

Marek Maciantowicz

## PROBLEM ZALESIEŃ W KONTEKŚCIE GLOBALNYCH ZMIAN KLIMATYCZNYCH

### Problem of afforestation in the context of global climatic changes

#### Abstract

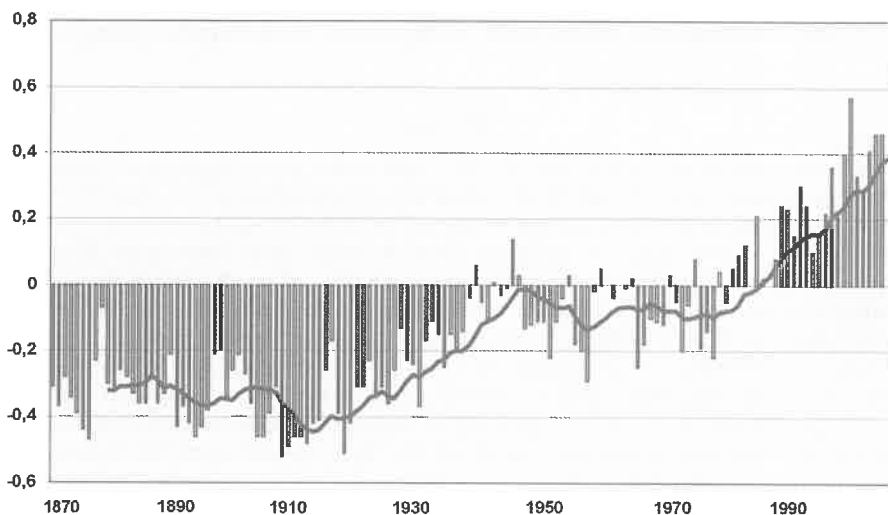
Climatic research carried out since 1850 univocally evidences the progressive changes of the climate in the global scale. The average temperature has grown in that time by about 0.6 °C, and present models of climate changes forecast the increase of the average temperature in the year 2100 at between 1.4 °C and 5.8 °C. At such a tempo of changes, forest-creating species can in a relatively short time waste their own hitherto existing climatic optima. The natural process of the adaptation of species (not only the arborescent ones) may prove much slower than the tempo of quickly occurring climatic changes. This can cause disastrous phenomena occur on large areas. Potential reactions of ecosystems include, among others: changes in the specific, spatial and age structure of forests and changes in the location of forests on the European continent. The Kyoto Protocol provides for forestry as a tool to moderate total climatic changes, however the changing climate can thwart both the present and future activities. In the context of probable climatic changes, in the case of afforestations, important are both suitable species composition of new afforestations as well as formation of the suitable structure of tree stands, resistant to unfavourable meteorological phenomena. Such assumptions are best realized by natural successions which better correspond to the local environmental conditions. Another essential problem is such formation of forest ecosystems as to increase the retention of carbon (through bonding CO<sub>2</sub> in plant tissues and in soil) and the creation of advantageous microclimatic conditions through appropriate positioning of new tree stands in the natural space.

KEY WORDS: climatic changes, afforestations, forests, climate, global warming.

#### Wprowadzenie

Obserwacje parametrów klimatycznych prowadzone od ponad 150 lat jednoznacznie wskazują na postępujące zmiany klimatu w skali globalnej. Średnia temperatura powierzchniowej warstwy atmosfery wzrosła od 1850 roku o ok. 0,6°C. Lata 90. ubiegłego stulecia były najcieplejszą dekadą w całym okresie objętym pomiarami, a praw-

dopodobnie również w ostatnim tysiącleciu (Różański 2002). Równocześnie badania paleoklimatyczne dostarczają informacji o zdumiewającej dynamice zmian klimatu w przeszłości, mającej swoje źródło wyłącznie w procesach naturalnych (Petit et al. 1999). Są to argumenty przeciwników teorii o zmianach klimatu wywołanych czynnikami antropogenicznymi. Jednak wyniki modelowania globalnych zmian klimatu w okresie 1860–2000 pokazują jednoznacznie, że wzrost temperatury globalnej obserwowany w ostatnich dziesięcioleciach może być wyjaśniony za pomocą modeli klimatycznych, tylko przy założeniu istnienia znaczących wymuszeń radiacyjnych pochodzenia antropogenicznego, wynikających ze wzrastających stężeń gazów cieplarnianych w atmosferze oraz obecności aerozoli (Różański 2002).



Ryc. 1. Zmiany średniej globalnej temperatury powietrza przy powierzchni Ziemi w ciągu ostatnich 140 lat wyrażone jako odchylenie od średniej wyliczonej dla okresu 1961–90.

(źródło: [www.metoffice.com/research/hadleycentre/CR\\_data/Annual/HadCRUG.gif](http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/CR_data/Annual/HadCRUG.gif))

Fig. 1. Changes in average global near-surface air temperature in the course of recent 140 years shown as a deviation from the mean temperature calculated for the period of 1961–1990.

(source: [www.metoffice.com/research/hadleycentre/CR\\_data/Annual/HadCRUG.gif](http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/CR_data/Annual/HadCRUG.gif))

Badania paleoklimatyczne (Petit et al. 1999), pokazują, że w ciągu ostatnich 400 tysięcy lat stężenia dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) i metanu ( $\text{CH}_4$ ) w atmosferze fluktuowały pomiędzy dwoma ściśle zdefiniowanymi poziomami, wynoszącymi dla  $\text{CO}_2$  około 180 ppm w okresach glacialnych i 280 ppm w okresach interglacialnych, a dla metanu odpowiednio 0,3 ppm i 0,7 ppm. W wyniku działalności człowieka w ciągu ostatnich 150

lat stężenie dwutlenku węgla w atmosferze wzrosło o ok. 30%, do poziomu ok. 370 ppm i jest obecnie najwyższe od 400 tysięcy lat, a najprawdopodobniej nawet od 20 mln lat. Stężenie metanu w tym samym okresie wzrosło o ok. 150% do poziomu ok. 1,7 ppm i również jest najwyższe od 400 tys. lat.

Ponad 75% antropogenicznych emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery w ciągu ostatnich 20 lat pochodziło ze spalania paliw kopalnych, a pozostała część – głównie z wylesiania. Ocean i biosfera kontynentalna pochłaniają obecnie tylko ok. 50% antropogenicznej emisji dwutlenku węgla (Falkowski et al. 2000).

Współczesne modele zmian klimatu, w zależności od przyjętego scenariusza rozwoju społeczno-gospodarczego świata, przewidują wzrost średniej globalnej temperatury powietrza przy powierzchni Ziemi w roku 2100, w stosunku do średniej za lata 1961–90, między 1,4 °C a 5,8 °C (Róžański 2002).

### **Globalne zmiany klimatu – zaniepokojenie na świecie**

Wynikiem troski społeczności międzynarodowej w temacie zmian klimatu było ustanowienie na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku Ramowej Konwencji o Zmianach Klimatycznych (FCCC - *Framework Convention on Climate Change*).

Celem Konwencji jest powstrzymanie wzrostu oraz stabilizacja koncentracji w atmosferze tzw. gazów cieplarnianych. Strony Konwencji zostały zobowiązane do przeprowadzenia inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych, określenia możliwości ich „magazynowania” (zwłaszcza węgla) oraz do działań na rzecz redukcji emisji.

Na trzecim spotkaniu stron Konwencji w 1997 roku w Kioto został stworzony dodatkowy dokument wiążący - Protokół z Kioto. Zgodnie z zawartymi tam zapisami, 39 krajów powinno w latach 2008-2012 zredukować emisję gazów cieplarnianych o 5% w porównaniu z rokiem 1990 (Polskę obowiązuje poziom z 1988 r.)

Protokół przewiduje gospodarkę leśną jako jedno z narzędzi łagodzenia globalnych zmian klimatycznych.

W celu przygotowania się do nadchodzących zmian, Komisja Europejska przygotowuje tzw. ZIELONĄ KSIĘGĘ (Anonim 2007) – dokument dotyczący wariantów działań na szczeblu Unii Europejskiej, a głównie adaptacji do zmian klimatycznych w Europie dostępny na stronie [http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm)

Zgodnie z najbardziej prawdopodobnym scenariuszem opracowanym przez ekspertów z Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC 4AR, grupa robocza I), kluczowe zmiany, jakie mogą wystąpić na koniec XXI wieku to:

- podwojenie koncentracji CO<sub>2</sub> w atmosferze,
- wzrost średniej temperatury o ok. 1,5 - 4,5 °C (a nawet do 5,8 °C), co stanowi od trzech do sześciu razy więcej w porównaniu ze wzrostem temperatury na świecie od czasów przedindustrialnych,

- wzrost opadów na świecie o ok. 3-5%,
- podniesienie się poziomu mórz o 45 cm.

### **Wpływ zmiany klimatu na ekosystemy i różnorodność biologiczną**

Zgodnie z zapisami w „Zielonej Księdze”, zmiany klimatyczne w dużym stopniu wpłyną na gospodarkę i społeczeństwo poprzez skutki odczuwalne przez ekosystemy, różnorodność biologiczną i tzw. przepływ usług ekosystemowych. Skutki zmian klimatycznych dla człowieka przekazywane są przeważnie za pośrednictwem systemów naturalnych. Stabilne ekosystemy są bardziej odporne na zmiany klimatyczne i dzięki temu w lepszy sposób zapewniają usługi ekosystemowe, od których zależy dobrobyt społeczeństw.

Stabilne ekosystemy znajdują się obecnie w samym centrum każdej polityki adaptacyjnej. W związku z tym bardzo akcentuje się tam temat ograniczania „konwencjonalnej” presji powodującej fragmentację, degradację, nadmierną eksploatację i zanieczyszczenie ekosystemów („ekosystemowe przystosowanie do warunków klimatycznych”).

Zmiany klimatyczne wywrą głęboki wpływ na fizyczne i biologiczne składniki ekosystemów: wodę, glebę, powietrze i różnorodność biologiczną.

W temacie tym wprowadzono lub wkrótce się wprowadzi unijne prawodawstwo i adekwatną politykę.

Zachowanie stabilnych i dobrze funkcjonujących ekosystemów będzie jednak stanowiło duże wyzwanie, ponieważ zmieniający się klimat może niweczyć starania podejmowane obecnie i w przyszłości. Z tego względu zastosowane rozwiązania mogą wymagać modyfikacji.

W Polsce brak jest obecnie krajowej strategii działań w związku z przewidywanymi zmianami klimatu, szczególnie w odniesieniu do lasów, które zajmują 28,9% powierzchni kraju i w przyszłości będą stanowiły kluczową rolę w łagodzeniu skutków ocieplenia, szczególnie na poziomie lokalnym.

Zmiany klimatyczne wywarły już znaczny wpływ na wiele ekosystemów na całym świecie.

Prawdopodobnie około 20-30 % gatunków roślin i zwierząt na świecie, będzie zagrożonych wyginieciem, jeżeli wzrost średniej globalnej temperatury przekroczy 1,5 – 2,5°C.

Według zapisów w „Zielonej Księdze” w Europie do roku 2080 ponad połowa gatunków roślin może zostać narażona na wyginiecie lub być zagrożona nim.

Badania prowadzone w Polsce nad zmianami typów fitosocjologicznych lasów w ciągu ostatnich 50 lat (Matuszkiewicz 2007) wykazują ubożenie zespołu subkontynentalnego boru świeżego *Peucedano-Pinetum* i równoczesną progresję suboceanicznego boru świeżego *Leucobryo-Pinetum*. Obserwowany jest wzrost liczebności buka (*Fagus sylvatica*). Fala przemieszczania się tego gatunku kieruje się do Polski wschodniej. Uwidacznia się spadek bogactwa florystycznego, szczególnie w zbiorowiskach borowych. Widoczna

jest ekspansja dębu szypułkowego (*Quercus petraea*) w zbiorowiskach borowych. Wzrasta liczebność ciepłolubnych neofitów, szczególnie robinii akacyjowej (*Robinia pseudoacacia*).

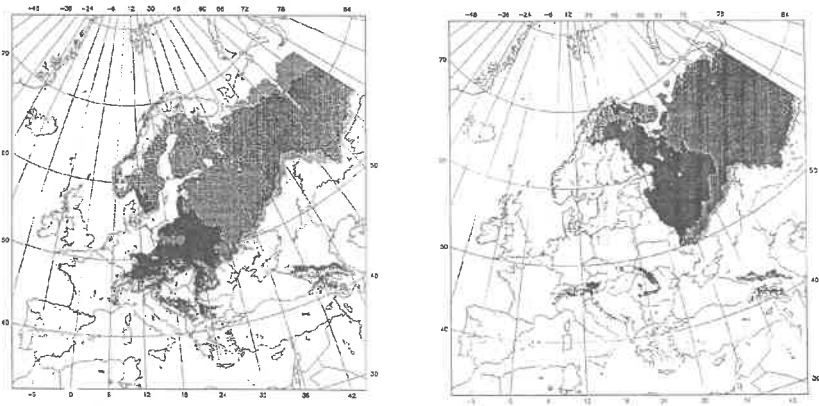
Autorzy tłumaczą te zmiany głównie zanikiem presji człowieka, jednak wydaje się, że jednym z logicznie nasuwających się czynników jest właśnie ocieplenie się klimatu.

Ocieplenie klimatu powoduje również zmiany jakościowe krajowej fauny, szczególnie bezkręgowców, w tym mających duże znaczenie gospodarcze owadów liściożernych. Od połowy lat 70. XX wieku dochodzi w polskich lasach do masowych pojawów gatunków, które dotąd nie miały znaczenia gospodarczego, a ich centrum występowania znajdowało się w krajach położonych na południe od granic Polski (Szujewski 1995). Potwierdza to również niezwykle ekspansja w ostatnich latach na terenie Polski południowo-europejskiego motyla szrotówka kasztanowcowiaczka (*Cameraria ohridella*). Gaunek ten został opisany w 1985 roku przez Deschka i Dimić w Macedonii, a już w lipcu 1998 roku zaobserwowano go po raz pierwszy w Polsce w Ogrodzie Botanicznym w Wojsławicach koło Wrocławia (Łabanowski i Soika 1998). W związku z przewidywanymi zmianami klimatycznymi może nastąpić rozprzestrzenianie się gatunków, których zasięgi były limitowane występowaniem określonych temperatur w okresie zimowym. Prawdopodobnie pogłębi się opanowywanie środowisk leśnych przez gatunki ubikwistyczne o szerokich arealach geograficznych, co spowoduje nasilenie procesów synantropizacji (Szujewski 1995). Może to doprowadzić do przeorganizowania się biocenoz ze skomplikowanych na bardziej uproszczone poprzez wycofywanie się gatunków o wysokim stopniu specjalizacji.

### **Scenariusze zmian zasięgów podstawowych gatunków drzew w wyniku zmian klimatu**

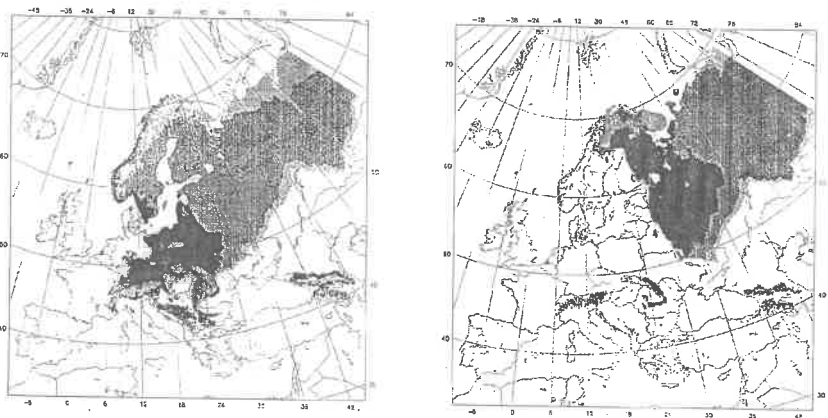
W połowie lat 90. XX wieku Sykes i Prentice (1995) opublikowali wyniki symulacji modelowych zmian zasięgów występowania podstawowych gatunków lasotwórczych w Europie, przy założeniu podwojenia koncentracji CO<sub>2</sub> w atmosferze. W tym czasie zakładano jeszcze, że taka zmiana koncentracji CO<sub>2</sub> może nastąpić w okresie najbliższych 500 lat. Obecne prognozy mówią już o 100 latach. Prezentowane w wymienionej publikacji wyniki mają szczególną wymowę dla terenu Polski, gdyż większość analizowanych gatunków (ryc. 2-5) to taksony o podstawowym znaczeniu przyrodniczym i gospodarczym w naszym kraju.

Znaczące zmiany naturalnych zasięgów drzew zachodziły w obecnych granicach Polski, na znacznych obszarach w okresie polodowcowym pod wpływem zmiany czynników klimatycznych (Ralska-Jasiewiczowa 1999) i były rozciągnięte w czasie przynajmniej na kilka stuleci. Jedynie w przypadku wiązu, w diagramach pyłkowych z początku okresu subborealnego ok. 5000 <sup>14</sup>C BP widoczne jest gwałtowne zmniejszenie jego udziału w lasach, co tłumaczy się jednak szybkim rozprzestrzenianiem się holenderskiej choroby wiązu (Ibidem). Szczególnie znaczące zmiany zaszły w tzw. okresie atlantyckim, kiedy na terenie dzisiejszej Polski zaczęły dominować lasy liściaste i mieszane.



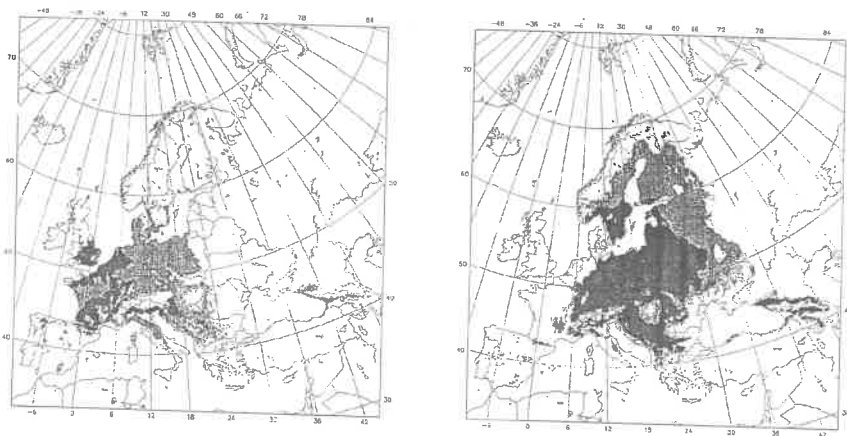
Ryc. 2. Prawdopodobne zmiany naturalnego zasięgu występowania świerka pospolitego (*Picea abies*) w Europie. Mapka po lewej stronie - stan aktualny, po prawej - prawdopodobny zasięg po ociepleniu klimatu, przy zakładanym wzroście  $\text{CO}_2$  x 2 (źródło: Sykes i Prentice 1995).

Fig. 2. Probable changes of natural occurrence of common spruce (*Picea abies*) in Europe. Map on the left: present state; map on the right: probable occurrence after global warming at assumed  $\text{CO}_2$  increase rate x 2 (source: Sykes and Prentice 1995).



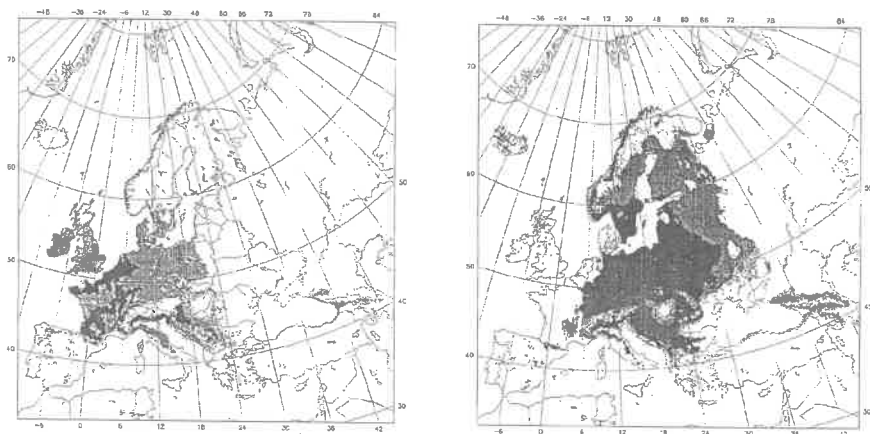
Ryc. 3. Prawdopodobne zmiany naturalnego zasięgu występowania sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) w Europie. Mapka po lewej stronie - stan aktualny, mapka po prawej stronie - prawdopodobny zasięg po ociepleniu klimatu, przy zakładanym wzroście  $\text{CO}_2$  x 2 (źródło: Sykes i Prentice 1995).

Fig. 3. Probable changes of natural occurrence of common pine (*Pinus sylvestris*) in Europe. Map on the left: present state; map on the right: probable occurrence after global warming at assumed  $\text{CO}_2$  increase rate x 2 (source: Sykes and Prentice 1995).



Ryc. 4. Prawdopodobne zmiany naturalnego zasięgu występowania buka pospolitego (*Fagus sylvatica*) w Europie. Mapa po lewej stronie - stan aktualny, mapa po prawej stronie - prawdopodobny zasięg po ociepleniu klimatu, przy zakładanym wzroście  $\text{CO}_2$  x 2 (źródło: Sykes i Prentice 1995).

Fig. 4. Probable changes of natural occurrence of common beech (*Fagus sylvatica*) in Europe. Map on the left: present state; map on the right: probable occurrence after global warming at assumed  $\text{CO}_2$  increase rate x 2 (source: Sykes and Prentice 1995).



Ryc. 5. Prawdopodobne zmiany naturalnego zasięgu występowania dębu bezszypułkowego (*Quercus petraea*) w Europie. Mapa po lewej stronie - stan aktualny, mapa po prawej stronie - prawdopodobny zasięg po ociepleniu klimatu, przy zakładanym wzroście  $\text{CO}_2$  x 2 (źródło: Sykes i Prentice 1995).

Fig. 5. Probable changes of natural occurrence of sessile oak (*Quercus petraea*) in Europe. Map on the left: present state; map on the right: probable occurrence after global warming at assumed  $\text{CO}_2$  increase rate x 2 (source: Sykes and Prentice 1995).

Przy obecnie zakładanym tempie zmian klimatu, gatunki lasotwórcze mogą w relatywnie krótkim czasie stracić swoje dotychczasowe optima klimatyczne, co będzie skutkowało między innymi:

- zmianami biochemicznymi i fizjologicznymi u poszczególnych osobników,
- zmianami w przyroście biomasy,
- zmianami stanu zdrowotnego (podatność na znane i nieznanne jeszcze zagrożenia biotyczne i abiotyczne).

Naturalny proces adaptacji gatunków (nie tylko drzewiastych) może się okazać o wiele wolniejszy niż tempo szybko zachodzących zmian klimatycznych. Może to spowodować powstanie zjawisk klęskowych o charakterze wielkopowierzchniowym (gradacje owadów, pożary itp.).

Przewidywane zmiany nastąpią w kierunku północnym i wschodnim (ryc. 2-5), natomiast w górach jest już obserwowane przesuwanie się w górę pięter roślinnych (Wężyk i Guzik 2004). Ekosystemy górskie są najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu i reagują najszybciej. Być może zamieranie świerka, szczególnie w Beskidach, jest pierwszym objawem zachodzących zmian klimatycznych (Król 2007).

Trudno jest dzisiaj przewidzieć wszystkie skutki dla środowiska, jednak przy zakładanym zakresie oddziaływania, przewidywane zmiany przeniosą się z pewnością na poziom ekosystemu i krajobrazu.

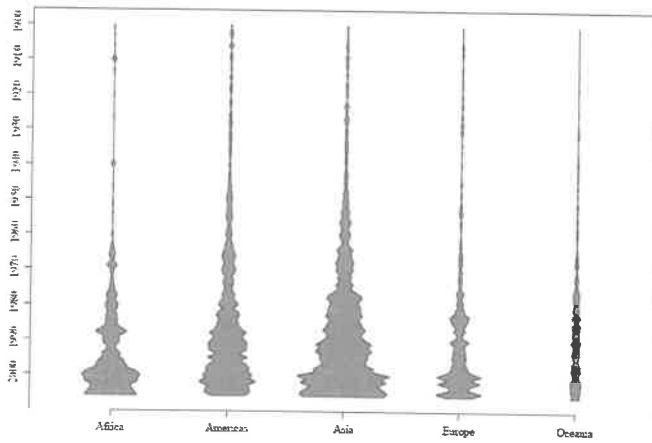
Potencjalne reakcje ekosystemów to między innymi:

- zmiany w strukturze przestrzennej i wiekowej lasów
- zmiany w produktywności lasów
- zmiany w lokalizacji lasów.

### **Wpływ zjawisk o charakterze klęskowym na lasy**

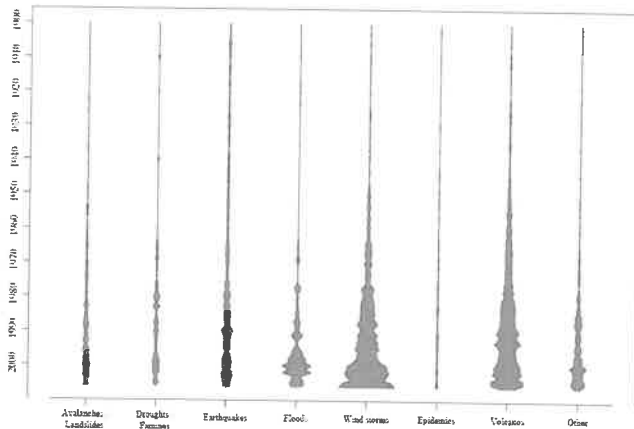
Wraz ze zmianami klimatu coraz częściej pojawiają się zjawiska o charakterze klęskowym. Pod koniec XX wieku liczba takich zjawisk na świecie uległa znaczącemu zwiększeniu (ryc. 6), chociaż trzeba wziąć pod uwagę o wiele lepszy obecnie przepływ informacji na temat takich zjawisk.





Ryc. 6. Wzrost liczby zanotowanych na świecie klęsk żywiołowych w XX wieku na poszczególnych kontynentach (źródło: <http://www.em-dat.net/disasters/trends.htm>).

Fig. 6. Increase in the number of natural disasters recorded in the 20th century in individual continents (source: <http://www.em-dat.net/disasters/trends.htm>).



Ryc. 7. Wzrost liczby zanotowanych na świecie klęsk żywiołowych w XX wieku według ich rodzaju – od lewej: obsunięcia ziemi, susze, trzęsienia ziemi, powodzie, huragany, epidemie, erupcje wulkanów i pozostałe (źródło: <http://www.em-dat.net/disasters/trends.htm>).

Fig. 7. Increase in the number of natural disasters recorded in the 20th century by their type: from the left: landslides, droughts, earthquakes, floods, hurricanes, epidemics, volcanic eruptions and others (source: <http://www.em-dat.net/disasters/trends.htm>).

Warto zwrócić uwagę na powodzie i wiatry huraganowe (ryc. 7) - zjawiska meteorologiczne powiązane szczególnie z oddziaływaniem klimatu. Prawdopodobnie przedstawiony trend wzrostowy liczby zjawisk meteorologicznych o charakterze klęskowym utrzyma się.

### **Lasy w procesie zmian klimatycznych**

W procesie zmian klimatycznych lasy mogą wystąpić w poczwórnej roli (Rykowski 2006). W zależności od roli w środowisku lasy mogą być:

- „PRZYCZYNA”, tzn. źródłem gazów szklarniowych, w wyniku wylesień, zmiany sposobu użytkowania związanego z intensywną uprawą gleby oraz zwiększonej liczby pożarów,

- „OFIARĄ” - w wyniku zwiększonej wrażliwości na czynniki szkodotwórcze, wzrostu palności, zmiany składów gatunkowych i naturalnych zasięgów drzew (wycofywanie się gatunków borealnych z terytorium Polski),

- „BENEFICJENTEM” - czego objawem może być zwiększony przyrost biomasy, oraz tzw. „efekt nawożeniaowy” związany ze zwiększonym depozytem związków eutrofizujących oraz wzrostem żyzności gleb,

- „REMEDIUM” na zmiany globalne, poprzez zdolność wiązania węgla zarówno w tkankach roślinnych jak i w glebie leśnej.

### **Kształtowanie zalesień wobec zmian klimatycznych**

Zalesianie to wprowadzanie roślinności drzewiastej na grunty nieleśne: pola, pastwiska, tereny nieużytkowane, zdegradowane. Wprowadzanie roślinności drzewiastej może następować sztucznie poprzez sadzenie lub naturalnie poprzez promowanie sukcesji naturalnej (Skolud 2006).

W kontekście prawdopodobnych zmian klimatycznych, w przypadku zalesień, ważny jest zarówno odpowiedni dobór składu gatunkowego powstającego drzewostanu, jak i kształtowanie odpowiedniej struktury drzewostanu, odpornej na działanie niekorzystnych zjawisk meteorologicznych. Nie mniej istotnym zagadnieniem jest także kształtowanie ekosystemów leśnych, aby zwiększyć retencję węgla (wiązanie CO<sub>2</sub> w tkankach roślinnych i w glebie) oraz tworzenie korzystnych warunków mikroklimatycznych poprzez odpowiednie usytuowanie nowych drzewostanów w przestrzeni przyrodniczej.

Gatunki drzewiaste stosowane w zadrzewieniach odznaczają się znaczną długowiecznością wynoszącą w zależności od gatunku od kilkudziesięciu do kilkuset lat, stąd już dzisiaj podejmując decyzję o składzie gatunkowym zakładanych zadrzewień (również upraw leśnych) trzeba mieć świadomość, że uzyskana kompozycja gatunkowa, będzie trwała w krajobrazie i pełniła określone funkcje przez okres wynoszący najczęściej blisko sto lat.

Wobec przedstawionych wcześniej najbardziej prawdopodobnych scenariuszy zmian klimatu, należałoby już dzisiaj kształtować składy gatunkowe przyszłych drzewostanów w taki sposób, aby mogły one w przyszłości jak najlepiej pełnić swoją funkcję w nowych warunkach środowiskowych oraz być może pełnić nowe funkcje jeszcze dzisiaj nie zidentyfikowane. Prawdopodobnie lasy na znacznych obszarach zaczną pełnić głównie funkcje pozaprodukcyjne – ochronne.

Już w latach 70. XX wieku wskazywano gospodarkę leśną jako narzędzie łagodzenia zmian klimatycznych (Dyson 1977), jednak dopiero w zapisach Protokołu z Kioto wskazano taką możliwość na poziomie globalnym.

Główne zadania zadrzewień w zmieniających się warunkach klimatycznych to:

- łagodzenie zjawisk o charakterze klęskowym,
- łagodzenie klimatu lokalnego,
- zachowanie przestrzeni życiowej dla ginących gatunków,
- wiązanie węgla atmosferycznego.

W kontekście zwiększenia odporności drzewostanów na silne wiatry należałoby w większym niż dotychczas zakresie stosować siew i promować samosiewy, gdyż drzewka z naturalnego odnowienia mają na ogół dobrze rozwinięte i bardziej rozległe systemy korzeniowe, które lepiej stabilizują drzewa w glebie, niż korzenie drzew pochodzących z sadzenia (Zajączkowski 1991). Drzewa o większej odporności na działanie silnych wiatrów to również drzewa o dłuższych koronach, mające obniżony środek ciężkości i lepsze właściwości statyczne. Takie korony wykształcają się przy mniejszym zagęszczeniu drzew jak to ma miejsce w przypadku samosiewów na gruntach porolnych.

Na terenach wilgotnych i podmokłych wskazany jest wyższy udział gatunków liściastych, zamiast sadzonego świerka, który w takich miejscach wywracany jest przez wiatr w pierwszej kolejności (Ibidem). Gatunki liściaste pozostają bezlistne w okresach częstszego występowania wichur - wiosną i jesienią.

Istotnym zagadnieniem jest również formowanie strefy ekotonowej na granicy lasu, narażonej na silne uderzenia gwałtownych wiatrów, która lepiej się wykształca w przypadku samosiewów.

Wobec dużego prawdopodobieństwa zwiększania się w kolejnych latach liczby intensywnych opadów, powodujących gwałtowne wezbrania, należałoby planować zalesienia w górnych częściach zlewni, a szczególnie na granicach wododziałów oraz na terenie obszarów narażonych na erozję wodną.

W sytuacji, gdy decyzje dotyczące składu gatunkowego przy zakładaniu zalesień obciążone są znacznym ryzykiem, że przyjęty cel hodowlany nie zostanie osiągnięty z powodu zachodzących zmian klimatycznych, nadal aktualne są dwie podstawowe zasady hodowli lasu: zasada rozproszenia ryzyka hodowlanego i zasada zmniejszenia ryzyka hodowlanego (Bernadzki 1995).

Zasada rozproszenia ryzyka hodowlanego mówi o kształtowaniu drzewostanów o możliwie bogatym składzie gatunkowym, zróżnicowanej budowie przestrzennej i drobnopowierzchniowych formach zmieszania gatunków.

Zasada zmniejszenia ryzyka hodowlanego mówi o zachowaniu pełnego bogactwa genetycznego drzewostanów, między innymi przez maksymalne wykorzystanie odnowień naturalnych.

Przy planowaniu składów gatunkowych upraw na siedliskach borowych już dzisiaj należałoby zwiększać udział gatunków liściastych o 10-20% w stosunku do zalecanych przy zalesieniach udziałach zgodnych z Zasadami Hodowli Lasu, również poprzez promowanie pojawiających się spontanicznie samosiewów gatunków liściastych, szczególnie buka i dębu bezszypułkowego.

W istniejących już zalesieniach z dominującymi gatunkami iglastymi należałoby w planowaniu średnio- i długoterminowym założyć przebudowę drzewostanów na mieszane lub liściaste poprzez wprowadzanie drugiego piętra.

### **Podsumowanie**

Zmiany klimatyczne według większości ekspertów na obecnym etapie są już nieuniknione, nie wiadomo jedynie jaki będzie ich zakres.

W przypadku zalesień należy preferować odnowienia naturalne jako lepiej przystosowane do lokalnych warunków środowiskowych.

Wobec prawdopodobnych szybkich zmian klimatycznych i pojawienia się zjawisk o charakterze kłęskowym, niezwykle istotne jest lokalizowanie zalesień w strefach wododziałów oraz kształtowanie drzewostanów odpornych na działanie huraganowych wiatrów.

Konieczne jest opracowanie krajowej strategii przeciwdziałania skutkom zmian klimatycznych, szczególnie z uwzględnieniem roli lasów jako narzędzia łagodzenia zmian klimatu.

### **LITERATURA**

- ANONIM. 2007. Zielona Księga Komisji dla Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Adaptacja do zmian klimatycznych w Europie – warianty działań na szczeblu UE. Publikacja elektroniczna KOM (2007) 354 wersja ostateczna, Bruksela, dnia 29.6.2007 r. Druk dostępny na stronie internetowej: [http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm)
- BERNADZKI E. 1995. Gospodarka leśna w obliczu zmian klimatu. Sylwan 89, 1: 19-32.
- DYSON F. J. 1977. Can we control carbon dioxide in the atmosphere? Energy 2: 287-291.

- FALKOWSKI P., SCHOLLES R. J., BOYLE E., CANADELL J., CANFIELD D., ELSER J., GRUBER N., HIBBARD K., HÖGGER P., LINDER S., MACKENZIE F. T., MOORE III B., PEDERSEN T., ROSENTHAL Y., SEITZINGER S., SMETACEK V., STEFFEN W. 2000. The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System. *Science* 290 (5490): 291-296.
- KRÓL A. 2007. Skład gatunkowy a zmiany klimatyczne. *Las Polski* 18: 18-19.
- ŁABANOWSKI G., SOIKA G. 1998. Szrotówek kasztanowcowiaczek zagraża kasztanowcom w Polsce. *Ochrona Roślin* 12: 12.
- MATUSZKIEWICZ J.M. (red.) 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w regionach Polski. Monografie IGiPZ PAN, 8: 1-980.
- PETTIT J. R., JOUZEL J., RAYNAUD D., BARKOV N. I., BARNOLA J.-M., BASILE I., BENDER M., CHAPPELLAZ J., DAVIS M., DELAYGUE G., DELMOTTE M., KOTLYAKOV V. M., LEGRAND M., LIPENKOV V. Y., LORIUS C., PÉPIN L., RITZ C., SALTZMAN E., STIEVENARD M. 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399: 429-436.
- RALSKA-JASIEWICZOWA M. 1999. Ewolucja szaty roślinnej. In: Starkel L. (Ed.). *Geografia Polski. Środowisko Przyrodnicze*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa: 105-127.
- RÓŻAŃSKI K. 2002. Antropogeniczne zmiany klimatu: mit czy rzeczywistość? Materiały XXXVI Zjazdu Fizyków Polskich – Toruń 2001 – Wykłady sekcyjne. *Postępy Fizyki, Tom dodatkowy 53D*: 162-168.
- RYKOWSKI K. 2006. O wpływie zmian klimatycznych na strukturę lasów i leśnictwo. In: Gutry-Korycka M., Kędziora A., Starkel L., Ryszkowski L. (Ed.). *Długookresowe przemiany krajobrazu Polski w wyniku zmian klimatu i użytkowania ziemi*. Poznań: 109-119.
- SKOLUD P. 2006. Zalesianie gruntów rolnych i nieużytków. *Poradnik właściciela*. Wyd. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- SYKES M. T., PRENTICE I. C. 1995. Boreal forest futures: modeling the controls on tree species range limits and transient responses to climate change. *Water, Air and Soil Pollution* 2: 415-428.
- SZUJECKI A. 1995. Ochrona zagospodarowanych ekosystemów leśnych w warunkach niepewności. *Sylwan* 89, 1: 5-18.
- WĘŻYK P., GUZIK M. 2004. Techniki geomatyczne w badaniach czasowo-przestrzennych zmian szaty roślinnej Tatr na przykładzie rejonu Kasprowego Wierchu. *Teledetekcja Środowiska* 33: 58-67.
- ZAJĄCZKOWSKI J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- <http://www.em-dat.net/disasters/trends.htm>

Adres autora:

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze  
ul. Kazimierza Wlk. 24A  
65-950 Zielona Góra  
maciant@poczta.onet.pl