

MAREK SŁAWSKI

Zmiany składu gatunkowego i stopnia pokrycia przez rośliny na powierzchniach zaburzonych przez huragan na terenie Puszczy Piskiej w 2002 roku*

Changes in species composition and cover of understory plants in stands disturbed by a hurricane in Piska Forest in 2002

ABSTRACT

Sławski M. 2014. Zmiany składu gatunkowego i stopnia pokrycia przez rośliny na powierzchniach zaburzonych przez huragan na terenie Puszczy Piskiej w 2002 roku. Sylwan 158 (9): 661-668.

Comparison of understory of stands disturbed by hurricane and managed ones allowed to distinguish two phases that include degenerative and regenerative changes. In the first phase, which lasted about 6 years, following processes were observed: chaotic changes in species composition, invasion of exogenous species, increase in cover of *Deschampsia flexuosa* and *Vaccinium vitis-idaea*, decrease in moss cover and *Vaccinium myrtillus* as well. In the second phase changes had opposite direction. Structure of ground flora typical to Scots pine forest was slowly developing. Increasing shade of forest floor, caused by growing shrub layer and regeneration of tree species, was a key factor of the regeneration process.

KEY WORDS

disturbance, windthrow, regeneration, Szast Protected Forest

ADDRESSES

Marek Sławski – e-mail: marek_slawski@sggw.pl

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii; SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Duże i nieregularne w czasie zaburzenia stanowią ważny czynnik kształtujący strukturę lasu [Turner, Dale 1998]. W lasach o charakterze borealnym, ze względu na pirofityczne cechy sosny pospolitej, szczególnie istotną rolę przypisuje się pożarom [Gromtsev 2002; Shorohova i in. 2009]. Rzadko badany jest wpływ huraganowych wiatrów na drzewostany sosnowe. Badania wiatrolomów najczęściej dotyczą lasów górskich [Wermelinger i in. 2002; Schönenberger 2002; Nagel i in. 2006; Jonášová i in. 2010] lub drzewostanów z udziałem świerka [Fischer i in. 2002; Rydgren i in. 2004; Ilisson i in. 2006]. Prezentowane opracowanie jest częścią wielowątkowych badań regeneracji ekosystemów uszkodzonych przez silne zaburzenie spowodowane huraganowym wiatrem, który 4 lipca 2002 roku nawiedził tereny Puszczy Piskiej [Skłodowski 2007a, 2010, 2013]. Śledzenie zmian na terenach uszkodzonych przez ten huragan daje rzadką możliwość opisu spontanicznej regeneracji biocenozy boru sosnowego. Porównanie powierzchni niezaburzonych i pohuraganowych pozwala określić stopień ich odkształcenia oraz dystans, jaki dzieli je od pełnej regeneracji. W badaniach ujęto również uprawy założone na obszarach uprzętniętych po przejściu huraganu.

*Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (granty 2P06L 026 26 i N N309 294 934) oraz Narodowe Centrum Nauki (grant 1098 B/P01/2011/10).

Możliwe jest zatem określenie wpływu tradycyjnych zabiegów związanych z odnowieniem lasu na tempo regeneracji zaburzonego ekosystemu.

Celem pracy jest opis regeneracji fitocenozy po zaburzeniu wywołanym huraganowym wiatrem.

Material i metody

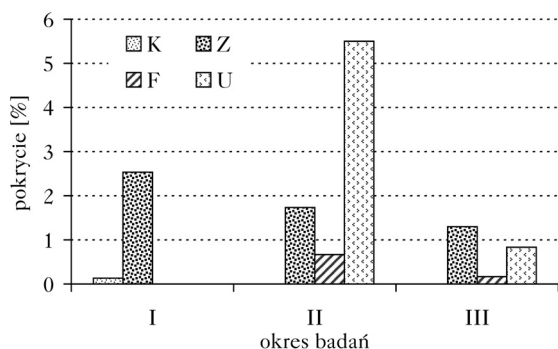
Obserwacje przeprowadzono na stałych powierzchniach założonych w 2004 roku. Wyznaczono dwa ciągi powierzchni: pierwszy to powierzchnie zaburzone, założone na obszarze Lasu Ochronnego Szast, a drugi to powierzchnie kontrolne. Las Ochronny Szast obejmuje 445 hektarów drzewostanów uszkodzonych przez huragan i wyłączonych z zabiegów gospodarczych [Dobrowolska 2007]. Powierzchnie kontrolne założono w drzewostanach gospodarczych na terenie Nadleśnictwa Maskulińskie w Leśnictwie Zaroślak. Każdy ciąg powierzchni obejmował 5 następujących wariantów wiekowych: I – drzewostany do 40 lat, II – od 41 do 50 lat, III – od 51 do 60 lat, IV – od 61 do 80 lat i V – powyżej 81 lat. W każdym wariantcie wiekowym założono 3 powierzchnie położone w różnych drzewostanach. W roku 2007 założono dwie dodatkowe serie powierzchni – jedną we fragmentach drzewostanów ocalałych po przejściu huraganu i drugą na sztucznie odnowionych powierzchniach pohuraganowych. Szczegółowy opis powierzchni można znaleźć w opracowaniach Skłodowskiego [2007a, 2010, 2013].

Na każdej powierzchni (20×40 m) dokonano spisu wszystkich roślin, określając stopień pokrycia z zaokrągleniem do najbliższych dziesięciu procent (10, 20, 30 ...100). Dla gatunków o pokryciu poniżej 5% przyjęto wartość 1. Spisu dokonywano raz w roku, w lipcu, w okresie największego rozwoju runa. Obserwacje przeprowadzono w trzech okresach, z których każdy obejmował dwa kolejne lata: I okres – 2004-2005, II okres – 2008-2009, III okres – 2011-2012. Analizom poddano średnie wartości pokrycia przez poszczególne gatunki obliczone dla dwóch lat badań z każdego okresu badawczego. Porównano następujące parametry: liczbę taksonów, które pojawiły się na powierzchniach badawczych lub z nich ustąpiły, występowanie roślin obcych dla klasy *Vaccinio-Piceetea*, pokrycie przez warstwę podszytu, zmiany pokrycia przez te gatunki, które wykazały największą wrażliwość na zaburzenie. Jako takie uznano: śmiałka pogiętego (*Deschampsia flexuosa*), borówkę czernicę (*Vaccinium myrtillus*), borówkę brusznicę (*Vaccinium vitis-idaea*), rokit Schrebera (*Pleurozium schreberi*) i widłoząb falisty (*Dicranum polysetum*) łącznie. Klasyfikację syntaksonomiczną gatunków oparto o przewodnik Matuszkiewicza [2002]. Do oceny istotności analizowanych zmian zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji. Jako czynniki niezależne potraktowano okres badań i rodzaj powierzchni (kontrolna i zaburzona).

Wyniki

Na powierzchniach zaburzonych między pierwszym a drugim okresem badań pojawiło się lub z nich ustąpiło łącznie 29 gatunków roślin. Pomiędzy drugim a trzecim okresem badań liczba ta spadła do 19 gatunków. Na powierzchniach niezaburzonych analogiczna dynamika utrzymywała się na względnie stałym poziomie 9-11 gatunków.

Zmiany składu gatunkowego na powierzchniach zaburzonych wywołane były przez wkraczanie i ustępowanie gatunków roślin obcych dla borów (ryc. 1, tab.). Najsilniej zjawisko to wystąpiło na nowo założonych uprawach, nieco słabiej widoczne było na powierzchniach zaburzonych podlegających spontanicznej regeneracji. Na fragmentach ocalałych po przejściu huraganu pojawiło się najmniej gatunków spoza klasy *Vaccinio-Piceetea*. Niektóre gatunki zareagowały na zaburzenia zmianami stopnia pokrycia. Śmiałek pogięty (ryc. 2, tab.) i borówka brusznica (ryc. 3, tab.) zwiększyły pokrycie na powierzchniach pohuraganowych. Największe pokrycie zanotowano dla śmiałka



Ryc. 1.

Średnia liczba gatunków obcych dla klasy *Vaccinio-Picetea* na powierzchniach badawczych w kolejnych okresach badań

Average number of plant species exogenous to pine forest on study plots in the following periods of study

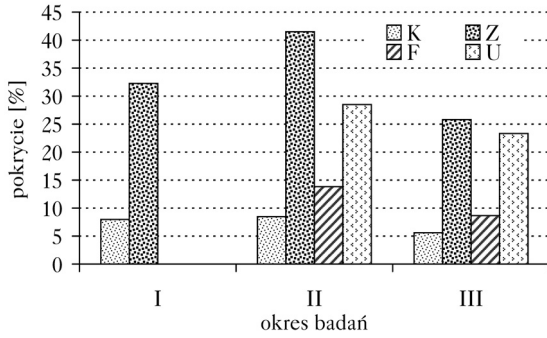
K – powierzchnie kontrolne; Z – powierzchnie zaburzone; F – fragmenty ocalałego drzewostanu na wiatrolomie; U – uprawy założone na wiatrolomie
K – control plots; Z – disturbed plots; F – fragments of stands which survived hurricane; U – cultures established on disturbed area

Tabela.

Dwuczynnikowa analiza wariancji pokrycia powierzchni przez wybrane gatunki roślin, warstwę podszytu oraz liczbę gatunków obcych dla borów (powierzchnia: zaburzona lub kontrolna, okres badań: I, II lub III)
Two-way analysis of variance of cover chosen understory species, shrub layer and number of plant species exogenous to pine forest (plot (powierzchnia): disturbed or control, study period (okres badań): I, II and III)

Czynnik	DF	MS	F	p
Śmiałek pogięty (<i>Deschamsia flexuosa</i>)				
Powierzchnia	4	151,25	6,35	0,0002
Okres badań	2	295,68	12,42	0,00003
Powierzchnia×okres	2	212,83	8,94	0,0004
Borówka czernica (<i>Vaccinium myrtillus</i>)				
Powierzchnia	1	37761,03	160,88	<0,0000
Okres badań	2	888,03	3,78	0,0283
Powierzchnia×okres	2	309,03	1,32	n.s.
Borówka brusznica (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)				
Powierzchnia	1	2958,40	35,19	<0,0000
Okres badań	2	216,30	2,57	n.s.
Powierzchnia×okres	2	312,10	3,71	0,0302
Mchy razem (<i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i>)				
Powierzchnia	1	67650,6	118,93	0,0000
Okres badań	2	5059,4	8,89	0,0004
Powierzchnia×okres	2	1909,9	3,36	0,0415
Liczba gatunków obcych dla klasy <i>Vaccinio-Picetea</i>				
Powierzchnia	1	73,80	150,96	<0,0000
Okres badań	2	3,66	7,48	0,0013
Powierzchnia×okres	4	3,07	6,27	0,0003
Pokrycie przez warstwę podszytu				
Powierzchnia	1	843,34	4,06	0,0485
Okres badań	2	1086,08	5,23	0,0081
Powierzchnia×okres	2	2690,54	12,94	0,0000

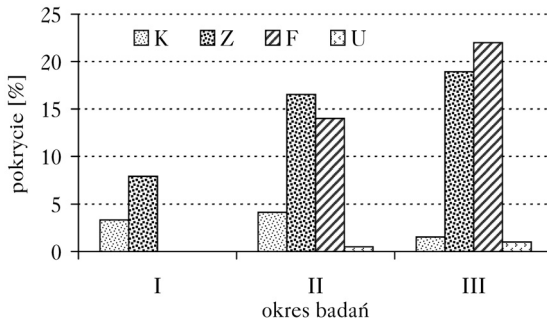
w drugim okresie badań, w trzecim uległo ono istotnemu zmniejszeniu. Zmniejszenie stopnia pokrycia na powierzchniach zaburzonych zaobserwowano dla borówki czernicy (ryc. 4, tab.) oraz warstwy mchów reprezentowanej łącznie przez dwa dominujące gatunki: rokieta Schrebera i widłoząb falisty (ryc. 5, tab.). Minimalne wartości pokrycia zarówno dla mchów, jak i borówki zaobserwowano w drugim okresie badań. W trzecim nastąpił niewielki wzrost pokrycia przez te gatunki. W przypadku czernicy zauważono spadek pokrycia na fragmentach drzewostanu, które przetrwały huragan, w porównaniu do powierzchni kontrolnych. Pokrycie przez warstwę mszystą



Ryc. 2.

Pokrycie powierzchni badawczych przez śmiełką pogiętą w kolejnych okresach badań

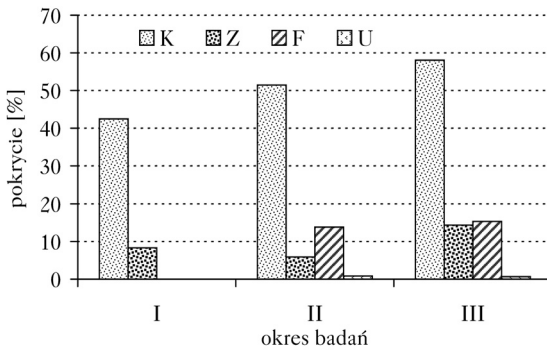
Cover of *Deschampsia flexuosa* on study plots in following periods of study
oznaczenia jak na rycinie 1 denotes as on figure 1



Ryc. 3.

Pokrycie powierzchni badawczych przez borówkę brusznicę w kolejnych okresach badań

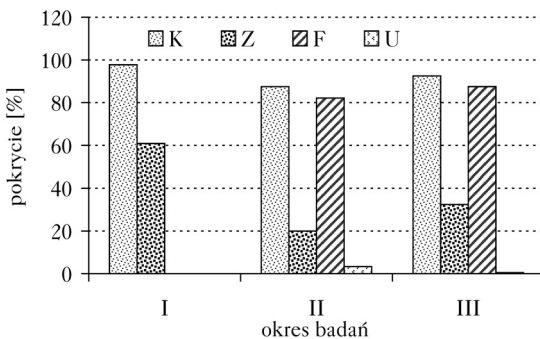
Cover of *Vaccinium vitis-idaea* on study plots in the following periods of study
oznaczenia jak na rycinie 1 denotes as on figure 1



Ryc. 4.

Pokrycie powierzchni badawczych przez borówkę czernicę w kolejnych okresach badań

Cover of *Vaccinium myrtillus* on study plots in the following periods of study
oznaczenia jak na rycinie 1 denotes as on figure 1

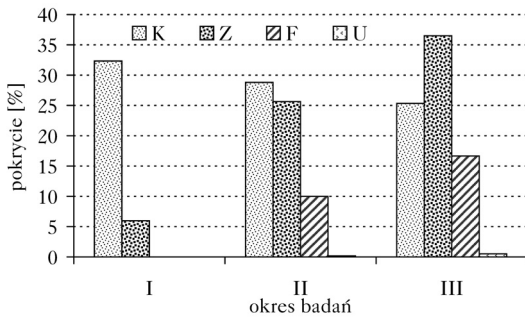


Ryc. 5.

Łączne pokrycie powierzchni badawczych przez rókiet Schrebera i widłoząb falisty w kolejnych okresach badań

Total cover of *Pleurozium schreberi* and *Dicranum polysetum* on study plots in the following periods of study
oznaczenia jak na rycinie 1 denotes as on figure 1

nie odbiegało na tych powierzchniach od pokrycia na powierzchniach kontrolnych. Na powierzchniach zaburzonych zaobserwowano dynamiczny wzrost pokrycia przez warstwę podszytu obejmującą łącznie krzewy i odnowienie gatunków drzewiastych (ryc. 6, tab.). Pokrycie przez podszyt wzrosło również w fragmentach drzewostanu, które przetrwały huragan. Wzrost zacielenia dna lasu przez warstwę podszytu i ocalałe fragmenty drzewostanu może być głównym czynnikiem przyspieszającym regenerację warstwy runa. Maksymalne pokrycie przez śmiałka pogiętego było zależne od sumy pokrycia wyższych warstw drzewostanu (ryc. 7). Większe pokrycie przez drzewostan i podszyt powodowało spadek pokrycia przez śmiałka. Jeżeli drzewa łącznie pokrywały ponad 80% powierzchni, to pokrycie przez śmiałka nie przekraczało 40%. Jeżeli pokrycie przez drzewa spadało poniżej 40%, to na niektórych powierzchniach śmiełek zajmował ponad 90% dna lasu. Na powierzchniach otwartych, gdzie drzewostan i podszyt były mało zwarte, borówka czernica miała niską wartość pokrycia (ryc. 8). Przy pokryciu przez warstwę roślin drzewiastych poniżej 50% czernica rzadko zajmowała więcej niż 20% powierzchni. Kiedy warstwa

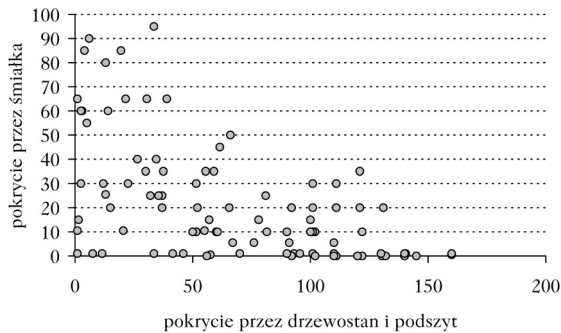


Ryc. 6.

Pokrycie powierzchni badawczych przez warstwę podszytu w kolejnych okresach badań

Cover of the shrub layer on study plots in the following periods of study

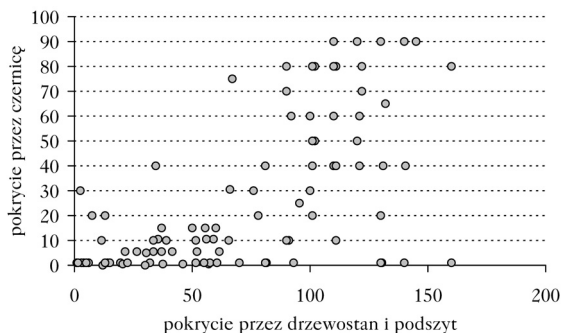
oznaczenia jak na rycinie 1 denotes as on figure 1



Ryc. 7.

Pokrycie przez śmiałka pogiętego w zależności od sumy pokrycia przez warstwę drzewostanu i podszytu

Relationship between cover of *Deschampsia flexuosa* cover and total cover of stand and shrub layers



Ryc. 8.

Pokrycie przez borówkę czernicę w zależności od sumy pokrycia przez warstwę drzewostanu i podszytu

Relationship between cover of *Vaccinium myrtillus* cover and total cover of stand and shrub layers

drzew i podszytu pokrywała ponad 80%, pokrycie przez czernicę rosło i w niektórych przypadkach przekraczało wartość 90%.

Dyskusja

Przeprowadzone obserwacje obejmują początkowy okres regeneracji ekosystemu borowego po katastrofalnym wiatrołomie. Pełna regeneracja zaburzonej biocenozy może trwać od 80 do 300 lat [Gromtsev 2002]. Osiem lat badań obejmujących pierwszą dekadę po zaburzeniu pozwala na wstępne podsumowanie. W badanym przedziale czasu można wyróżnić dwie wyraźne fazy. Pierwsza charakteryzowała się przede wszystkim spadkiem pokrycia przez gatunki związane z dojrzałymi borami, wzrostem pokrycia przez śmiałka pogiętego i masowym pojawianiem się gatunków obcych borom. W tym okresie obserwowano również silne fluktuacje w kompozycji florystycznej na powierzchniach zaburzonych przez huragan. Gatunki pojawiały się na krótki okres (1-2 lata), a następnie ustępowały. Rydgren i in. [1998, 2004] nazywają ten okres chaotycznym. W przypadku badanych przez nich drzewostanów borealnych trwał on 3 lata. Gwałtowne zmiany wynikały prawdopodobnie z odsłonięcia powierzchni w wyniku zniszczenia drzewostanu i ze zmian w chemizmie gleby. Na powierzchniach uszkodzonych przez huragan w Piszcu stwierdzono w pierwszych latach wzrost zawartości azotu w glebie [Skłodowski 2007b]. Takie zwiększenie żyzności oraz brak konkurencji w zaburzonym obszarze sprzyja osiedlaniu się gatunków o wyższych wymaganiach siedliskowych. Zwiększona dostępność azotu trwała krótko – już w 2008 spadła poniżej wartości notowanych w drzewostanach kontrolnych [Kram 2010]. W rezultacie zmniejszyła się liczba gatunków obcych borom, zwłaszcza eu- i mezotroficznych. Na zaburzonych powierzchniach zaobserwowano wzrost pokrycia przez śmiałka pogiętego. Była to prawdopodobnie reakcja na zwiększoną żyzność i dostęp światła. Podobną reakcję śmiałka obserwowano w drzewostanach borealnych [Hester i in. 1991; Kuuluvainen, Kalmari 2003]. Rydgren i in. [2004] tak szybką reakcję wiąże z typem wzrostu tego gatunku, polegającym na klonalnym rozprzestrzenianiu się organów podziemnych. Koniec pierwszego okresu polegającego na silnych i pogłębiających się z roku na rok zmianach degeneracyjnych przypadł na lata 2007-2008. Zaobserwowano wtedy maksymalne wartości pokrycia przez śmiałka, minimalne pokrycie przez warstwę mchów i borówkę czernicę. Od tego momentu obserwujemy powolną regenerację roślin dolnej warstwy lasu w kierunku struktury typowej dla dojrzałych drzewostanów borowych. Jedynie borówka brusznicą wciąż zwiększała stopień swego pokrycia, co najprawdopodobniej wiąże się ze zwiększonym dostępem światła i przesuszeniem gleby [Atlegrim, Sjöberg 1996]. Wydaje się, że w procesie regeneracji fitocenozy kluczowe znaczenie będzie miało rosnące zacienienie dna lasu przez rozwijające się odnowienie na powierzchniach zaburzonych [Dobrowolska 2007; Sławski 2010]. Potwierdza to niższy stopień odkształceń obserwowany w fragmentach ocalałego drzewostanu, gdzie warstwa koron ocienia dno lasu, a odkształcenia w warstwie runa są niewielkie. Przeprowadzona analiza wskazuje, że graniczna wartość to co najmniej 80-procentowe pokrycie przez warstwę podszytu, podrostu i drzewostanu. Przy takich wartościach czernica może osiągać wysoki wskaźnik pokrycia (nawet powyżej 80%), a śmiełek pogięty zwykle zmniejsza stopień pokrycia do wartości poniżej 20%. W świetle uzyskanych wyników silnie odkształcone są powierzchnie upraw, na których zastosowano przygotowanie gleby i sztuczne odnowienie. Praktycznie brak na nich borówki czernicy, brusznicy oraz warstwy mchów. Można natomiast zaobserwować ekspansję śmiałka pogiętego. Otwarte pozostaje pytanie, czy zwarcie uprawy i przejście w fazę młodnika przyspieszy regenerację fitocenozy. W świetle danych z literatury wydaje się, że zwarcie koron zahamuje degenerację, ale na początku regeneracji trzeba będzie poczekać do fazy drągowiny i stopniowego rozluźnienia zwarcia przyszłych drzewostanów [Spies 1998; Sławski 2002]. Zmniej-

szony dopływ światła w zwartych młodnikach sprzyja rozwojowi mchów, ale rośliny zielne wymagają nieco większego dostępu światła. Podsumowując, wydaje się, że około 6 lat po zaburzeniu zakończył się dynamiczny okres degeneracji fitocenoz i obecnie jesteśmy świadkami stopniowych zmian o charakterze regeneracyjnym.

Wnioski

- ✚ W okresie bezpośrednio po zaburzeniu wywołanym huraganem głównymi zmianami w warstwie runa drzewostanów sosnowych są: wzrost pokrycia przez śmiałka pogiętego, spadek pokrycia przez borówkę czernicę i zmniejszenie pokrycia przez warstwę mchów. Towarzyszą temu intensywne, chaotyczne i krótkotrwałe zmiany w kompozycji florystycznej.
- ✚ Głównymi przyczynami zmian o charakterze degeneracyjnym są gwałtowne zwiększenie dopływu światła do dna lasu i przejściowy wzrost żyzności gleby.
- ✚ Proces kierunkowych zmian regeneracyjnych polegających na odbudowie warstwy mchów oraz borówki czernicy rozpoczyna się około 6 lat po zaburzeniu. Istotną rolę w tym zjawisku ma wzrost zacienienia zaburzonych powierzchni powodowany przez rozwijającą się warstwę podszytu i odnowienia.

Literatura

- Atlegrim O., Sjöberg K. 1996. Response of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) to clear-cutting and single-tree selection harvests in uneven-aged boreal *Picea abies* forests. *Forest Ecology and Management* 86 (1-3): 39-50.
- Dobrowolska D. 2007. Odnowienie naturalne lasu w drzewostanach uszkodzonych przez wiatr na terenie północno-wschodniej Polski. *Leśne Prace Badawcze* 2: 45-60.
- Fischer A., Lindner M., Abs C., Lasch P. 2002. Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events. *Folia Geobotanica* 37 (1): 17-32.
- Gromtsev A. 2002. Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: a review. *Silva Fennica* 36 (1): 41-55.
- Hester A. J., Miles J., Gimingham C. H. 1991. Succession from Heather Moorland to Birch Woodland. II. Growth and Competition Between *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* and *Agrostis capillaris*. *The Journal of Ecology* 79 (2): 317-327.
- Ilisson T., Metsläid M., Vodne F., Jõgiste K., Kurm M. 2006. Vascular plant response to windthrow severity in Norway spruce-dominated *Myrtillus* site type forests in Estonia. *Ecoscience* 13 (2): 193-202.
- Jonášová M., Vávrová E., Cudlín P. 2010. Western Carpathian mountain spruce forest after a windthrow: Natural regeneration in cleared and uncleared areas. *Forest Ecology and Management* 259 (6): 1127-1134.
- Kram K. 2010. Analiza zawartości wybranych pierwiastków w glebie. W: Skłodowski J. [red.]. *Monitoring zoindykacyjny regeneracji ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej zaburzonych przez huragan*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 37-52.
- Kuuluvainen T., Kalmari R. 2003. Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland. *Annales Botanici Fennici* 40 (6): 401-413.
- Matuszkiewicz W. 2002. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nägel T. A., Svoboda M., Diaci J. 2006. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus-Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest Ecology and Management* 226 (1): 268-278.
- Rydgren K., Hestmark G., Økland R. H. 1998. Revegetation following experimental disturbance in a boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science* 9: 763-776.
- Rydgren K., Økland R. H., Hestmark G. 2004. Disturbance severity and community resilience in a boreal forest. *Ecology* 85 (7): 1906-1915.
- Schönenberger W. 2002. Windthrow research after the 1990 storm Vivian in Switzerland: objectives, study sites, and projects. *Forest Snow and Landscape Research* 77 (1/2): 9-16.
- Shorohova E., Kuuluvainen T., Kangur A., Jõgiste K. 2009. Natural stand structures, disturbance regimes and successional dynamics in the Eurasian boreal forests: a review with special reference to Russian studies. *Annals of Forest Science* 66 (2): 1-20.
- Skłodowski J. 2007a. *Monitoring zoindykacyjny pohuraganowych zniszczeń ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Skłodowski J. 2007b. *Wybrane wskaźniki opisujące stan środowiska*. W: Skłodowski J. [red.]. *Monitoring zoindykacyjny pohuraganowych zniszczeń ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 21-34.

- Skłodowski J. 2010. Monitoring zooindykacyjny regeneracji ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej zaburzonych przez huragan. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Skłodowski J. 2013. Monitoring zooindykacyjny regeneracji ekosystemu leśnego zaburzonego przez huragan w 2002 roku. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Sławski M. 2002. Spontaniczna restytucja lasu jako przykład ochrony procesów przyrodniczych. W: Sławska M., Smoleński M. [red.]. Zadania gospodarcze lasów a funkcje ochrony przyrody. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 55-63.
- Sławski M. 2010. Zmiany składu gatunkowego i stopnia pokrycia roślin na powierzchniach uszkodzonych przez huragan w Puszczy Piskiej w 7 lat po zaburzeniu. W: Skłodowski J. [red.]. Monitoring zooindykacyjny regeneracji ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej zaburzonych przez huragan. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 53-68.
- Spies T. A. 1998. Forest structure: a key to the ecosystem. *Northwest Science* 72: 34-39.
- Turner M. G., Dale V. H. 1998. Comparing large, infrequent disturbances: what have we learned? *Ecosystems* 1 (6): 493-496.
- Wermelinger B., Duelli P., Obrist M. K. 2002. Dynamics of saproxylic beetles (*Coleoptera*) in windthrow areas in alpine spruce forests. *Forest Snow and Landscape Research* 77 (1/2): 133-148.

SUMMARY

Changes in species composition and cover of understory plants in stands disturbed by a hurricane in Piska Forest in 2002

In 2002 hurricane destroyed extensive area of pine stands in Piska Forest. Szast Protection Forest was established on 445 hectares to study spontaneous regeneration on disturbed area. In 2004 series of study plots was established in following age groups of pine stands: I group stands to 40 years, II group 41-50 years old, III group 51-60 years old, IV group 61-80 years old, V group older than 81 years. In each age group 3 stands were chosen. Analogous series of plots were established in not-disturbed stands in managed forests. In 2007, two additional types of plots were included to study: cultures established on disturbed area and small fragments of stand which survived hurricane. On each plot, all plants were recorded and cover of every species was assessed to nearest 10%. Studies were conducted in three periods: I 2004-2006, II 2007-2008, III 2011-2012. According to comparison of understory of stands disturbed by hurricane and managed ones, two following phases can be distinguished: first with degenerative changes and second with regenerative ones. In the first phase, which lasted about 6 years, following processes were observed: chaotic changes in species composition, invasion of exogenous species, increase in cover of *Deschampsia flexuosa* and *Vaccinium vitis-idaea*, decrease in moss cover and *Vaccinium myrtillus* as well. Young cultures were the most altered of all plots. In the second phase changes had opposite direction. Structure of ground flora typical to pine forest was slowly developing. Increasing shade of forest floor, due to growing shrub layer and regeneration of a tree species, was a key factor of the regeneration process.