), stąd pełne skutki obecnej jego emisji pojawią się ze znacznym opóźnieniem. Nawet przy założeniu, że zostanie utrzymany obecny poziom emisji CO<sub>2</sub>, w 2050 roku jego stężenie może wynosić 125%, a w 2100 roku – 145% obecnego poziomu.

Bezsporne są zatem fakty, które można podsumować w następujący sposób:

- Dysponujemy nieprzerwanymi seriami pomiarowymi dwutlenku węgla od lat 50. XX w. ze stacji w różnych miejscach kuli ziemskiej (np. Mauna Loa na Hawajach, na Kaukazie, McMurdo na Antarktydzie). Mamy też polską 30-letnią serię pomiarową z Diablej Góry w Puszczy Boreckiej.
- Dramatycznie rosnące krzywe koncentracji, które obecnie osiągają poziom 400 ppm, w zasadzie nie są komentowane.
- Cywilizacja doprowadziła do wyemitowania od końca XIX stulecia do dziś (2019) ponad 2,3 biliona ton CO<sub>2</sub>. Stężenie 400 ppm wyraźnie wykracza poza zakres naturalnych fluktuacji stężeń epoki zlodowaceń plejstoceny.
- Badania prowadzone przez czołowe ośrodki nauk o atmosferze udowodniły fizyczny związek pomiędzy

Gaz	Zawartość 1750 rok	Zawartość 2018 rok	GWP
CO <sub>2</sub>	280 ppm	404 ppm	1
CH <sub>4</sub>	700 ppt	2 ppm	23
N <sub>2</sub> O	270 ppt	325 ppt	296
O <sub>3</sub> (troposfera)	10 ppb	30-45 ppb	2 000
CFC-11 CFCI <sub>3</sub>	0	2,1 ppb	4 600
CFC-12 CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	0	300 ppt	10 600

Tab. 1. Porównanie stężeń gazów szklarniowych

wzrostem koncentracji gazów szklarniowych a wzrostem średniej temperatury powietrza w dolnej troposferze oraz wzrostem temperatury oceanów w warstwie co najmniej kilkusetmetrowej. Do tej pory korzystano z udowodnionych i oczywistych zależności korelacyjnych.

- Emisja sztucznego ciepła i pozytywny termiczny efekt zmian albedo są oczywiste. Generalnie każda działalność cywilizacyjna prowadzi do uwalniania sztucznego ciepła i obniżania albedo.
- Współczesne globalne ocieplenie nie znajduje analogii w historii klimatu pod względem tempa zmian. Są one co najmniej o dwa rzędy wielkości szybsze niż podczas znaczących ociepleń i ochłodzeń interglacjalnych.
- Wszystkie instytucje zajmujące się naukami o atmosferze oraz 98% uczestników dorocznych Konferencji Klimatycznych ONZ uważa, że globalne ocieplenie jest w „znaczącym stopniu” spowodowane przez cywilizację.
- W okresie, gdy notujemy szybki wzrost temperatury (ostatnie kilkadziesiąt lat), nie obserwuje się procesów geofizycznych i heliofizycznych, które sprzyjają ociepleniu. W ostatnich dekadach aktywność słoneczna spadała do poziomu najniższego w ostatnim stuleciu. W kierunku ochłodzenia działa też powolny spadek aktywności wulkanicznej i niewielkie zmiany orbity ziemskiej.

Powyższe pozwala na postawienie tezy, że każdy emitent gazów szklarniowych w sensie netto (ponad możliwości jednoczesnego pochłaniania) jest proporcjonalnie odpowiedzialny za obserwowane skutki globalnego ocieplenia.

## Następstwa zmian klimatu

Poniżej (tab.2) zamieszczono deskrypcyjny obraz następstw globalnego ocieplenia o charakterze zestawienia potencjalnych skutków. Jest to lista niepełna, przy czym nie należy się spodziewać, aby w kolejnych latach którakolwiek z umieszczonych pozycji była wykreślona.

W otwartym systemie atmosfery oraz przy naturalnym obiegu dwutlenku węgla, metanu, pary wodnej i tlenu azotu w przyrodzie, podwojenie koncentracji gazów szklarniowych oznacza wzrost średniej temperatury o 2°C–3°C. Ze względu na swoiste cechy cyrkulacji atmosferycznej ocieplenie nie będzie równomierne. Okolice okołorównikowe ogrzeją się zaledwie o 1°C, miejscami zmian nie będzie się obserwować. Obszary podbiegunowe będą cieplejsze o 4°C i więcej; zimą wzrost temperatury będzie dwukrotnie wyższy. W warunkach polskich oznacza to zanik zim termicznych.

Przedmiot oceny	Świat		Polska	
	Wzrost temperatury		Wzrost temperatury	
	+ 1,5°C	+ 2,0°C	+ 1,5°C	+ 2,0°C
Upały <sup>1</sup>	+ 30 dni	+ 50 dni	25%	50%
Poziom oceanu do 2100 roku	+ 40 cm	+ 50 cm	+ 30 cm Bałtyk	+ 50 cm Bałtyk
Opad atmosferyczny	Zmiany struktury	Zmiany regionalne	Zmiany struktury	Spadek
Cyklony tropikalne	Silniejsze Nowe obszary	Częstsze Nowe obszary	-	?
Woda pitna	- 9%	- 17%		Ograniczenia
Opady nawalne	+ 5%	+ 7%	Kilka %	Kilka %
Przymrozki <sup>2</sup>			Wzrost	Wzrost
Wybielanie koralowców	Do 90% raf koralowych			
Susze <sup>3</sup>	Rozszerzenie	Nowe tereny	25	30
Plony (zboża)	Spadek o 5%	Spadek o 10%		Spadek
Burze, trąby itd.	Wzrost	Silny wzrost	Wzrost intensywności	Wzrost liczby i intensywności

<sup>1</sup> Liczba dni z  $t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ; <sup>2</sup> liczba dni; <sup>3</sup> maksymalny okres bezopadowy.

Tab.2. Następstwa globalnego ocieplenia



Nastąpią istotne przesunięcia izoterm średniej temperatury, a także izoterm temperatur ekstremalnych, izol linii długości trwania pór roku, okresu wegetacyjnego, przymrozkowego i bezprzymrozkowego, trwania okresu komfortu termicznego, sezonu klimatoterapeutycznego, talasoterapeutycznego, turystycznego, budowlanego, żeglugowego itd. Granice upraw zbożowych przesuną się kilkaset kilometrów na północ (na północnej półkuli), otworzy się trwale morskie przejście arktyczne północno-wschodnie (syberyjskie) i północno-zachodnie (kanadyjskie). Większość lodowców górskich zmniejszy swe rozmiary, rozpocznie się rozpad szelfowych lodowców Antarktydy i ubywanie lodu kontynentalnego z Archipelagu Franklina, Grenlandii i Zachodniej Antarktydy. Zmiana ta jest groźna dla rozległych obszarów wewnątrzkontynentalnych.

Potężny wzrost temperatury w obszarach okołobiegunowych, przy niewielkich zmianach w pobliżu równika, spowoduje obniżenie termicznej kontrastowości strefowej, czyli różnicy temperatury wzdłuż południków. Owa kontrastowość jest motorem cyrkulacji zachodniej w szerokościach umiarkowanych, przynoszącej zasadnicze ilości wilgoci z nad oceanów nad kontynenty, zwłaszcza Eurazję.

Ocenia się, że już na wschód od naszego kraju opady okażą się niższe niż obecnie. Zresztą w Polsce też będzie bardziej sucho, bo przy letnich temperaturach powyżej 20°C parowanie wyraźnie wzrośnie, co spowoduje obniżenie się odpływu rzekami. Deficyt wody słodkiej obejmie także inne kraje Europy Środkowej. Skrajnemu przesuszeniu poddane będą stepy i półpustynie Azji Środkowej, prerie Ameryki Północnej i wnętrza Australii. Pozornie pozytywne skutki ocieplenia dla turystyki, budownictwa i transportu lądowego będą zniweczone przez wysoki poziom koniecznych wydatków adaptacyjnych.

Człowiek przez tysiąclecia uniezależnił się od oddziaływania atmosfery. Przestał na co dzień reagować na niewielkie zmiany pogody, może żyć i pracować od bieguna do równika. Uzupelnia braki energii i wody. Ale jednocześnie doskonalił dostosowywanie swej gospodarki do warunków klimatycznych. Wszystkie działy życia społecznego są ściśle związane z rytmem klimatu. Nie tylko rolnictwo, turystyka czy gospodarka wodna, ale transport, budownictwo, nawet przemysł spożywczy i lekki pracują w pełnej zgodności z wymaganiami klimatu. Tak poważna i szybka zmiana doprowadzi do upadku misternie tworzonych struktur gospodarczych, a także społecznych.

Szczególną uwagę zwrócić należy na zmiany w dystrybucji wilgoci. W tej sferze pojawia się najwięcej skutków motywujących do działania, a więc pozwalających na zapisy operacyjno-analizacyjne oraz możliwości kwantyfikowania strat i kosztów. Chodzi m.in. o wzrost frekwencji gwałtownych zjawisk hydro-meteorologicznych, w tym katastrofalnych, rozszerzające się strefy występowania susz, w tym na tereny rolnicze, wzrost poziomu wszechoceanu i wzrost zasięgu abrazji z wkroczeniem na tereny zamieszkałe, likwidację zimowej pokrywy

śnieżnej i dostawy wody z retencji śnieżnej, także pogarszanie się jakości wód w wyniku przebudowy reżimu hydrologicznego rzek. Efektem tych zmian jest polityczna rywalizacja o dostęp do wody oraz nasilone migracje. Odrębnie analizować należy zróżnicowane reakcje świata roślinnego i zwierzęcego.

Kolejna grupa ważnych i dobrze widocznych strat dotyczy obszarów zurbanizowanych. Coraz więcej ludności mieszka i pracuje w miastach, z czego 2/3 w miastach dużych, gdzie na co dzień nie ma żadnego kontaktu z warunkami otwartych przestrzeni. Otaczający wielkomiejskie skupiska klimat, determinowany zabudową aglomeracji, emisjami do atmosfery, odmiennym mechanizmem obiegu wody, a nawet wielkością pomieszczeń mieszkalnych czy usługowych, zdecydowanie różni się od klimatu „zewnątrznego”. Głębia i specyfika tego oddziaływania jest już dobrze poznana, jednak wciąż dochoǳą nowe cechy i procesy, choćby te wywołane globalnym ociepleniem, które generalnie pogłębiają odrębność atmosfery miejskiej.

### Ekonomiczne skutki zmian klimatu

Oczywiste skutki ekonomiczne większości wymienionych powyżej zmian i zaburzeń można podzielić na dwie grupy: policzalne po stronie strat i kosztów oraz fluktuacyjne, bilansowane stratami i korzyściami. Pierwsze z nich są w zasadzie nierekompensowalne. Ewidentne straty to m.in.: wartość terenów utraconych, koszty ochrony wybrzeży, straty związane ze wzmożeniem zjawisk ekstremalnych, koszty zabiegów meliorujących klimat w miastach oraz pozyskiwania wody, bezpośrednie straty zdrowotne i wydatki na obsługę migracji (tab. 3).

W zasadzie można wymienić tylko jedną dziedzinę, która wyraźnie zyskuje w związku z globalnym ociepleniem – to rozwój nauk o środowisku i w szczególności – o klimacie.

### Rola przemysłu wobec zmian klimatu

Pole działania jest tak rozległe, jak możliwości rozwoju biznesu. Można podzielić je na kilka stref.

Pierwszy obszar stanowi **motywacja ludzka**, prosta reakcja na zagrożenie bytu. Z medycznego punktu widzenia nie ma tu wątpliwości. Zarówno wzrost, jak i spadek temperatury otoczenia ludzi i zwierząt żyjących w określonych warunkach klimatycznych niekorzystnie wpływa na szanse ich przeżycia oraz kondycję zdrowotną. Zagrożenie wykładniczo rośnie wraz z różnicą temperatury; ogólnie można przyjąć, że od przyrostu temperatury o 1,5°C do 2,5°C zaczyna się szybki wzrost śmiertelności. Przy wzroście o 4°C raporty WHO prognozują początek masowego wymierania ludności miejscowej. Wynika to z prostej zależności temperatury odczuwalnej (uwzględniającej także wilgotność powietrza) od możliwości fizjologicznego ochładzania się ludzkiego organizmu. Globalne ocieplenie spowoduje nie tylko wzrost temperatury, ale też zwiększenie częstotliwości stanów bliskich nasycenia. Niestety, byliśmy

Procesy/ zjawiska/ zagrożenia/aspekty globalnego ocieplenia	Wpływ na		
	Ludzi	Gospodarkę	Przyrodę
Przegrzanie, wzrost temperatury powietrza, wody i gruntu	Wzrost śmiertelności, choroby, dyskomfort, nerwice i stres	Przebudowa, zmiany standardów inżynierskich, utrata terenów funkcjonalnych	Przesuwanie zasięgów taksonów, gatunki inwazyjne, akceleracja spadku RB
Podnoszenie się poziomu oceanu światowego	Katastrofy, utrata domostw i pracy, migracje	Obrona wybrzeży, straty terenów, dysfunkcje infrastruktury	Utrata cennych ekosystemów wybrzeży
Wzrost intensywności i zasięgu cyklonów tropikalnych	Straty ludzkie i materialne, stres, inny styl życia	Rosnące straty fizyczne, koszty zabezpieczeń, prognoz i służb	Rozszerzenie obszarów niedostępnych dla niektórych taksonów
Ulewy i powodzie błyskawiczne (FF)	Zagrożenie życia, zdrowia, utrata dobytku, stres	Dewastacja gruntów, szkody budowlane i infrastrukturalne	Katastrofy hydrogeologiczne, utrata gleby
Inne od ww. ekstremalne zjawiska pogodowe	Zagrożenie życia, zdrowia i dóbr, stres	Straty materialne i konieczność zabezpieczenia	Straty w lasach i zadrzewieniach na wsi i w miastach
Obniżenie odczynu wód oceanicznych	Mniej przyjazny ocean	Większa korozyjność instalacji wodnych	Zamieranie raf koralowych, spadek RB
Regionalne zmiany w cyrkulacji atmosferycznej	Migracje klimatyczne, konflikty wodne	Straty w sektorze rolniczym, turystyce, problemy społeczno-gospodarcze	Zagrożenia dla populacji i RB. Ograniczenia zasięgu specyficznych ekosystemów
Arydyzacja i susze	Wzrost ubóstwa i migracje	Porzucanie terenów, spory o wodę, gwałtowny wzrost kosztów utrzymania miast	Pożary lasów i sawann, szybsza utrata RB, pustynnienie
Zanik pokrywy śnieżnej	Pogorszenie krajobrazu zimowego	Koniec upraw ozimych, braki wody na początku okresu wegetacji	Zaburzenia naturalnej zmienności fenologicznej
Kurczenie się większości lodowców górskich		Straty w turystyce	Zmiana reżimu rzek
Pogłębianie się i rozszerzanie miejskich wysp ciepła	Dyskomfort życia w mieście, skutki zdrowotne	Utrata wartości terenów zurbanizowanych, koszty melioracji klimatu	Degradacja przyrody miejskiej
<i>Przebudowa cyrkulacji oceanicznej</i>	<i>Zmiany atrakcyjności terenów na wybrzeżach</i>	<i>Zmiany łowisk i warunków nawigacyjnych</i>	<i>Zmiany RB</i>
<i>Przebudowa stratyfikacji i cyrkulacji w górnej troposferze</i>		Wpływ na transport lotniczy	
Zmiany stratosferyczne	Obawa o trwałość ozonosfery		Zagrożenie dla większości gatunków

Kursywą zaznaczono następstwa niepewne.

Tab.3. Skutki zmian klimatycznych

już świadkami pierwszych spektakularnych tragedii (upalny Paryż w sierpniu 2003 roku i ponad 40 tysięcy przedwczesnych zgonów). Troska o pracowników i ich rodziny powinna stanowić priorytet działań przedsiębiorstw (np. wprowadzanie sjesty).

Sfera druga: **działania programowe**. Obejmują elementy polityki produkcyjno-usługowej oraz organizację i strukturę technologiczno-ekonomiczną przedsiębiorstwa. **Pierwszoplanowymi zadaniami na rzecz ochrony klimatu jest tu ograniczenie wydatków energetycznych**, a zwłaszcza tych generujących emisję gazów szklarniowych (GHG). Zasadniczym kryterium wyboru opcji zaopatrzenia w energię powinna być łączna emisja GHG wyrażana równoważnikiem CO<sub>2eq</sub>. Podobne analizy powinny dotyczyć uwalniania sztucznego ciepła oraz dbałości o wysokie albedo obiektów, przy czym kontrole wewnętrzne dotyczące tych kwestii muszą odbywać się co pewien czas z założeniem, że zawsze doprowadzą do kolejnych oszczędności energetycznych oraz zmniejszenia emisji GHG.

Wśród licznych zasad gospodarowania energią wymienić należy dążenie do wyeliminowania ogrzewania elektrycznego na rzecz źródeł bezemisyjnych, powszechne wykorzystywanie światła słonecznego, także w pomieszczeniach wewnętrznych, magazynowanie energii „odpadowej” z procesów technologicznych, instalowanie urządzeń OZE, nawet w sytuacji, gdy nie ma możliwości wykorzystania energii na miejscu.

W tym samym kierunku powinny zmierzać **działania oszczędzające zbędny ruch wewnętrzny** (nie tylko transport), **wode technologiczną i pitną, surowce i materiały pomocnicze o znacznej energochłonności**. Poważniejszą kwestią jest okresowa weryfikacja profilu produkcyjno-usługowego z punktu widzenia ochrony klimatu. Zasadą powinno być stałe obniżanie śladu węglowego oferty oraz wprowadzanie, jako swojej rekompensaty, produktów i usług o wyraźnie korzystnym wpływie na klimat. Działania te powinny być przenoszone na kooperantów wszystkimi możliwymi drogami, nawet przez sformalizowane wymaganie.

Każde, nawet drobne, **działanie** sprzyjające ochronie klimatu **powinno być realizowane na zasadach trwałej decyzji**, a nie okazjonalnego wystąpienia. Poszukujemy i w różny sposób wykorzystujemy źródła ciepła (podgrzany grunt, ciepło odpadowe technologiczne, magazyny ciepła w pomieszczeniach, biomasa, wody podgrzane). Przede wszystkim mowa tu

o przeróżnych systemach rekuperacyjnych i modyfikacjach wymienników gruntowych oraz o pompach ciepła.

W celu podwyższenia albedo, a także wzmocnienia pochłaniania CO<sub>2</sub>, dobrymi rozwiązaniami jest pokrywanie obiektów roślinnością, przy czym należy uwzględnić także powierzchnie częściowo zacienione. Należy zadbać o pełne wykorzystanie docierającej energii słonecznej, odbijanie zbytecznej i zatrzymywanie wód opadowych do miejscowego wykorzystania.

Należy dbać o niskoemisyjność budownictwa, zarówno w sensie materiałowym, jak i realizacyjnym. Dążyć należy do wielowarstwowej przestrzeni zabudowy industrialnej, na wzór nowoczesnego miasta proklimatycznego, gdzie przestrzeń niewiążąca się z podstawowymi celami (mieszkaniowymi, produkcyjnymi, usługowymi, administracyjnymi) powinna uzyskać inne ważne cele funkcjonalne i stanowić element krajobrazu służącego ochronie klimatu. W zakresie gospodarki odpadami chodzi o świadomą segregację in situ wymuszającą, najlepiej miejscowy, odzysk lub recykling.

Kolejna sfera obejmuje również ważne elementy, takie jak: **promocja, informacja i edukacja**. Ludzie biznesu, nie tylko zarządzający korporacjami, nie mogą zadowolić się znajomością wyzwań klimatycznych, choćby zaprezentowanych w takim jak ten artykule. Nieustanne gromadzenie i weryfikowanie wiedzy jest w tym przypadku obowiązkiem. Powinno prowadzić do decyzji przybliżających cele korporacyjne do celów zrównoważonego rozwoju, multiplikujących kwestie klimatyczne. Pomocą w samoedukacji będzie oczywiście wspieranie ruchów proklimatycznych, dezawuowanie sceptycznych poglądów i opinii na temat globalnego ocieplenia czy przeciwstawianie się polityce liderów reprezentujących w sprawie klimatu wysoki poziom ignorancji. Biznes powinien, nie zważając na kwestie konkurencyjności, wspierać rodzime firmy kompletujące i wytwarzające instalacje OZE. Powinien także powstrzymać promowanie wątpliwych klimatycznie rozwiązań technicznych i organizacyjnych oraz zrezygnować z wprowadzania na rynek gadżetów, których idea czy funkcjonalność zaprzecza zasadom zrównoważonego rozwoju.

Na zakończenie warto zaproponować choćby skromny pomysł na to, jak budować w środowiskach decyzyjnych świadomość nowych zagrożeń – jako stosowną dekorację w hallu dyrekcji można zamieścić przygotowane przez dzieci rysunki nadesłane na światowy konkurs poświęcony przeciwdziałaniu globalnemu ociepleniu, zorganizowany przez UNICEF i UNEP (zob. ilustracja na następnej stronie).



## Literatura

Kundzewicz Z.W., Kowalczak P., *Zmiany klimatu i ich skutki*, Wydawnictwo Kurpisz, Poznań 2008.

Lenart W., *Czułe miejsca*, „Problemy” 1972, nr 2.

Lenart W., *Zmiany klimatu. Ewolucja myślenia i zaproszenie do działania*, Fundacja na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, Warszawa 2015.

*Polityka klimatyczna Polski*, Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2009.

Popkiewicz M., Kardaś A., Malinowski Sz., *Nauka o klimacie*, Warszawa 2018.

*Sięgnij po słońce – wspieranie przedsięwzięć na rzecz wykorzystania energii odnawialnej w środowisku wiejskim*, RCEE, Płock 2004.

*Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Teoria i praktyka zrównoważonego rozwoju*, red. Kalinowska A., Lenart W., w tym: *Globalne ocieplenie – nieustanne kontrowersje, Pierwszeństwo energii pierwotnej w budownictwie*, UW, Warszawa 2007.