

# Demograficzne uwarunkowania deforestacji ze szczególnym uwzględnieniem Brazylii

*Elżbieta Grzelak-Kostulska, Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro, Julio Cesar Borges Belico, Adam Senetra, Jadwiga Biegańska, Stefania Środa-Murawska*

**Abstrakt.** Presja człowieka wywierana na ekosystemy leśne jest problemem wymagającym ciągłego monitorowania. Prowadzenie go, by było w pełni skuteczne, powinno koncentrować się na obszarach, gdzie aktualnie zachodzą istotne zmiany, zarówno demograficzne, jak i w obrębie ekosystemów leśnych, lub na terenach potencjalnych przeobrażeń tych elementów. Wychodząc z takiego założenia w podjętym badaniu za punkt wyjścia przyjęto tezę, że tempo zmian demograficznych oddziałuje na dynamikę procesu deforestacji. Analizie statystycznej poddano zmienne opisujące rozwój w czasie ogólnej liczby ludności, w tym ludności zamieszkującej obszary zurbanizowane, oraz średnioroczne zmiany powierzchni leśnych. Przestrzenną skalę odniesienia wyznaczyły granice poszczególnych państw. Dodatkowo wykonano bardziej szczegółową analizę w nieco mniejszej skali terytorialnej. Jako studium przypadku posłużyła Brazylia. W artykule wykazano, że dynamika procesu deforestacji jest związana z tempem rozwoju demograficznego. Szybkim zmianom ludnościowym, polegającym na wzroście wielkości populacji, towarzyszy obserwowany niski udział powierzchni leśnych połączony z wysoką dynamiką deforestacji.

**Słowa kluczowe:** deforestacja, rozwój demograficzny, biomy, Brazylia

**Abstract. Demographic determinants of deforestation with particular consideration of Brazil.** Human pressure exerted on forest ecosystems is a problem which requires permanent monitoring. In order to improve the effectiveness of monitoring, it is crucial to focus on areas where important changes, whether demographic or in forest ecosystems, are either already occurring or may occur. In the study, it has been assumed that the rate of demographic changes influences the dynamics of deforestation. Variables describing changes in total population number, urban population number and average annual changes in the share of forest area have been analyzed. The area of study has been set by the borders of the analyzed countries. Additionally, using Brazil as an example, relationships between population distribution and the rate of deforestation in smaller scale have been analyzed. In the paper, it has been proved that the process of deforestation is connected with the pace of demographic change. Fast demographic changes and the growth of population are accompanied by a low participation of forest areas and high dynamics of deforestation. However, there are additional factors which should be considered as well.

**Keywords:** deforestation, demographic development, biomes, Brazil

## Wstęp

Presja człowieka wywierana na obszary leśne jest główną przyczyną procesu degradacji środowiska, w tym także deforestacji. Największe nasilenie tych procesów obserwowane jest głównie w regionach bogatych w zasoby leśne, tropikalnych, a także na obszarach państw rozwijających się. Przykładem mogą być kraje Ameryki Południowej (Brazylia, Boliwia, Wenezuela, Meksyk), Azji (Filipiny, Indonezja), czy Afryki (Kongo, Gabon, Mozambik, Sudan, Zambia, Tanzania) (Ryan i in. 2014, Stibig i in. 2014, Boucher i in. 2011, Echeverria i in. 2007, Sierra 2000). Dodatkowym czynnikiem mogącym potęgować wylesianie jest niski poziom wykształcenia lokalnej ludności, ograniczający możliwości podjęcia pracy zarobkowej w innych sektorach gospodarki (Fiorelli i in. 2014). Ogromne znaczenie mają wzrost liczby ludności i niska świadomość ekologiczna. Nieznajomość skutków deforestacji i wzrastające potrzeby coraz liczniejszych społeczności lokalnych są mechanizmem napędzającym procesy degradacji środowiska (DeFries i in. 2010, Pedlowski i in. 1997). Wykazano, że niski poziom rozwoju technologicznego w rolnictwie przekłada się na większą dynamikę procesów wylesiania obszarów leśnych w Brazylii (de Souza i in. 2013). Ważnym aspektem procesu deforestacji są także stosunki własnościowe. Własność prywatna i związane z nią prawa i obowiązki, mogą sprzyjać ochronie lasów i bioróżnorodności biologicznej. Długofalowe korzyści z prowadzenia zrównoważonej gospodarki zasobami leśnymi oraz związana z tym presja społeczna mogą być czynnikami redukującymi negatywne skutki wylesiania, a także motorem poszukiwania nowych form czerpania korzyści ekonomicznych z tych zasobów (Bonilla-Moheno 2013, Godar i in. 2012, Tucker 1999).

Wymienione wyżej uwarunkowania geograficzne oraz społeczno-gospodarcze nie są jedynymi, sprzyjającymi procesom wylesiania. Niepokojąco wysoki poziom tego zjawiska notowano np. w Stanach Zjednoczonych, czy Australii. Kraje te nie są liderami pod względem ilości obszarów leśnych a także charakteryzują się wysokim poziomem wykształcenia społeczeństwa, w tym świadomości ekologicznej (McDonald i Urban 2006, Seabrook i in. 2006). Znaczny poziom deforestacji notowany jest również na bogatych w lasy obszarach Rosji.

Wśród przyczyn deforestacji wymienia się pozyskiwanie drewna do produkcji w różnych gałęziach przemysłu oraz na opał, pozyskiwanie terenów pod rolnictwo, urbanizację i budowę dróg (Sales i Verissimo 2012, DeFries i in. 2010). W niektórych częściach Azji niszczenie drzewostanów spowodowane jest ekspansją przemysłowych plantacji akacji i eukaliptusa – roślin wykorzystywanych do pozyskiwania pulpy drzewnej, a także ekspansją plantacji palmy olejowej i monokultur soi (Boucher i in. 2011, Miettinen i in. 2011). Badania wskazują, że lasy tropikalne Azji południowo-wschodniej mogą zostać całkowicie utracone w najbliższej przyszłości (Stibig i in. 2014, Stibig i Maligreau 2003). Innym problemem jest stale rosnący popyt na egzotyczne gatunki drewna, co spowodowało m.in. znaczne uszczuplenie drzewostanów na Borneo. W Wenezueli jedną z ważniejszych przyczyn jest tworzenie kopalni diamentów, złota oraz procesy wydobywania ropy naftowej.

Generalnie na świecie wśród przyczyn deforestacji coraz częściej wskazuje się na nasilającą antropopresję, która powoduje poważne zmiany w strukturze użytkowania ziemi, w tym zmniejszanie powierzchni lasów przy jednoczesnym wzroście udziału powierzchni terenów przeznaczanych pod rolnictwo, urbanizację i budowę dróg (Senetra i in. 2013, DeFries i in. 2010). Biorąc pod uwagę mnogość czynników decydujących o dynamice wylesiania, kontro-

lowanie tego procesu może stać się największym wyzwaniem środowiskowym wszechczasów. Wyzwanie to i skutki jego realizacji mogą mieć poważne konsekwencje średnio i długookresowe, nie tylko w ochronie środowiska, ale również w sferze społeczno-gospodarczej i politycznej (de Souza i in. 2013, Peres i in. 2010).

Mimo ogromnej złożoności zagadnienia słuszne wydaje się poszukiwanie wiodących czynników odpowiedzialnych za wylesianie. Jednym z nich jest, jak założono, czynnik demograficzny, którego wpływ poddano weryfikacji. A zatem za cel niniejszego opracowania przyjęto określenie zależności pomiędzy dynamiką deforestacji a tempem zmian demograficznych, zarówno w skali globalnej, jak i na specyficznym (w kontekście zalesienia i procesu deforestacji) przykładzie, jakim jest Brazylia. Udowodnienie siły tego związku może być pomocne w ogólnej identyfikacji obszarów problemowych, na które należy zwrócić szczególną uwagę rozpatrując aktualne i potencjalne kierunki zmian kompleksów leśnych.

## Materialy i metody

Niniejsze opracowanie oparto na materiałach pozyskanych z kilku źródeł. Przed wszystkim rozpatrując zmiany demograficzne w kontekście procesu deforestacji, skorzystano z danych dotyczących średniorocznych zmiany liczby ludności ogółem i w miastach w latach 1990-2011 zestawionych z powierzchnią lasów (w tys. km<sup>2</sup>), udziałem powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju (2011 r.) i średniorocznymi zmianami udziału powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju. Wymienione informacje zaczerpnięto z baz publikowanych przez Bank Światowy oraz z danych World Urbanization Prospects. Ponadto rozpatrując sytuację Brazylii bazowano na źródłach pochodzących z Brazylijskiego Instytutu Geografii i Statystyki (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). Uzupełnieniem danych były także kweryndy terenowe w Brazylii, w czasie których zebrano m.in. dokumentację fotograficzną.

Aby wykazać zależności pomiędzy wybranymi procesami demograficznymi oraz procesem deforestacji na świecie oraz w celu sformułowania pewnych generalizacji, w artykule, zastosowano metodę *k*-średnich, będącą przykładem analizy skupień. Analizą skupień w statystyce wielowymiarowej nazywa się zbiór metod, które służą do wyodrębnienia jednorodnych podzbiorów obiektów w badanej całości. Bazując na zmiennych, które na podstawie własnego doświadczenia i studiów literaturowych wprowadzamy do analizy, za pomocą tej metody możemy znaleźć grupy, tzw. skupienia obiektów, w obrębie których obiekty są bardziej do siebie podobne niż obiekty należące do innych grup. Procedura wydzielenia podobnych do siebie skupień nie stanowi zatem zwykłego testu statystycznego, ale jest raczej zbiorem różnych algorytmów, które umożliwiają grupowanie obiektów w skupienia (Stanisz 2007).

Wśród licznych metod analizy skupień, zastosowana w niniejszym opracowaniu metoda *k*-średnich, należy do metod kompletnej analizy skupień (w przeciwieństwie do metod niezupełnej analizy skupień), tj. uwzględnia się w niej wszystkie badane obiekty. Metody kompletnej analizy skupień dzieli się na hierarchiczne i niehierarchiczne. Analiza *k*-średnich zaliczana jest do drugiej z grup, co oznacza, że nie możemy w niej prześledzić wszystkich etapów skupiania się grup od poziomu elementarnego do najbardziej ogólnego a żadne skupienie nie jest podskupieniem innego skupienia (Runge 2007).

W analizie k-średnich przyjmuje się, że dwa obiekty są tym bardziej do siebie podobne, im mniejsza jest odległość między nimi. Przejście od funkcji podobieństwa do funkcji odległości i odwrotnie realizowane jest poprzez proste przekształcenia matematyczne. W rezultacie dwa obiekty łączymy w jedno skupienie, jeżeli leżą blisko siebie, a jednocześnie daleko od innych skupień (Stanisz 2007, por. Walesiak 2009).

W niniejszym opracowaniu, wykorzystując metodę k-średnich, prześledzono zależności pomiędzy takimi zmiennymi jak:

a – średnioroczne zmiany liczby ludności (%; w latach 1990-2011),

b – średnioroczne zmiany liczby ludności w miastach (%; w latach 1990-2011),

c – powierzchnia lasów (w tys. km<sup>2</sup>; 2011 r.),

d – udział powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju (2011 r.),

e – średnioroczne zmiany udziału powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju (%; w latach 1990-2011).

W toku postępowania statystycznego, po uprzedniej standaryzacji danych, w czterech iteracjach wydzielono trzy skupienia.

Obliczenia wykonano zgodnie ze wzorem:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2}$$

gdzie:  $x = (x_1, \dots, x_p)$ ;  $y = (y_1, \dots, y_p)$ ;  $p = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Skalę przestrzenną podjętej analizy wyznaczyły granice poszczególnych państw, a zakres czasowy objął lata 1990-2011. Ten ponad dwudziestoletni okres prawie w całości objął etap, który otworzył Szczyt Ziemi w Rio w 1992 roku, kiedy podpisano m.in. konwencję o biologicznej bioróżnorodności.

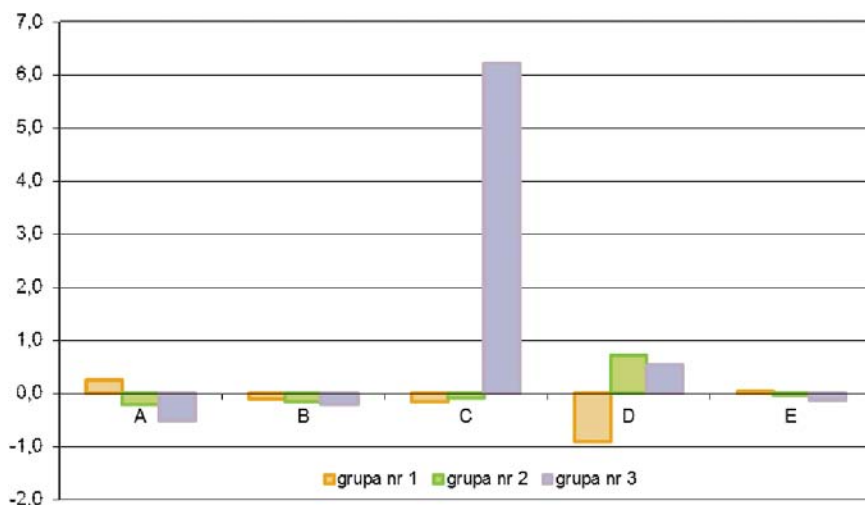
Zależność pomiędzy gęstością zaludnienia a udziałem zachowanej roślinności pierwotnej w poszczególnych biomach w Brazylii określono za pomocą regresji liniowej. Procent wyjaśnienia ogólnej zmienności zmiennej zależnej, określono za pomocą współczynnika determinacji ( $R^2$ ).

## Wyniki i dyskusja

Wpływ człowieka wywierany na ekosystemy leśne zmienia się w czasie i przestrzeni. W związku z tym szczególną uwagę należy skupiać na tych obszarach, gdzie zaznacza się silna antropopresja, lub przewidujemy jej wzrost. Szczególnie druga wymieniona sytuacja może wydawać się trudna do przewidzenia, jeśli nie dysponujemy odpowiednio złożonym zestawem zmiennych służących do celów prognostycznych. Wydaje się jednak, że znacznie prostszym rozwiązaniem może być sięgnięcie po ogólnodostępne dane, które wykazują dalece istotną zależność wykładniczą w stosunku do prostych charakterystyk dla kompleksów leśnych (powierzchnia lasów i jej zmiany). Za takie uznano zmienne opisujące dynamikę zaludnienia w myśl tezy, że tempo zmian demograficznych oddziałuje na dynamikę procesu

deforestacji. Jak wspomniano powyżej, dane te zestandaryzowano i w celu wykazania podobieństw pomiędzy rozpatrywanymi obiektami (państwami) i przetworzono zgodnie z algorytmem metody k-średnich wydzielając trzy skupienia.

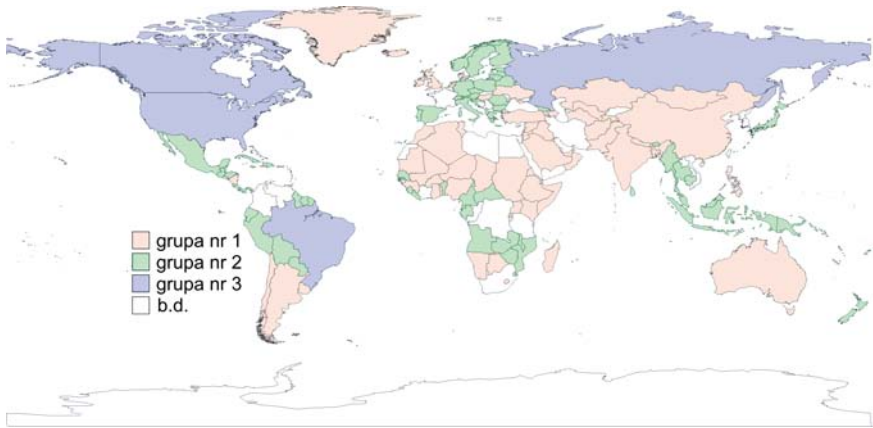
Dla skupienia nr 1 (ryc. 1), obejmującego w układzie przestrzennym kraje południowej Azji, Australię, północną Afryką oraz w Ameryce Pd – Argentynę, Urugwaj i Chile (ryc. 2), charakterystyczne są najwyższe, na tle pozostałych skupień, średnioroczne zmiany liczby ludności i liczby ludności w miastach, jednocześnie obserwowany jest tam najniższy udział powierzchni lasów w ogólnej powierzchni kraju oraz najszybsze średnioroczne ubytki powierzchni leśnych (ryc. 1). Dla odmiany skupienie nr 2, do którego zakwalifikowano m.in. kraje Europy, pd-wsch. Azji, środkowej Afryki i Ameryki Środkowej (ryc. 2), cechuje się niższą od średniej dynamiką zmian liczby ludności i liczby ludności w miastach oraz stosunkowo dużym udziałem lasów w ogólnej powierzchni kraju przy jednocześnie zahamowanym procesie deforestacji. Sytuacja w tych dwóch skupieniach, do których zakwalifikowano 98% analizowanych krajów świata, skłania ku potwierdzeniu tezy o zależności



**Ryc. 1.** Charakterystyki poszczególnych skupień państw wydzielonych metodą k-średnich. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Banku Światowego i World Urbanization Prospects. Objasnienia: A - średnioroczne zmiany liczby ludności (% w latach 1990-2011); B - średnioroczne zmiany liczby ludności w miastach (% w latach 1990-2011); C - powierzchnia lasów (w tys. km<sup>2</sup>, 2011 r.); D - udział powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju (% 2011 r.); E - średnioroczne zmiany udziału powierzchni lasów w ogólnej powierzchni danego kraju (% w latach 1990-2011)

*Fig. 1. Features of the particular clusters of countries in the light of k-means method. Source: Own elaboration on the basis of data derived from World Bank and World Urbanization Prospects. Explanation: A - average annual changes in population number (% in the years 1990-2011); B - average annual changes in urban population (% in the years 1990-2011); C - area of forest (in thousand sq. km, 2011); D - share of forest in total area of particular country (% 2011); E - average annual changes in the share of forest area in the relation to the total area of particular country (% in the years 1990-2011)*

pomiędzy tempem przemian demograficznych a dynamiką deforestacji. Szczególną specyfikę wykazuje skupienie nr 3, do którego włączono cztery kraje, a mianowicie USA, Kanadę, Rosję oraz Brazylię (ryc. 2). Głównym wyróżnikiem w tym przypadku jest bardzo duża – na tle pozostałych skupień – powierzchnia lasów (ryc. 1). W rozpatrywanym dwudziestolecu dla tej grupy państw charakterystyczne były niezbyt dynamiczne przemiany demograficzne i jednocześnie wyhamowanie tempa deforestacji. Jednak biorąc pod uwagę fakt, że w granicach tych czterech państw, znajduje się obecnie blisko połowa powierzchni leśnych świata (48%) monitorowanie tych obszarów wydaje się szczególnie uzasadnione.



**Ryc. 2.** Klasyfikacja państw w świetle metody k-średnich. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Banku Światowego i World Urbanization Prospects

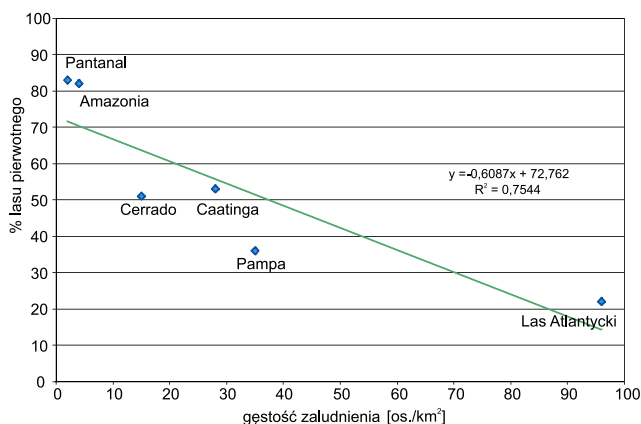
*Fig. 2. Classification of countries in the light of k-means method. Source: Own elaboration on the basis of data derived from World Bank and World Urbanization Prospects*

Spośród analizowanych czterech krajów na szczególną uwagę zasługuje Brazylia. Pod względem powierzchni lasów zajmuje ona, z wartością 5,2 mln km<sup>2</sup>, drugą po Rosji pozycję na świecie. Uwzględniając jednak bioróżnorodność, Brazylia jest niekwestionowanym liderem na świecie. Tymczasem do lat 90. XX w. dla Brazylii charakterystyczne było dość szybkie tempo deforestacji. Intensywna eksploatacja zasobów leśnych skłoniła ten kraj do podpisania Konwencji o Biologicznej Różnorodności (CBD) zatwierdzonej w 1992 roku podczas szczytu w Rio. Brazylia była pierwszym państwem, które podpisało konwencję, a co więcej, wprowadziło znacznie surowsze regulacje przeciwdziałające deforestacji niż wymagała tego konwencja. Aktywna polityka Brazylii mająca na celu ochronę lasów oraz bioróżnorodności przed presją człowieka, spowodowała wyhamowanie procesów deforestacji w ostatnim dziesięcioleciu (Lino i in. 2012). Warto jednak, uwzględniając z jednej strony dynamikę populacji ludzkiej, z drugiej zaś stale postępujący proces deforestacji w Brazylii, przeanalizować pod tym względem sytuację w poszczególnych biomach.

Na obszarze Brazylii wyróżnia się 6 biomów. Każdy z nich cechuje odmienny potencjał w zakresie powierzchni leśnych i bioróżnorodności. Biom Amazonia, jest największym rezerwuarem bioróżnorodności na świecie (wilgotne lasy równikowe) i jednocześnie najwięk-

szym pod względem powierzchni biotopem w Brazylii (49% powierzchni kraju) (Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Sources – IBAMA). Drugim pod względem powierzchni (24%) jest Cerrado, obejmujący płaskowyż w centralnej Brazylii. Biotop ten zdominowany jest przez formację sawann i lasów galeriowych (IBAMA). Trzecim pod względem powierzchni (13%) i drugim pod względem bioróżnorodności biotopem w Brazylii jest Las Atlantycki (*Mata Atlântica* w j. portugalskim i *Atlantic Forest* w j. angielskim), którego cechą charakterystyczną jest silnie zdefragmentowany las tropikalny (IBAMA). Caatinga, obejmująca północno-wschodnią część Brazylii, stanowi czwarty pod względem powierzchni biotop w kraju (10%). Do cech charakterystycznych tej formacji zaliczyć należy suche lasy, składające się głównie z małych kolczastych drzew, kaktusów, kolczastych zarośli i suchych traw (IBAMA). Biotop Pampa, obejmujący głównie roślinność trawiastą oraz biotop Pantanal, będący przez dużą część roku terenem zalewowym i wykorzystywany głównie dla celów rolniczych, stanowią zaledwie po około 2% ogólnej powierzchni kraju (IBAMA).

Należy jednak pamiętać, że dla potrzeb skutecznego monitoringu poszczególnych biotopów w Brazylii, trzeba także uwzględnić – oprócz obecnego potencjału bioróżnorodności – dodatkowe czynniki, w tym potencjalną presję człowieka, wyrażoną np. gęstością zaludnienia. W Brazylii największą gęstość zaludnienia (ryc. 3) odnotowuje się w biotopie Las Atlantycki, gdzie na 1 km<sup>2</sup> przypada ponad 96 osób.



**Ryc. 3.** Udział procentowy roślinności pierwotnej (% , 2009) a gęstość zaludnienia (os./km<sup>2</sup>, 2009) w poszczególnych biotopach w Brazylii. Źródło: Opracowanie własne na podstawie Brazylijskiego Instytutu Geografii i Statystyki (IBGE)

*Fig. 3. Share of primeval vegetation (% , 2009) and population density (pers./km<sup>2</sup>, 2009) in particular biotopes in Brazil. Source: Own elaboration on the basis of data derived from Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE)*

Dla tego biotopu charakterystyczna jest gęsta sieć osadnicza, z dużymi aglomeracjami miejskimi, takimi jak: São Paulo (ryc. 4), Rio de Janerio (ryc. 5) czy Recife. Należy również dodać, że w biotopie Las Atlantycki zamieszkuje ok. 70% ogólnej liczby ludności Brazylii, choć biotop ten obejmuje obszar zaledwie około 10% ogólnej powierzchni kraju. Dlatego też presja człowieka na

te obszary jest bardzo duża. Jak wykazały badania Marino Junior (2004), System Brazylijskiego Lasu Atlantyckiego pierwotnie ciągnący się w nieprzerwanej linii z Rio Grande do Norte (na północnym-wschodzie) do Rio Grande do Sul (na południu) był jednym z najbogatszych i najbardziej zróżnicowanych makro-ekosystemów na świecie, a jego powierzchnia szacowana była na milion do 1,5 mln km<sup>2</sup>. Obecnie powierzchnia lasu w biomie Las Atlantycki wynosi zaledwie około 94,6 tys. km<sup>2</sup>. Wg ostrożnych szacunków Brazylijskiego Instytutu Geografii i Statystyki pierwotna roślinność Lasu Atlantyckiego, stanowiąca głównie las tropikalny, ocalała w zaledwie 20%<sup>1</sup> (ryc. 3).



**Ryc. 4.** São Paulo zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie Rezerwatu Biosfery Las Atlantycki. Źródło: Zdjęcie wykonał Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro, 2014

*Fig. 4. São Paulo neighboring Atlantic Forest Biosphere Reserve. Source: photo by Rodrigo Rudge Ribeiro, 2014*



**Ryc. 5.** Las i presja człowieka – etapy rozwoju miasta Rio de Janeiro zlokalizowanego w bezpośrednim sąsiedztwie lasu w latach 1608, 1650, 1723, 1824, 1910 i 1955 roku (w tle mur oddzielający las od rozrastającego się miasta). Źródło: Nunes Pereira, Miejski Instytut Urbanistyki (IPP)

*Fig. 5. Forest and human pressure – stages of the development of Rio de Janeiro city neighboring forest in the years 1608, 1650, 1723, 1824, 1910, and 1955 (as a background wall separating the forest from the sprawling city). Source: Nunes Pereira, Municipal Institute of City Planning (IPP)*

<sup>1</sup> Wg Marino Junior (2004) oraz Lino i in. (2012) pierwotna roślinność Lasu Atlantyckiego ocalała w 10%.



Znacznie mniejsza gęstość zaludnienia rejestrowana jest w biomie Pampa oraz Caatinga. W biomie Pampa gęstość zaludnienia nieznacznie przekracza 35 osób na km<sup>2</sup>, a w biomie Caatinga 28 osób na km<sup>2</sup>, co daje w obu przypadkach wartość około trzykrotnie niższą niż w biomie Las Atlantycki. Choć obszary te dysponują mniejszym potencjałem powierzchni leśnych, warto odnotować, że mniejsza gęstość zaludnienia jest tutaj powiązana z większym udziałem zachowanej roślinności pierwotnej. W Pampie ocalało 36% roślinności pierwotnej, zaś w Caatingie – około 53% (stan na 2009 r.). Podobnie w ponad 50% zachowana została roślinność pierwotna w biomie Cerrado, gdzie gęstość zaludnienia kształtuje się na poziomie 14,6 osób na km<sup>2</sup>. Na tle wszystkich biomów, najwyższy udział zachowanej roślinności pierwotnej, charakterystyczny jest dla dwóch biomów: Pantanal i Amazonia. O ile jednak Pantanal – jak już wspomniano, zajmuje zaledwie 2% powierzchni Brazylii i nie dysponuje dużym potencjałem leśnym, o tyle Amazonia, nazywana ze względu na ogromny potencjał leśny „płucami świata”, obejmuje aż połowę terytorium Brazylii. Formacja ta, charakteryzuje się w skali świata bardzo dużą różnorodnością biologiczną, wg danych Brazylijskiego Instytutu Geografii i Statystyki jeszcze pod koniec lat 70. XX, była w około 97% pokryta roślinnością pierwotną. Jednak utrata w ciągu 40 lat 15% roślinności pierwotnej wynikała w tym przypadku nie tyle z presji osadnictwa, ile z ekspansji wielkich koncernów zorientowanych na zysk i rabunkową gospodarkę leśną.

Zależność pomiędzy udziałem zachowanej roślinności pierwotnej a gęstością zaludnienia w poszczególnych biomach w Brazylii ma charakter silnie ujemny ( $y = -0,61x + 72,76$ ) (ryc. 3). Uzyskany model regresji liniowej wyjaśnia 75,44% zaobserwowanej zmienności, co należy uznać za wysoką zależność pomiędzy gęstością zaludnienia a udziałem roślinności pierwotnej w brazylijskich biomach.

## Wnioski

Podjęte badania wykazały zależność pomiędzy tempem deforestacji a dynamiką procesów demograficznych. Generalnie na świecie kraje charakteryzujące się wysoką dynamiką procesów demograficznych są jednocześnie krajami, w których obserwuje się relatywnie nieduży udział powierzchni leśnych przy dość wysokiej dynamice deforestacji. Dlatego też lasy tych krajów powinny być poddane stałemu monitoringowi. Monitoring powinien również obejmować kraje o największej na świecie powierzchni lasów. Jednym z nich jest Brazylia, którą w skali naszego globu cechuje ogromna bioróżnorodność.

Śledzenie zmian powinno odbywać się z zachowaniem odpowiedniej skali obserwacji oraz z uwzględnieniem potencjału różnorodności biologicznej monitorowanych jednostek. Jak wskazuje przykład Brazylii, bardzo duże zróżnicowanie w tym zakresie obserwowane jest już w podziale na biomy. Szczególna uwaga powinna być jednak skierowana na biomy o największym potencjale powierzchni leśnych i bioróżnorodności, za takie należy zaś uznać przede wszystkim Amazonię i Las Atlantycki. O ile jednak w Amazonii odnotowywana jest niewielka gęstość zaludnienia, o tyle w biomie Las Atlantycki zamieszkuje większość mieszkańców Brazylii i udział ten cały czas się zwiększa. Rozwój sieci osadniczej i dynamika populacji ludzkiej w Lesie Atlantyckim, połączone z eksploatacją zasobów naturalnych tych obszarów, przyczyniły się do intensywnej deforestacji tego obszaru oraz defragmentacji lasów w biomie. Nie oznacza to bynajmniej, że w Amazonii nie obserwuje się procesów deforestacji, te jednak w znacznie mniejszym stopniu spowodowane są presją osadnictwa.

Wzrost liczby ludności czy rozwój aglomeracji miejskich nie są jedynymi czynnikami determinującymi tempo deforestacji. Jednak we współczesnym świecie ich rola w zmniejszaniu powierzchni leśnych – jednym z najpoważniejszych wyzwań XXI wieku – wydaje się bardzo istotna.

## Literatura

- Absy M.L. 2013. A origem, evolução e diversidade da vegetação do Bioma Amazônia. Ciclo de Conferências Bioma Amazonia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Bonilla-Moheno M., Redo D.J., Aide T.M., Clark M.L., Grau H.R., 2013. Vegetation change and land tenure in Mexico: A country-wide analysis. *Land Use Policy*, 30: 355-364.
- Boucher D., Elias P., Lininger K., May-Tobin C., Roquemore S., Saxon E., 2011. The Root of the Problem. What's Driving Tropical Deforestation Today? *Union of Concerned Scientists*, pp. 126.
- DeFries R.S., Rudel T., Uriarte M., Hansen M., 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3: 178-181.
- Echeverria C., Cayulea L., Manson R.H., Coomes D.A., Lara A., Rey-Benayas J.M., Newton A.C., 2007. Spatial and Temporal Patterns of Forest Loss and Fragmentation in Mexico and Chile. W: *Biodiversity Loss and Conservation in Fragmented Forest Landscapes: Biodiversity Loss and Conservation in Fragmented Forest Landscapes: The Forests of Montane Mexico and Temperate South America* (red. Newton A.C.). Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh, UK, pp. 416.
- Fiorelli J., Dalfito R.R., Sayama J.T., Barrero N.G., de Jesus Agnolon Palone E. 2014. Particleboards with waste wood from reforestation. *Acta Scientiarum-Technology*, 36.2: 251-256.
- Godar J., Tizado E.J., Pokorny B., 2012. Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 267: 58-73.
- Lino, C.F., Albuquerque, J.L.R., Dias, H., Schaffer, W.B., Prochnow, M., Lima, P.F. 2012. *Mata Atlântica Yearbook 2012. Overview on the compliance with the aichi targets (CBD) 2011-2020 in the Atlântica Biome. Advances, trends and challenges. Execution RBMA.*
- Marino Junior E. 2004. Deforestation and preservation of the Atlantic Forest in the state of São Paulo, Brazil. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 3: 1-10.
- McDonald R.I., Urban D.L., 2006. Spatially varying rules of landscape change: lessons from a case study. *Landscape and Urban Planning*, 74: 7-20.
- Miettinen J., Shi C., Liew S.C. 2011. Deforestation rates in insular Southeast Asia between 2000 and 2010. *Global Change Biology*, 17: 2261–2270. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02398.x.
- Pedlowski M.A., Dale V.H., Matricardi E.A.T., da Silva Filho E.P., 1997. Patterns and impacts of deforestation in Rondônia, Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 38: 149-157.
- Peres C.A., Gardner T.A., Barlow J., Zuanon J., Michalski F., Less A.C., Vieira I.C.G., Moreira F.M.S., Feeley K.J., 2010. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. *Biological Conservation*, 143: 2314-2327.

- Runge J., 2007. Metody badań w geografii społeczno-ekonomicznej – element metodologii, wybrane narzędzia badawcze, Wyd. UŚ, Katowice.
- Ryan C.M., Berry N.J., Joshi N., 2014. Quantifying the causes of deforestation and degradation and creating transparent REDD+ baselines: A method and case study from central Mozambique. *Applied Geography*, 53: 45-54.
- Sales M., Verissimo A., 2012. Welfare Outcomes and the Advance of the Deforestation Frontier in the Brazilian Amazon. *World Development*, 40.4: 850-864.
- Seabrook L., McAlpine C., Frensham R., 2006. Cattle, crops and clearing: Regional drivers of landscape change in the Brigalow Belt, Queensland, Australia, 1840-2004. *Landscape and Urban Planning*, 78: 373-385.
- Senetra A., Szczepańska A., Veteikis D., Wasilewicz-Pszczółkowska, M., Šimanasienė, R., Volungevičius, J., 2013. Changes of the land use patterns in Polish and Lithuanian trans-border rural area. *Baltica*, 26.2: 157-168.
- Sierra R., 2000. Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: the Napo deforestation front, 1986–1996. *Applied Geography*, 20: 1-16.
- de Souza R.A., Miziara F., De Marco Junior P., 2013. Spatial variation of deforestation rates in the Brazilian Amazon: A complex theater for agrarian technology, agrarian structure and governance by surveillance. *Land Use Policy*, 30: 915-924.
- Stanisz A. 2007. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica PL na przykładach z medycyny, StatSoft, Kraków.
- Stibig H.-J., Achard E., Carboni S., Raši R., Miettinen J., 2014. Change in tropical forest cover of Southern Asia from 1990 to 2010. *Biogeosciences*, 11: 247-258.
- Stibig H.-J., Maligreau J.-P., 2003. Forest Cover of Insular Southeast Asia Mapped from Recent Satellite Images of Coarse Spatial Resolution. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32.7: 469-475.
- Tucker C.M., 1999. Private versus common property forests: forest conditions and tenure in a Honduran community. *Human Ecology* 27.2: 201-230.
- Walesiak M., 2009. Analiza skupień. W: Walesiak M., Gatnar W. (red.). *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*. PWN, Warszawa: pp. 318-353.

### Wykaz stron internetowych

- Bank Światowy (World Bank), <<http://data.worldbank.org/>>, DoA: 25.08.2014.
- Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Sources, IBAMA: Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS: <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/amazonia/Amazonia.htm>>, DoA: 25.08.2014 <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/index.htm>>, DoA: 25.08.2014 <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/mataatlantica/index.htm>>, DoA: 25.08.2014 <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/caatinga.htm>>, DoA: 25.08.2014 <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pampa/pampa.htm>>, DoA: 25.08.2014 <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pantanal/pantanal.htm>>, DoA: 25.08.2014
- Brazylijski Instytut Geografii i Statystyki (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE), <>, DoA: 25.08.2014.
- Konwencja o Biologicznej Różnorodności (CBD), <<http://www.cbd.int/>>, DoA: 25.08.2014.

Nunes Pereira, C.G.. O Rio Antigo de Guta 1.608 a 2.008. Municipal Institute of City Planning (Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP), <<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp/exibeconteudo?id=2775293>>; DoA: 25.08.2014.

World Urbanization Prospects, <<http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>>; DoA: 25.08.2014.

**Elżbieta Grzelak-Kostulska<sup>1</sup>, Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro<sup>2</sup>, Julio Cesar Borges Belico<sup>3</sup>, Adam Senetra<sup>4</sup>, Jadwiga Biegańska<sup>1</sup>, Stefania Środa-Murawska<sup>1</sup>**

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>1</sup>Katedra Studiów Miejskich i Rozwoju Regionalnego,  
Wydział Nauk o Ziemi,

<sup>2</sup>Katedra Geobotaniki i Planowania Krajobrazu,  
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,

<sup>3</sup>Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazylia

<sup>4</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Katedra Planowania i Inżynierii Przestrzennej,  
Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej,

grzelak@umk.pl,

rudge@v.umk.pl,

juliobelico@gmail.com,

adam.senetra@uwm.edu.pl,

jadwigab@umk.pl,

steffi@umk.pl