

ROLA NATURALNYCH ZABURZEŃ W DYNAMICE LASÓW CHRONIONYCH

Zbigniew Maciejewski, Jerzy Szwagrzyk

Maciejewski Z., Szwagrzyk J., 2016: Rola naturalnych zaburzeń w dynamice lasów chronionych (*The role of natural disturbances in the dynamics of protected forests*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 18(2), s. 67-75.

Zarys treści: W niniejszej pracy przeanalizowano procesy spontanicznej regeneracji lasu antropogenicznego pochodzenia przed oraz po rozległym wiatrowale drzewostanu mieszanego na żyznym siedlisku lasu wyżynnego. Obiektem badań była luka o wielkości około 2,5 ha, która powstała w sierpniu 2008 r., w efekcie huraganowego wiatru w Roztoczańskim Parku Narodowym. W miejscu powstania wiatrowału od 1973 r. znajdowała się półhektarowa, stała powierzchnia badawcza, na której prowadzono wieloletnie badania m.in. nad spontaniczną regeneracją antropogenicznie ukształtowanych zbiorowisk leśnych z klasy *Querco-Fagetea*. Badania te pozwoliły między innymi na porównanie stanu i kierunków zmian naturalnych odnowień, przed oraz po wystąpieniu wiatrowału. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wystąpienie wiatrowału całkowicie zmieniło zarówno tempo, jak i kierunek obserwowanych wcześniej procesów regeneracyjnych. W 35-letnim okresie przed wiatrowalem dominowały powolne zmiany o charakterze spontanicznej regeneracji lasu antropogenicznego pochodzenia, w kierunku potencjalnego zbiorowiska naturalnego – żyznej buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-fagetum* – zespołu typowego dla żyznych siedlisk lasu wyżynnego Roztoczańskiego Parku Narodowego. Po wystąpieniu wiatrowału mamy do czynienia z bardzo szybko przebiegającym procesem regeneracji powstałej w drzewostanie luki, w której najważniejszą rolę odgrywają jawor i buk (gatunki obecne w odnowieniach przed wiatrowalem) oraz grab, który zasiedla powstałą lukę zarówno z obsiewu (generatywnie), jak i z odrostów z powalonych drzew (wegetatywnie). Rola gatunków światłożądnych (pionierskich) w regeneracji wiatrowału na żyznym siedlisku, w świetle uzyskanych wyników badań, wydaje się być przejściowa.

Słowa kluczowe: naturalne zaburzenia, lasy chronione, spontaniczna regeneracja

Key words: *natural disturbances, protected forests, spontaneous regeneration*

Zbigniew Maciejewski, Roztoczański Park Narodowy, Stacja Bazowa ZMŚP Roztocze, zbigniewmaciejewski@wp.pl

Jerzy Szwagrzyk, Wydział Leśny, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu, Zakład Bioróżnorodności Leśnej, UR w Krakowie, rlszwagr@cyf-kr.edu.pl

1. Wprowadzenie

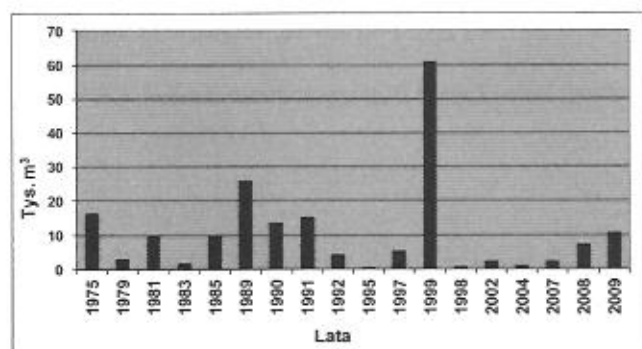
Prezentowane badania dotyczą ekologii zaburzeń – jednego z szybko rozwijających się kierunków badawczych w dziedzinie ekologii (Johnson, Myanishi 2007). Choć znaczenie naturalnych zaburzeń dla kształtowania struktury zbiorowisk roślinnych i dla funkcjonowania ekosystemów zostało już w pełni docenione

(Peterson 2000; Szwagrzyk 2000; Franklin i in. 2007), wzorce odtwarzania zbiorowisk roślinnych po wystąpieniu zaburzeń opisano jedynie w sposób fragmentaryczny, a mechanizmy ich regeneracji po zaburzeniach są nadal słabo poznane. Celem prowadzonych badań jest analiza roli naturalnych zaburzeń związanych z huraganowymi wiatrami w utrzymaniu różnorodności gatunkowej i strukturalnej zbiorowisk leśnych oraz

analiza tempa regeneracji tych zbiorowisk po huraganie, w zależności od warunków środowiskowych oraz lokalnej puli gatunków. Oba zagadnienia są istotne z punktu widzenia teorii ekologicznej (Pickett et al. 1985, 1987). Wiadomo, że zaburzenia przyczyniają się do utrzymania wysokiego poziomu różnorodności gatunkowej (Peterson, Rebertus 1997; Kadmon and Benjamini 2006). To, czego nie wiemy, to czy w przypadku zbiorowisk leśnych do utrzymania tej różnorodności wystarczą lokalne zaburzenia o umiarkowanej intensywności – jak to sugeruje hipoteza umiarkowanych zaburzeń (Nagel et al. 2006; Woods 2004), czy też rozległe i intensywne zaburzenia są niezbędne dla utrzymania w składzie zbiorowisk gatunków pionierskich (Roxburgh et al. 2004), które ustępują z drzewostanów na terenach chronionych, pozbawionych bezpośredniej ingerencji człowieka, gdzie lasy rozwijają się w sposób naturalny. Drugie zagadnienie było podejmowane wielokrotnie w pośredni sposób; przeważająca opinia głosi, że tempo regeneracji zbiorowisk leśnych po katastrofalnych zaburzeniach jest powolne, a do pełnego odtworzenia dojrzałego zbiorowiska leśnego potrzeba stuleci (Faliński 1991). Jednak wyniki nielicznych na razie prac empirycznych sugerują, że w wielu przypadkach – przynajmniej na siedliskach o dużej produktywności – tempo regeneracji może być dużo szybsze, a dojrzałe zbiorowisko leśne może rozwinąć się w ciągu dziesięcioleci, a nie stuleci. To zagadnienie, oprócz swojego znaczenia teoretycznego, może też mieć przełożenie na praktykę gospodarowania w półnaturalnych ekosystemach leśnych.

2. Obiekt i metody badań

Roztoczański Park Narodowy należy do tych miejsc, gdzie uszkodzenia drzewostanów powodowane

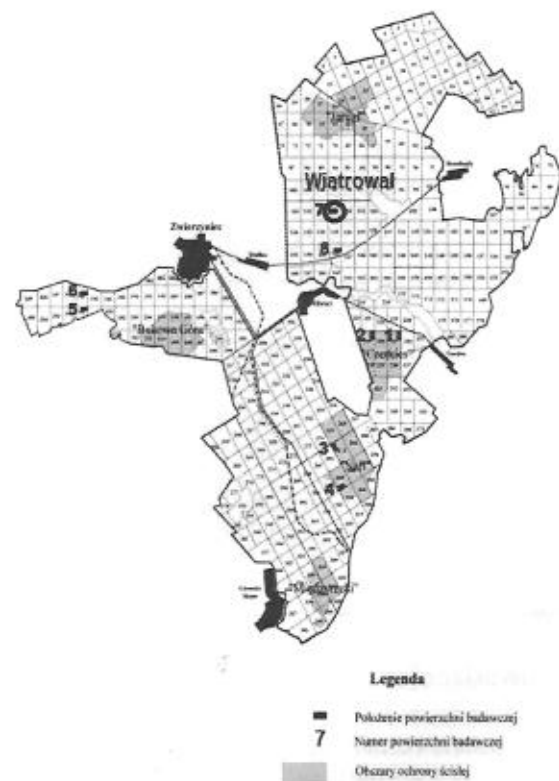


Ryc. 1. Wielkość uszkodzeń drzewostanów Roztoczańskiego Parku Narodowego w wyniku wiatrowalów bądź śniegołomów

Fig. 1 The magnitude of damage to the stands of the Roztocze National Park as a result of windfall and snowstorms

przez ekstremalnie gwałtowne wiatry lub intensywne opady śniegu występują stosunkowo często i przyjmują znaczne rozmiary. W ponad 40-letniej historii Parku szkody powodowane przez huraganowe wiatry odnotowano ponad 15-krotnie. Szczególnie intensywnie wystąpiły w latach: 1974/5, 1979, 1981, 1983, 1989, 1991, 1995, 1996, 1997 i 2008 (ryc. 1), powodując uszkodzenie ponad 70 tys. m³ drzew, głównie jodły i buka. Natomiast duże śniegołomy wystąpiły 6-krotnie, powodując uszkodzenia około 80 tys. m³ drzew. Łączny rozmiar szkód od wiatru i intensywnych opadów śniegu szacowany jest na ponad 150 tys. m³. Wieloletnie badania, prowadzone na stałych powierzchniach badawczych, potwierdzają znaczący wpływ tych uszkodzeń na zmiany składu gatunkowego oraz strukturę drzewostanów (Tittenbrun 1977; Maciejewski 1998; Szwagrzyk, Maciejewski 2014).

Prezentowane w niniejszej pracy wyniki badań dotyczą jednej z wielu (ryc. 2) półhektarowych (50 x 100 m) powierzchni badawczych, założonych w latach 70. XX w., przez prof. K. Izdebskiego (Izdebski i in. 1977), na obszarach należących wówczas do Lasów Państwowych. Zaraz po założeniu powierzchnie te wyłączono



Ryc. 2. Położenie obiektu badań na tle granic Roztoczańskiego Parku Narodowego

Fig. 2. Location of the research facility against the borders of the Roztocze National Park

z typowej gospodarki leśnej i przeznaczono do celów badawczych. Z kolei po włączeniu tych obszarów do Roztoczańskiego Parku Narodowego drzewostany na tych powierzchniach zostały także wyłączone z realizowanych w parku zabiegów ochrony czynnej. Dzięki temu obserwowane zmiany mają charakter spontaniczny. Po odtworzeniu tych powierzchni na początku lat 90. były one obiektem badań autorów m.in. nad spontaniczną regeneracją antropogenicznie ukształtowanych zbiorowisk leśnych z klasy *Querco-Fagetea*. Pomiarów wykonano w latach 1973–1974, 1997 oraz 2007–2015. Każdorazowo obejmowały gatunki występujące w drzewostanie, podroście i podszytcie (pierwotnie na całej powierzchni badawczej), natomiast nalot oraz runo leśne badano na sieci kołowych (0,5 m²) powierzchni próbnych. Jako podrost przyjmowano młode osobniki drzew o wysokości powyżej 0,5 m, których średnica na wysokości 1,3 m (pierśnica) nie osiągnęła 7 cm. Do warstwy nalotu zaliczano osobniki starsze niż 1 rok i o wysokości mniejszej lub równej 0,5 m.

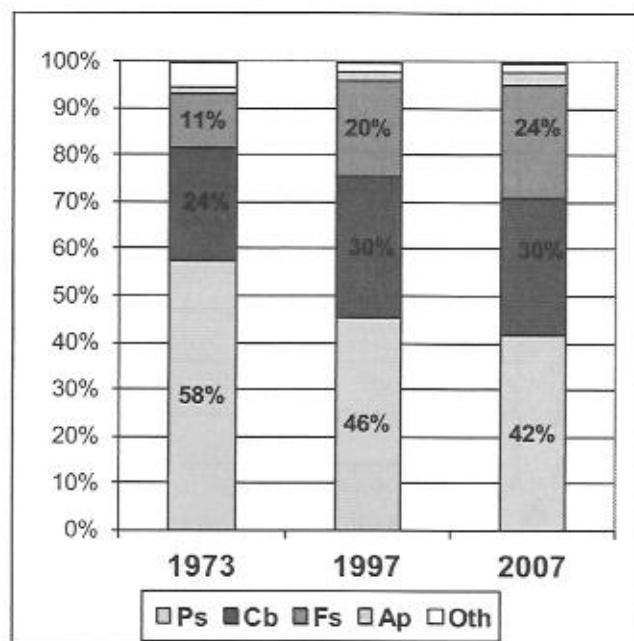
4 sierpnia 2008 r. drzewostan na powierzchni badawczej (oznakowanej numerem 7) został prawie całkowicie zniszczony uderzeniem huraganowego wiatru. Intensywne uszkodzenia objęły również obszar blisko 2,5 ha lasu wokół powierzchni badawczej, natomiast mniejsze uszkodzenia dotknęły jeszcze rozleglejszy obszar, sięgając w głąb wydziałów c i d oddziału 113. Decyzją dyrektora RPN mgr inż. Zdzisława Strupieniuka cały obszar intensywnych zniszczeń pozostawiono bez ingerencji, przeznaczając go do naturalnej regeneracji. Stworzyło to unikalne możliwości śledzenia zmian zachodzących w zniszczonym przez wicher drzewostanie – dokładnie pomierzonym i opisanym w ramach wcześniejszych wieloletnich badań.

3. Wyniki badań

3.1. Spontaniczne zmiany w ciągu 35 lat badań przed wiatrowalem

Zmiany w drzewostanie. Przed powstaniem wiatrowalu gatunki drzew o wyższych wymaganiach świetlnych, takie jak sosna i dęby – ekologicznie obce dla zespołu buczyny karpackiej, który bez ingerencji człowieka najprawdopodobniej wykształciłby się w tych warunkach siedliskowych (Izdebski i in. 1992) – wykazywały spadek liczby, zasobności i udziału w składzie gatunkowym, lub tak jak osika – ustąpiły całkowicie z drzewostanu (ryc. 3). Pozostałe gatunki wykazywały wprawdzie spadek liczby drzew, lecz ich zasobność i udział w składzie gatunkowym drzewostanu systematycznie wzrastały. Szczególnie dynamiczne wzrosty

wykazywały gatunki typowe dla potencjalnego zespołu buczyny karpackiej, takie jak: buk, grab i jawor.



Ryc. 3. Zmiany składu gatunkowego drzewostanu przed powstaniem wiatrowalu

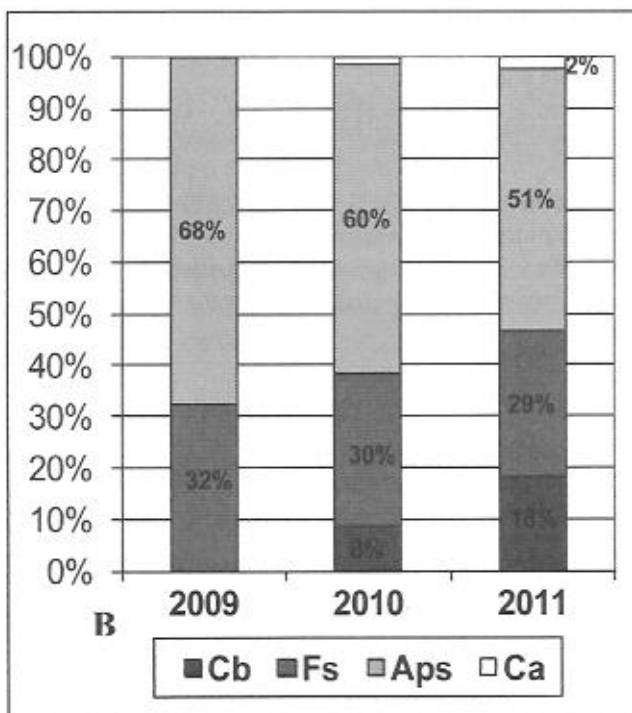
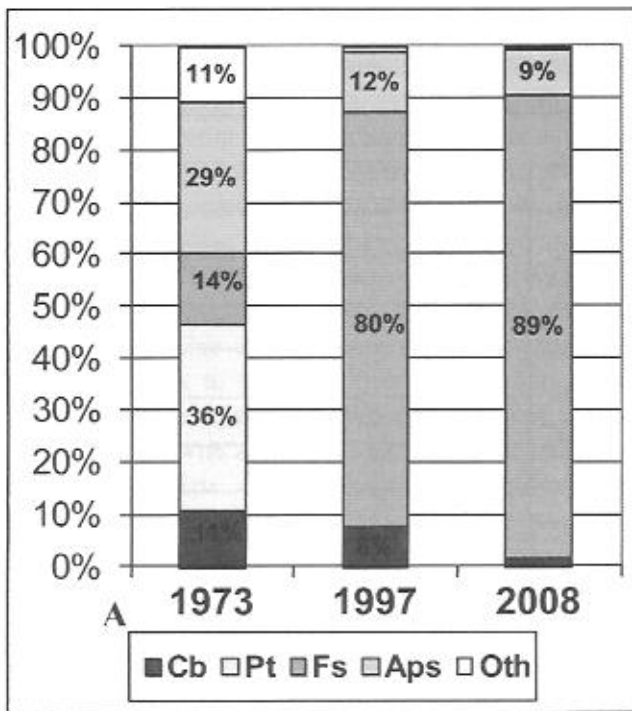
Oznaczenia: Ps – *Pinus sylvestris*, Cb – *Carpinus betulus*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Oth – inne gatunki.

Fig. 3. Changes in the species composition of the stand prior to the creation of the windfall

Signs: Ps – *Pinus sylvestris*, Cb – *Carpinus betulus*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Oth – other species

3.2. Zmiany w odnowieniach

Na początku badań podrost drzew był stosunkowo liczny – jego zagęszczenie sięgało 1524 szt./ha i złożony był aż z 8 gatunków. Dominowały w nim: osiki, jawory, buki i graby (ryc. 4A). W kolejnym etapie badań (1997 r.) liczba podrostów zmalała blisko 3-krotnie. Największy spadek liczebności (ponad 6-krotny) dotyczył jaworu. Zmniejszyła się również liczba gatunków występujących w podroście. Wydzieliły się całkowicie: osiki, dęby, jarzęby oraz jodły. W tym okresie podrost był prawie całkowicie zdominowany przez buka. Z kolei w 2008 r. ogólna liczebność podrostu wzrosła ponownie do stanu początkowego, liczba gatunków nie zmieniła się w stosunku do lat 90., natomiast w składzie gatunkowym podrostu wzrosła jeszcze bardziej dominacja buka, którego liczebność zwiększyła się ponad 6-krotnie w stosunku do 1973 r. W 2008 r. stanowił on prawie 90% osobników w tej warstwie drzewostanu, a jawor zaledwie 9% (ryc. 4A).



Ryc. 4. Zmiany w warstwie podrostu, przed wiatrowalem (A) oraz kolejnych latach po wiatrowale (B)

Oznaczenia: Cb – *Carpinus betulus*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Pt – *Populus tremula*, Ca – *Cerasus avium*, Oth – inne gatunki.

Fig. 4. Changes in subsurface layer, before windfall (A) and subsequent years after wind (B)

Sings: Cb – *Carpinus betulus*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Pt – *Populus tremula*, Ca – *Cerasus avium*, Oth – other species.

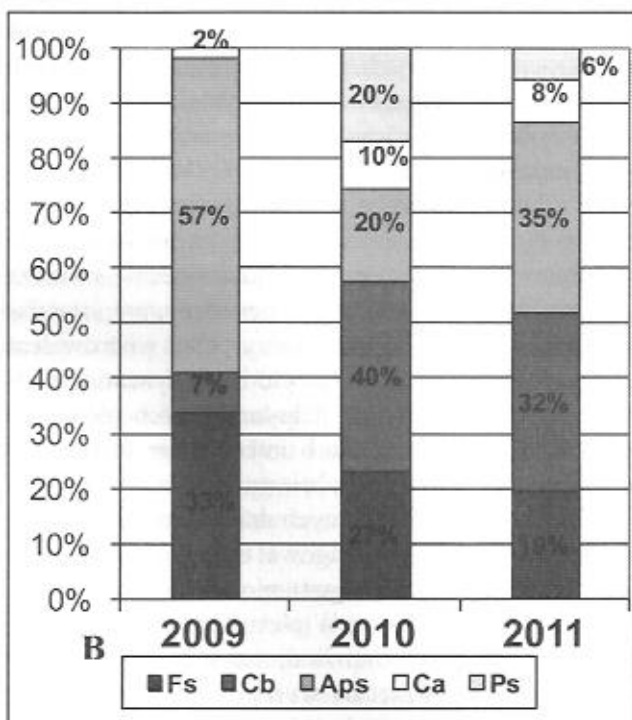
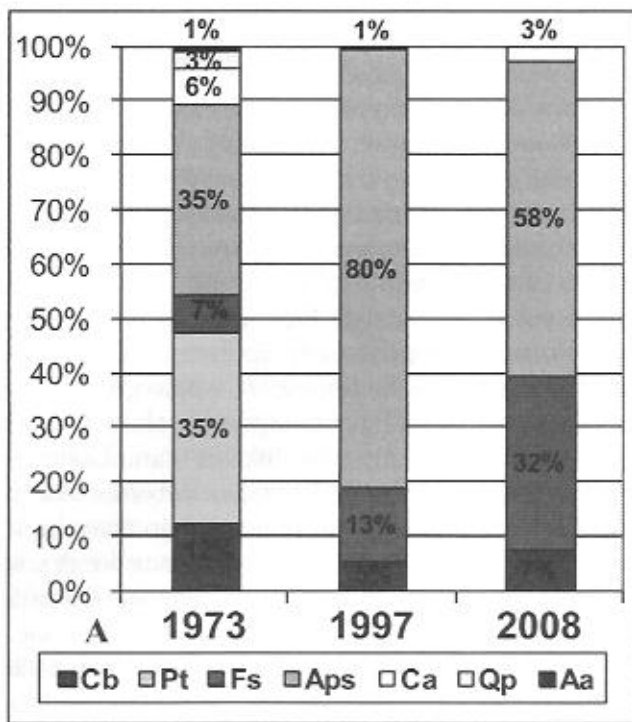
Na początku badań w warstwie nalotu odnotowano aż 9 gatunków drzewiastych. Najliczniejsze były młode jawory i osiki, mające po 35% udziału (ryc. 5A). Znaczniejszą domieszkę stanowiły również graby, buki i trześnie. W 1997 r. liczba osobników wchodzących w skład nalotu wzrosła aż 26-krotnie (128 tys. szt./ha), lecz tworzyły go zaledwie 4 gatunki, wśród których zdecydowanie dominował jawor, stanowiąc 80% udziału w tej warstwie. Z nalotu wypadły całkowicie światłożadne osiki, trześnie i dęby oraz pojedyncza domieszka jodeł – chętnie zgryzanych przez zwierzyne płowę. W kolejnym roku badań liczebność nalotu zmieniła się nieznacznie, tworzyły go nadal te same 4 gatunki, wśród których wzrósł udział buków i grabów, jednak w dalszym ciągu najliczniejszy był nalot jaworu (ryc. 5B).

3.3. Uszkodzenia spowodowane przez wiatr

Uderzenie gwałtownego wiatru w sierpniu 2008 r. poważnie uszkodziło ponad 60% drzew, z których znaczna część w ciągu kolejnych 6 lat zamarła. Systematycznie zamierają również pojedynczo stojące sosny, które przetrwały wicher bez widocznych uszkodzeń. Nie licząc gatunków domieszkowych (dębu bezszypułkowego, jaworu i trześni), największe straty w liczbie drzew poniosły: sosna, grab i buk. Jednakże większość złomów i wykrotów jaworu oraz grabu, pomimo poważnych uszkodzeń, zachowało żywotność i odtwarzając wtórną koronę, znacząco przyczyniło się do przyspieszenia tempa regeneracji uszkodzonego drzewostanu.

3.4. Procesy regeneracji drzewostanu

Po powaleniu drzew z drzewostanu istniejące w tym momencie naloty i podrosty uzyskały możliwość dynamicznego rozwoju – nie tylko ze względu na brak ocieniania, lecz także z powodu przyspieszonego rozkładu nagromadzonej martwej materii organicznej i braku konkurencji z korzeniami drzew. Wykorzystały to głównie jawory i buki, tworząc bardzo liczne odnowienia (ryc. 4 B i 5 B). Pomimo znacznej presji zwierziny płowej maksymalne, jednoroczne przyrosty jaworu sięgały nawet 163 cm w pierwszym i 195 cm w drugim roku po wiatrołomie. W 2010 r. licznie pojawiły się naloty sosen oraz trześni, stanowiąc blisko 30% udziału w tej warstwie (ryc. 5 B). Gatunki te wyrastały głównie na karpach wykrotów i miejscach rzadko porośniętych przez wysokie rośliny runa. W kolejnym roku badań udział sosny zmniejszył się znacząco w efekcie konkurencji z dynamicznie rozwijającymi się jaworami, grabami i bukami. Natomiast liczba nalotów buka zmniejszała się



Ryc. 5. Zmiany w warstwie nalotu przed wiatrowalem (A) oraz kolejnych latach po wiatrowale (B)

Oznaczenia: Cb – *Carpinus betulus*, Pt – *Populus tremula*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Ca – *Cerasus avium*, Ps – *Pinus sylvestris*, Qp – *Quercus petraea*, Aa – *Abies alba*.

Fig. 5. Changes in the layer of raid, before windfall (A) and subsequent years after the wind (B).

Sings: Cb – *Carpinus betulus*, Pt – *Populus tremula*, Fs – *Fagus sylvatica*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Ca – *Cerasus avium*, Ps – *Pinus sylvestris*, Qp – *Quercus petraea*, Aa – *Abies alba*.

w kolejnych latach pomiarów – głównie wskutek przechodzenia ich do warstwy podrostów oraz braku owocowania starych buków rosnących w sąsiedztwie. Z kolei duże wahania liczby nalotów jaworu i trześni w kolejnych latach pomiarów były wypadkową: awansowania do warstwy podrostu oraz silnego zgryzania przez zwierzyne. Swoją szansę wykorzystał również grab, tworząc liczne kohorty nalotów i podrostów. W tych specyficznych warunkach świetlnych i troficznych pojedyncze siewki grabu z 2009 r. osiągały wielkość podrostu już w roku następnym. Znaczący udział w liczbie podrostu grabumiał również pędypowstałe z gałęzi, odrostów i tzw. pączków śpiących pni powalonych drzew tego gatunku (fot. 1). Rozwijają się one bardzo dynamicznie, korzystając m.in. z rozwiniętego systemu korzeniowego drzew macierzystych.

Wskutek zniszczenia drzewostanu pojedynczo pojawiły się również takie gatunki drzew, jak: brzoza brodawkowata, osika, wierzby, wiąz górski i lipa. Te ostatnie zostały w większości silnie uszkodzone przez zwierzyne w czasie zimy 2013/2014.



Fot. 1. Młode drzewa powstałe z odrostów pnia powalonego grabu

Photo 1. Young trees formed from the stems of a fallen tree trunk

4. Dyskusja

W objętym badaniami 35-letnim okresie przed wiatrowalem dominowały powolne zmiany o charakterze spontanicznej regeneracji lasu antropogenicznego pochodzenia, w kierunku potencjalnego zbiorowiska naturalnego – żyznej buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-fagetum* – zespołu typowego dla żyznych siedlisk Roztoczańskiego Parku Narodowego (Izdebski 1992; Maciejewski 2011). Świadczą o tym opisane powyżej zakres i kierunki zmian składu gatunkowego drzewostanu i odnowień badanych fitocenozy zastępczych. Z warstwy drzew wydzielały się gatunki o wyższych wymaganiach świetlnych, takie jak: sosna, osika, dąb (Zarzycki i in. 2002) – obce ekologicznie dla potencjalnego zbiorowiska naturalnego. Gatunki drzew właściwe potencjalnemu zbiorowisku: buk, grab, jawor (Izdebski i in. 1992, Wysocki, Sikorski 2002), zwiększały swój udział w badanym drzewostanie. Szczególnie wysoką dynamiką zmian odznaczał się buk, znacząco zwiększając liczebność i udział zarówno w drzewostanie, jak i w odnowieniach. Bardzo duże zmiany liczebności i udziału poszczególnych gatunków w odnowieniach oraz upraszczanie się ich składu gatunkowego w pierwszych latach badań należy wiązać ze zmianami ocienienia dna lasu w wyniku silnego rozwoju drugiego piętra drzewostanu, złożonego z gatunków liściastych – głównie grabu, buka i jaworu (Maciejewski 2011). Drugim czynnikiem kształtującym dynamikę rozwoju odnowień przed wystąpieniem wiatrowału była presja zwierzyny płowej. Jest bardzo prawdopodobne, że to właśnie zgryzanie przez zwierzynę przez wiele lat ograniczało tempo wzrostu jaworów i grabów, nie pozwalając licznym nalotom jaworu na awansowanie do warstwy podrośtu i drzewostanu. Prawdopodobnie przyczyniło się również do eliminacji jodły, obecnej wśród odnowień jeszcze w latach 70. Te trzy gatunki: jawor, jodła i grab, są w warunkach Roztoczańskiego Parku Narodowego szczególnie chętnie zgryzane przez zwierzynę płową. Całkowita eliminacja jodły z odnowień wiąże się także ze znacznym oddaleniem obradzających drzew tego gatunku od badanego drzewostanu oraz generalnie słabej dyspersji nasion jodły.

Bardzo dynamiczne zmiany zaszły również w warstwie runa leśnego. W pierwszych latach po wiatrowale liczba gatunków roślin zielnych wzrosła ponad dwukrotnie (Szwagrzyk i in. 2016a). Do gatunków typowo leśnych, które zachowały się na obszarze wiatrowału dołączyły rośliny zielne o wysokich wymaganiach świetlnych (gatunki ruderalne i segetalne), często zawleczone tu przez dziki i jelenie z pól uprawnych

(Szwagrzyk i in. 2016b). W ostatnich latach badań zanotowano spadek liczby gatunków roślin do wartości sprzed wiatrowału – głównie wskutek wycofywania się gatunków światłożądnych w efekcie zwierania się warstwy odnowień i wzrostu ocienienia.

Biorąc pod uwagę całość opisanych powyżej zjawisk i procesów wydaje się, że pozostawienie antropogenicznie ukształtowanych lasów bez ingerencji człowieka uruchomiło cały szereg procesów obejmujących wszystkie warstwy fitocenozy, pozwalających na powolną, spontaniczną ich regenerację w kierunku potencjalnego zespołu leśnego – typowego dla żyznych siedlisk RPN. Powstanie wiatrowału w 2008 r. zmieniło radykalnie nie tylko lokalne warunki siedliskowe (Szwagrzyk 1994; Peterson, Rebertus 1997), lecz również kierunki rozwoju przyszłego drzewostanu. Przede wszystkim powalenie lub złamanie drzew i zmniejszenie konkurencji poprawiło warunki wzrostu istniejących tam wcześniej odnowień gatunków cienioznośnych. Zjawisko to wydaje się być typowe dla regeneracji wiatrowałów (Woods 2004; Dobrowolska and Veblen 2008; Nagel et al. 2010). Stworzenie stosunkowo dużej luki w drzewostanie pozwoliło również na wkroczenie nowych gatunków drzew, także tych o wyższych wymaganiach świetlnych: sosny, wierzby, osiki czy brzozy. Na zaistniałych zmianach siedliskowych najwięcej zyskał jednak jawor, który wcześniej przez wiele dziesiątków lat występował prawie wyłącznie w nalocie. Już w ciągu 3 lat po wiatrowale zdominował on warstwę podrośtu, a obecnie wkracza także do drzewostanu. Drugim beneficjentem zaistniałych zmian okazał się grab, który przed wiatrowalem występował nielicznie w nalocie i pojedynczo w podroście, a obecnie stał się jednym z trzech głównych składników odnowień. Grab intensywnie opanowuje powstałą lukę zarówno z obsiewu (generatywnie), jak i z odrostów z pni powalonych drzew (wegetatywnie). Najślabiej na zmiany zareagował buk, który jako gatunek cienioznośny przed powstaniem wiatrowału wyrastał w dużym ocienieniu. W pierwszych latach po odsłonięciu najczęściej chorował, mając drobne, żółtawe liście i mniejsze przyrosty wysokości. Obecnie odzyskuje swoją pozycję, stając się jednym z 3 głównych składników odnowień. Gatunki bardziej światłożądne, które rozwinęły się w pierwszych latach po powaleniu drzewostanu, tracą obecnie na znaczeniu i wobec dynamicznego rozwoju jaworu, grabu i buka najprawdopodobniej wejdą do przyszłego drzewostanu jedynie jako pojedyncze domieszki. Podobne zjawisko zmniejszenia udziału gatunków światłożądnych w odnowieniach w stosunku do ich udziału w powalonym drzewostanie opisuje Bobiec (2007) z lasów białowieskich. Tempo

regeneracji wiatrowału lasu mieszanego na żywym siedlisku okazało się bardzo wysokie. Już w 2011 r. (3 lata po zaburzeniu) prawie cała powierzchnia powstałej luki w drzewostanie była pokryta młodym pokoleniem drzew. Stało się tak za sprawą dynamicznego rozwoju odnowień istniejących tu przed wiatrowalem, wkraczania i szybkiego wzrostu nowego pokolenia drzew, zarówno gatunków cienioznośnych, jak i światłolubnych oraz regeneracji drzew złamanych i powalonych – w szczególności grabu. Tempo i kierunki procesów regeneracji drzewostanu po zniszczeniach powodowanych przez wiatr jest przedmiotem odrębnego opracowania (Maciejewski Z., Szwagrzyk J., Maciejewska E. – dane niepublikowane). Obecnie jedynie niewielkie fragmenty powierzchni luki – pokryte żywymi koronami drzew powalonych lub silnie rozwiniętą, wysoką roślinnością zielną (głównie jeżyną) – są słabiej pokryte odnowieniami.

5. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę skład gatunkowy odnowień przed i po wiatrowale oraz dynamikę rozwoju poszczególnych gatunków, można stwierdzić, że procesy regeneracji drzewostanu antropogenicznego pochodzenia oraz powstałego w nim wiatrowału mają całkowicie odmienne kierunek i tempo. Obecny skład gatunkowy odnowień sugeruje, że w miejscu zaburzonym powstanie zupełnie inny niż uprzednio przewidywano drzewostan – z przewagą jaworu i grabu oraz mniejszą lub większą domieszką buka. W obrębie obszarów ochrony ścisłej RPN można znaleźć wiele fragmentów drzewostanów o podobnym składzie gatunkowym, a obecność w nich wyraźnych wzniesień i dolinek powykrotowych na dnie lasu sugeruje, że powstały one w podobnych do wyżej opisanych okolicznościach. Jednakże bardzo wysokie przeciętne zagęszczenie odnowień (sięgające w 2011 r. 349 podrostów i 443 nality na 1 ar) jest zarówno gwarantem skutecznego odnowienia się lasu na powstałej luce, jak i swego rodzaju zagrożeniem – szczególnie dla przewidywania składu gatunkowego przyszłego drzewostanu. Tak wysokie zagęszczenie zmniejsza bowiem prawdopodobieństwo uszkodzenia wszystkich osobników danego gatunku przez zwierzynę płową, jednakże sprzyja silnemu wysmukleniu młodych drzewek, które łatwo mogą ulec złamaniu lub silnemu wygięciu, wskutek okiści śniegowej czy lodowej. Wystąpienie takich zjawisk może całkowicie zmienić zarówno tempo, jak i kierunek obserwowanych obecnie procesów regeneracyjnych.

Podziękowania

Niniejsza praca powstała dzięki finansowemu wsparciu z funduszy na naukę: Grant NCN Nr 2012/07/B/NZ8/01908 oraz grant KBN Nr N N304 048934.

Autorzy pragną podziękować Dyrekcji Roztoczańskiego Parku Narodowego, a w szczególności osobom, dzięki którym możliwe było zachowanie obiektów badań oraz realizacja prezentowanych prac badawczych.

6. Literatura

- Bobiec A., 2007:** The influence of gaps on tree regeneration: A case study of the mixed lime-hornbeam (*Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962) communities in the Białowieża Primeval Forest. *Polish Journal of Ecology* 55: 441–455.
- Dobrowolska D., Veblen T.T., 2008:** Treefall-gap structure and regeneration in mixed *Abies alba* stands in Central Poland. *For. Ecol. Manage.* 255: 3469–3476.
- Faliński J., 1991:** Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych. *Phytocoenosis* Vol. 3 (N.S.) *Seminarium geobotanicum* 1: 17–41.
- Franklin J. F., Mitchell R. J., Palik B. J., 2007:** Natural disturbance and stand development principles for ecological forestry. *USDA Forest Service, Northern Research Station, General Technical Report NRS-19.*
- Izdebski K., Czarnecka B., Grądziel T., Lorens B., Popiołek Z., 1992:** Zbiorowiska roślinne Roztoczańskiego Parku Narodowego na tle warunków siedliskowych.– Wydawnictwo UMCS Lublin. 1–268.
- Izdebski K., Kimsa T., Kozak K., Michna E., Popiołek Z., Strączek A., Zinkiewicz A., 1977:** Influens of Habitats of Two Forest Ecosystems on Productivity of Pine Stands in Central Roztocze. Part II – *Ann. Univ. Mariae Curie – Skłodowska s. C, 32, 1:* 1–43.
- Izdebski K., Kimsa T., Kozak K., Michna E., Popiołek Z., Strączek A., Zinkiewicz A., 1977:** The effect of habitats in two forest ecosystems on productivity of pine stands in central roztocze. Part III *Results. Ekologia Polska* 25/1: 89–105.
- Johnson E.A., Miyanishi K., (Eds.) 2007:** *Plant Disturbance Ecology.* Academic Press, San Diego.
- Kadmon R., Benjamini Y., 2006:** Effects of productivity and disturbance on species richness: a neutral model. *Am. Nat.* 176, 6:939–946.
- Maciejewski Z., 1998:** Long-term changes in the

- abundance and mass of the main tree species in beechwood and fir forest communities of Roztoczański National Park (East-Central Poland). *Pol. J. Ecol.*, 46(2): 169–186.
- Maciejewski Z., 2011:** Spontaneous regeneration of a Carpathian beech forest in planted pine stands on the Roztocze Highlands (Roztocze National Park, south-east Poland). *Pol. J. Ecol.* 59(2): 285–297.
- Maciejewski Z., Szwagrzyk J., Maciejewska E.,:** High rates of forest regeneration after severe blowdown in mixed deciduous forest (artykuł w przygotowaniu).
- Nagel T.A., Svoboda M., Diaci J., 2006:** Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus-Abies* forest in Southeastern Slovenia. *Forest. Ecol. Manage* 226: 268–278.
- Nagel T.A., Svoboda M., Rugani T., Diaci J., 2010:** Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology* 208: 307–318.
- Peterson C.J., 2000:** Damage recovery of tree species after two different tornadoes in the same old growth forest: A comparison of infrequent wind disturbances. *For. Ecol. Manage.* 235: 237–252.
- Peterson C.J., Rebertus A.J., 1997:** Tornado damage and initial recovery in three adjacent, lowland temperate forests in Missouri. *J. Veg. Sci.* 8: 559–564.
- Pickett S.T.A., White P.S. (red.) 1985:** The ecology of natural disturbance and patch dynamics – Academic Press, New York.
- Pickett S.T.A., Collins S.L., Armesto J.J., 1987:** Models, Mechanisms and Pathways of Succession. *The Botanical Review* 53, 3: 335–371
- Roxburgh S.H., Shea K., Wilson J.B., 2004:** The intermediate disturbance hypothesis: Patch dynamics and mechanism of species coexistence. *Ecology* 85 (2): 359–371.
- Szwagrzyk J., 1994:** Symulacyjne modele dynamiki lasu oparte na koncepcji odnawiania drzewostanu w lukach. *Wiadomości Ekologiczne* 40, Z. 2: 57–75.
- Szwagrzyk J., 2000:** Rozległe naturalne zaburzenia w ekosystemach leśnych: ich zasięg, charakter i znaczenie dla dynamiki lasu. *Wiadomości Ekologiczne* 46: 3–19.
- Szwagrzyk J., Maciejewski Z., 2013:** Główne bogactwo parku – lasy. W: R. Reszel, T. Grądziel (red.) *Roztoczański Park Narodowy – przyroda i człowiek. Roztoczański Park Narodowy: 67–90.* ISBN: 978-83-935430-2-13.1.
- Szwagrzyk J., Maciejewski Z., Orczewska A., 2016a:** Plant functional trait changes in different forest dynamics scenarios: How much shade-tolerant are the ancient woodland plant species? Poster prezentowany na sympozjum: Vegetation Databases and Resurveys. 15th meeting of the German Working Group on Vegetation databases.
- Szwagrzyk J., Maciejewski Z., Orczewska A., 2016b:** Rapid changes in forest floor vegetation following catastrophic blowdown; Which plant traits best reflect the vegetation dynamics? Poster prezentowany na sympozjum: Vegetation Databases and Resurveys. 15th meeting of the German Working Group on Vegetation databases.
- Tittenbrun A., 1977:** Próba oceny następstw szkód wiatrołomowych w drzewostanach jodłowych Roztoczańskiego parku Narodowego. Praca magisterska wykonana w Instytucie Ochrony Lasu Wydziału Leśnego AR w Krakowie. Maszynopis.
- Wysocki Cz., Sikorski P., 2002:** Fitosocjologia stosowana. Wydawnictwo SGGW Warszawa. 1–449.
- Woods K.D., 2004:** Intermediate disturbance in a late-successional hemlock-northern hardwood forest. *Journal of Ecology* 92: 464–476.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szełąg Z., Wolek J., Korzeniak U., 2002:** Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków. 1–183.

THE ROLE OF NATURAL DISTURBANCES IN THE DYNAMICS OF PROTECTED FORESTS

Summary

The topic of our study was process of spontaneous regeneration in secondary mixed forest stand growing on a fertile habitat before and after extensive blowdown. The object of the research was the windfall located in the Roztocze National Park; the windfall of a size of about 2.5 ha was created in August 2008 as a result of hurricane. Inside the current windfall area there was a 0.5-ha permanent research plot, where long-term research on spontaneous regeneration of secondary forest stands has been conducted since 1973. Therefore we could compare trends in natural forest regeneration before and after the windfall. Based on the obtained results it can be concluded that the occurrence of windfall substantially changed the direction of regeneration processes and strongly accelerated the rate of changes. During the last decades before disturbance the tree stand studied was in the phase of spontaneous regeneration towards a potential natural community

from *Fagetalia sylvaticae* order, typical for rich and well-drained habitats of the oak-hornbeam community in the Roztocze National Park. Species with greater light requirements Scotch pine *Pinus sylvestris*, aspen *Populus tremula* and oaks *Quercus robur* and *Quercus petraea*, ecologically alien to the potential plant community, retreat from the tree and shrub layers. The share of tree species typical of the potential community European beech *Fagus sylvatica*, European hornbeam *Carpinus betulus*, sycamore maple *Acer pseudoplatanus* slowly increased in the tree layer. In August 2008 a tornado broke or up-rooted almost 60% of all trees and damaged many others on the area near to 2.5 hectares. There is a group of tree species actually benefit from the blowdown. Apart from a true pioneer species, like willows aspen or Scotch pine, there are also sycamore maple and European beech – the species abundantly present in the forest regenerations before the tornado. To this group belongs also the European hornbeam which rapidly regenerate both in generative and vegetative way (as offshoots of downed trees). In light of the obtained results the role of light-demanding (pioneer) species in regeneration of the windthrow gaps in a fertile habitat appears to be transient.