**Przyrodniczo-ekonomiczny monitoring naturalnej i sztucznej regeneracji lasu**

**w nadleśnictwie Pisz po huraganie w 2002 r.; III etap**

**Nr tematu** 500456 do wyszukania pod linkiem: <https://tbr.lasy.gov.pl/apex/f?p=102:2>

**Wykonawca** Instytut Badawczy Leśnictwa

**Autor** prof. dr hab. Dorota Dobrowolska

**Streszczenie**

Dokumentacja końcowa stanowi podsumowanie wyników badań prowadzonych w ekosystemach leśnych po huraganie z 2002 r. Celem interdyscyplinarnych badań było poznanie wpływu zaburzeń naturalnych na funkcjonowanie ekosystemów leśnych. Badania miały także na celu porównanie różnorodności biologicznej w drzewostanach zaburzonych podlegających naturalnej regeneracji oraz w drzewostanach sztucznie odnowionych (uprawa, obecnie młodnik). Przedstawia zagadnienia dotyczące stanu siedlisk, odnowień, entomofauny, monitoringu fitopatologicznego i szkodliwych owadów, monitoringu szkód od zwierzyny, monitoringu chrząszczy saproksylicznych i grzybów epiksylicznych, monitoringu porostów oraz monitoringu ekonomicznego. Wszystkie analizy - zarówno w lesie referencyjnym „Szast”, jak i w lasach gospodarczych - były prowadzone na tych samych powierzchniach obserwacyjnych i pomiarowych, ustalonych w pierwszym etapie badań w 2005 r. Metodyka pomiarów i obserwacji, a także analiz chemicznych i statystycznych została szczegółowo opisana w poszczególnych sprawozdaniach cząstkowych w temacie 500-456: „Monitorowanie zmian na obszarach sztucznej i naturalnej regeneracji lasu w północno-wschodniej Polsce po klęsce huraganu”, Pisz III. Sprawozdania etapowe stanowiły także podsumowanie badań prowadzonych w wyżej wymienionych zagadnieniach. Natomiast w sprawozdaniu końcowym przedstawiono najważniejsze wyniki badań oraz przygotowano wytyczne dla praktyki leśnej.

Największą wartością badań prowadzonych w Puszczy Piskiej jest ich długoterminowość. Począwszy od 2005 roku, naukowcy z kilku ośrodków badawczych w Polsce, mają możliwość prowadzenia badań regeneracji lasu po naturalnych zaburzeniach. Wykonywanie cyklicznych pomiarów i obserwacji na tych samych powierzchniach badawczych pozwala na śledzenie zmian w czasie. Niewątpliwą zaletą jest ustanowienie przez Ministra Środowiska Lasu Ochronnego Szast w 2003 r. na powierzchni 475 ha. Badania prowadzone na obszarach pozostawionych bez ingerencji człowieka, są niezwykle istotne dla poznania naturalnych procesów przebiegających w borach sosnowych, które dominują na terenie Polski, co może mieć znaczenie nie tylko poznawcze, ale i praktyczne. Badania grzybów na powierzchniach zaburzonych przez wiatr, a także powierzchniach kontrolnych pozwoliły na stwierdzenie 103 taksonów grzybów epiksylicznych. Wykazano 20 gatunków uznanych za zagrożone (czerwona lista) – 11 gatunków na powierzchniach powiatrołomowych i 12 na powierzchniach kontrolnych. Jeden takson (Antrodia ramentacea) stwierdzony na dwóch powierzchniach kontrolnych jest objęty częściową ochroną gatunkową w Polsce.

Analizy podstawowych cech struktury fitocenoz takich jak zwarcie warstw i bogactwo gatunkowe wskazują na zachodzący proces regeneracji zespołu kontynentalnego boru świeżego Peucedano-Pinetum. Liczba gatunków roślin w wyniku zaburzenia istotnie wzrosła i osiągnęła maksimum po 11 latach od huraganu. Jednak już w 17 roku od wystąpienia zaburzenia stwierdza się spadek bogactwa gatunkowego roślin zielnych. Największe zmiany bogactwa gatunkowego wystąpiły tam, gdzie zaburzenia były największe. Na uprawie, w wyniku silnych zaburzeń warunków środowiska występuje najwięcej gatunków roślin, w tym apofitów i antropofitów. Jest to typowe zjawisko w lasach o zrębowym sposobie zagospodarowania. Rozpoczął się proces spadku bogactwa gatunkowego, czyli fitocenozy zespołu kontynentalnego boru świeżego przechodzą do kolejnej fazy regeneracji. Równocześnie straty zawartości węgla organicznego jak i wzbogacenie w azot uległo zatrzymaniu. Różnica w liczbie gatunków porostów między lasem chronionym a lasami gospodarczymi w najbliższych latach zacznie się zmniejszać. W wyniku postępującej sukcesji z Szastu najprawdopodobniej wycofa się większość chrobotków, zmniejszy się również liczba i ilościowość gatunków humusolubnych. Być może epifitów przybędzie na drzewach liściastych, jeśli utrzymają się one na stanowiskach, ale w perspektywie najbliższych kilkunastu lat zapewne nie będą to ilości znaczące. Większość gatunków porostów na powierzchniach badawczych jest pospolitych w skali regionu i kraju. Natomiast pojawienie się włostki brązowej Bryoria fuscescens i dwóch gatunków brodaczek Usnea jest optymistycznym świadectwem powrotu do normalności po katastrofie.

Liczba gatunków chrząszczy saproksylicznych w Lesie Referencyjnym „Szast” jest wyższa (397 gatunków) niż w lesie nieuszkodzonym przez wiatr (kontrolnym) – 354 gatunki. Nagromadzenie martwego drewna, obecność grzybów epiksylicznych i zróżnicowanie mikrośrodowisk w tym obiekcie zaczyna przynosić efekty w odniesieniu do ochrony bezkręgowców saproksylicznych. Do monitoringu chrząszczy latających (w tym saproksylicznych) w dojrzałych borach sosnowych można rekomendować pułapki barierowe IBL-2bis, zalecając po 3 powierzchnie badawcze (z trzema pułapkami na każdej) w porównywanych środowiskach oraz trzykrotny okres ekspozycji po 3-4 tygodnie. Pułapki powinny posiadać dobry środek konserwujący owady, aby zapobiec ewentualnemu procesowi rozkładu przy stosunkowo długim okresie ekspozycji. Zabieg pielęgnacyjny na placówkach w istotnym stopniu zmienia warunki wzrostu dębów centralnych. Czynnikiem ograniczającym przyrost dębów na wysokość jest obecność sosny w otoczeniu placówki. Analiza wskaźnika smukłości dębów centralnych, który najwyższe wartości uzyskał w wariancie kontrolnym i porównywalne w wariancie 2 wskazuje, że najmniej stabilne dęby rosły na placówkach, w których nie wykonano żadnych zabiegów lub usunięto konkurencję pozostałych dębów.

Wyniki monitoringu fitopatologicznego w Lesie Ochronnym Szast wskazują, że stan zdrowotny, zarówno drzew żywych pozostających na powierzchniach w piętrze górnym, jak i odnowienia naturalnego, jest dobry. Grzybowe choroby infekcyjne, których symptomy stwierdzano (głównie osutka sosny i mączniak prawdziwy dębu), należą do chorób występujących powszechnie w drzewostanach i na analizowanych powierzchniach wystąpiły w stopniu słabym i umiarkowanym. Odmienna sytuacja jest stwierdzana w uprawie sosnowej w Leśnictwie Jeże. Jest to typowa wielkopowierzchniowa uprawa gospodarcza, na której ewidentnie występują objawy etiologiczne wskazujące na wysokie zagrożenie chorobą systemu korzeniowego, jaką jest huba korzeni. Ocena stanu zdrowotnego młodników sosnowych, wykonana po 10 latach od przeprowadzenia zabiegu, nie wykazała znaczącego pogorszenia stanu zdrowotnego drzew otaczających lukę. Zastosowanie zabiegu w odpowiednim terminie może spowolnić dynamikę rozwoju choroby. W młodniku widoczne są jednakże symptomy porażenia drzew przez H annosum oraz Armillaria spp., a liczne owocniki korzeniowca sugerują wciąż silną presję tego patogena.

Drzewostany w lesie ochronnym Szast wyróżniają się zróżnicowaną strukturą wiekową i pionową. W odnowieniu występują cztery gatunki, przy czym sosna dominuje zarówno w fazie nalotu jak i podrostu. Liczebność nalotu maleje z każdym rokiem od zaburzenia. Jednak wciąż pojawiają się nowe naloty sosny i brzozy. Natomiast nie stwierdza się nalotów świerka. W porównywanych drzewostanach czynnikiem determinującym ich strukturę, a na pewno żywotność poza stopniem zaburzenia jest zwierzyna. Pojawienie się łosia, szczególnie w drzewostanach silnie zaburzonych, dodatkowo obniża witalność odnowienia.

Najliczniejsze uszkodzenia odnowienia sosny powodowały owady z grupy nazwanej umownie „choinek”. Najczęściej do uszkodzeń dochodziło na uprawie gospodarczej. Jednak niski stopień uszkodzenia – 1, wskazywał na dużą szansę przeżycia takiej sadzonki. Jednak z wszystkich czynników biotycznych powodujących uszkodzenia drzew to jeleniowate były najważniejszą grupą sprawców uszkodzeń sosny.

Rozmieszczenie różnych gatunków ptaków w trzech porównywanych środowiskach było zróżnicowane, niektóre gatunki były wyraźnie częstsze lub rzadsze w niektórych spośród trzech rozpatrywanych środowisk. Na przykład, trznadel i piecuszek były wyraźnie rzadsze w lesie zwartym niż na powierzchniach zaburzonych, z kolei skowronek wyraźnie częściej występował na zrębach niż w na powierzchni Lasu Ochronnego Szast. Pozostawianie powierzchni zaburzonych do naturalnej regeneracji jest korzystne dla różnorodności zespołu ptaków, może podnosić lokalnie bogactwo gatunkowe zespołu i jego zagęszczenie.

Najtańszym sposobem odnowienia lasu jest wariant IBL 2 (uprawy sosny z jednorocznym dębem, posadzonym w placówkach Szymańskiego, rozmieszczonych w więźbie 8 x 8 m). Odnowienie standardowe jest nieznacznie droższym sposobem regeneracji. Największy udział w kosztach całkowitych we wszystkich wariantach regeneracji lasu mają nakłady finansowe poniesione na odnowienie powierzchni. Najwyższa efektywność ekonomiczna wariantu IBL 1 wynika z lepszych warunków siedliskowych upraw. Wariant IBL 3 charakteryzuje się najniższą efektywnością ekonomiczną, znacznie odbiegającą od pozostałych wariantów.

Przeprowadzone prace dostarczają interesujących informacji i wskazują na potrzebę rozszerzenia tego typu badań na inne regiony i krainy przyrodniczo-leśne. Ocena stanu i dynamiki organizmów z tak wielu grup taksonomicznych w warunkach naturalnych i antropogenicznych zmian w ekosystemach leśnych jest niezbędne dla właściwego zrozumienia funkcjonowania lasu, a tym samym dla racjonalnego i ekologicznego zarządzania nim. Konieczna jest kontynuacja badań, które umożliwiają pełniejszą ocenę znaczenia Lasu Ochronnego “Szast” dla ochrony leśnej różnorodności biologicznej. Badania te powinny mieć nadal charakter monitoringu i obejmować najważniejsze procesy i grupy ekologiczne borów sosnowych. Należałoby rozważyć celowość założenia podobnych lasów referencyjnych w innych rejonach Polski, by umożliwić szersze zbadanie ich wpływu na środowisko i ocenić znaczenie dla ochrony przyrody. Ewentualne nowe lasy referencyjne powinny mieć większą powierzchnię, by zmniejszyć efekt brzegowy oraz umożliwić niezakłócony przebieg (ciągłość) procesów przyrodniczych.

Huraganowe wiatry w lasach i powodowane przez nie uszkodzenia drzewostanów nie powinny być traktowane jako klęski ekologiczne, “tragedie” w drzewostanie, ale jako naturalne zaburzenia, czasem wielkopowierzchniowe, które mogą być wykorzystane w działalności gospodarczej do uruchomienia procesów adaptacyjnych biocenozy, do zmieniających się warunków środowiska.

**Wytyczne dla praktyki leśnej**

1. Należy dostosować sposób zagospodarowania lasu do warunków siedliskowych,

stopnia uszkodzenia i wieku drzewostanu.

2. W przypadku planowania działań gospodarczych naruszających ciągłość systemów

korzeniowych w drzewostanach sosnowych lub zakładania upraw sosnowych należy

bezwzględnie stosować się do wytycznych IOL w zakresie ograniczania skali szkód

wywoływanych przez hubę korzeni i stosowania metody biologicznej rozkładu pni,

polegającej na ich sztucznym zakażeniu zawiesiną zarodników grzyba konkurencyjnego

(Phlebiopsis gigantea (Fr.) Jülich). Należy promować odnowienia naturalne, natomiast

w przypadku konieczności wykonania odnowień sztucznych należy zwracać szczególną

uwagę na jakość materiału rozmnożeniowego (stan korzeni) oraz dokładność sadzenia.

3. W młodnikach sosnowych należy popierać gatunki domieszkowe wprowadzane wraz z

szybko rosnącą sosną. Dotyczy to świerka, lipy i dębu. Brak zabiegów pielęgnacyjnych

prowadzi do osłabienia gatunków domieszkowych, a w efekcie do ich zamierania.

4. W uprawach i młodnikach sosnowych narażonych na występowanie patogenów warto

pielęgnować spontanicznie pojawiające się gatunki drzew (brzoza, osika, jarząb)

zwłaszcza w tworzących się lukach. Drzewa te wypełnią przestrzeń i staną się

gatunkami domieszkowymi w przyszłym drzewostanie.

5. Zaleca się zakładanie upraw sosnowych zarówno z sadzenia, jak i siewu. Warto

wprowadzać dąb szypułkowy, jako gatunek domieszkowy, jednak pojedyncze sadzenie

dębu nie ma sensu, ponieważ jest on zagłuszany przez sosnę.

6. Presja roślinożerców w Nadleśnictwie Pisz może być głównym czynnikiem

obniżającym jakość młodych drzewostanów. Należy jednak rozważyć nie grodzenie

upraw. Znaczna liczba obszarów grodzonych zwiększa penetrację zwierzyny w lasach

niegrodzonych. Grodzenie upraw zapobiega zgryzaniu, jednak po ich usunięciu

następuję spałowanie, a także zgryzanie spontanicznie pojawiających się drzew.

7. Na siedlisku boru świeżego należy rozważyć możliwość odstępowania od zakładania

grodzonych upraw sosnowych na rzecz niegrodzonych upraw z domieszką dębu,

sadzonego w placówkach Szymańskiego w więźbie 8 x 8 m. Pozwala to na ograniczenie

kosztów (rezygnacja z grodzeń) i poprawę efektywności kosztowej przy zachowaniu

porównywalnej jakości hodowlanej upraw i młodników.

8. Szybko przyrastająca na wysokość na etapie młodnika sosna, może wyeliminować

poprzez zagłuszenie dęby rosnące na placówkach. Aby zapobiec takiej sytuacji, należy

wykonać zabieg ukierunkowany na wyeliminowanie sosen najbardziej zagrażających

dębom. Najskuteczniejsze okazało się usunięcie wszystkich sosen w promieniu do 3 m

od środka placówki i pozostawienie biogrupy dębowej nie naruszonej. Ponieważ jest to

dość radykalna interwencja nie należy jej stosować do wszystkich placówek a jedynie

do tych, na których znajdują się żywotne i dobrze rokujące dęby.

9. Mieć na uwadze, że stosowanie sztucznego odnowienia powierzchni pohuraganowych

w warunkach niskiej żyzności siedliska przyspiesza tempo regeneracji drzewostanu,

jednak powoduje istotny wpływ na warunki siedliskowe, w tym utratę zawartości w

glebach materii organicznej, wzrost zawartości azotu w początkowych fazach rozwoju

upraw i młodników, co może stanowić przestrzeń dla sukcesji gatunków obcych

geograficznie.

10. Informacja o skali występowania H. annosum w drzewostanie powinna zostać wzięta

pod uwagę na etapie planowania kolejnych zabiegów, m.in. czyszczeń późnych i

trzebieży. Bezwzględnie należy w takich przypadkach wykonać zabieg zabezpieczania

czół powstałych pniaków biopreparatem zawierającym grzyb P. gigantea. Usunięcie

zainfekowanych drzew oraz rozłożenie pozostających pni biopreparatem zmniejsza

ryzyko wtórnych infekcji w wyniku kontaktu korzeni drzew zainfekowanych i

zdrowych.

11. Po 10 latach od wykonania zabiegu wpływ terminu (wiosna vs. jesień) wykonania

zabiegu biologicznego w „sztucznych lukach” nie jest zauważalny, jednak samo jego

zastosowanie znacząco zmniejsza tempo rozwoju choroby.

12. Przy zagospodarowywaniu powstałych luk w młodnikach i uprawach w wyniku

oddziaływania korzeniowca wieloletniego, kambiofagów sosny (żerowania smolika

znaczonego – Pissodes castaneus.) należy zwrócić uwagę na odpowiedni dobór

gatunków wykorzystywanych do nasadzeń oraz wziąć pod uwagę presję zwierzyny (np.

lipa).

13. W przypadku sosny jak i dębu najgroźniejszym sprawcą uszkodzeń okazały się

jeleniowate (głównie jeleń szlachetny - Cervus elaphus). Poprzez zgryzanie i

spałowanie, powodowały zniekształcenia, a niekiedy zamarcie drzewek. W ostatnich

okresach badawczych obserwowano liczne uszkodzenia powodowane także przez łosie

– złamanie pędu głównego, strzały. Najczęściej do uszkodzeń dochodziło na

powierzchniach otwartych na trasach ich wędrówek i bytności. Dbając o jakość

gatunków drzew atrakcyjnych jako pokarm dla jeleniowatych należy utrzymywać stan

populacji jeleniowatych na relatywnie niskim poziomie. Alternatywą jest

zabezpieczanie poszczególnych drzewek repelentami.

14. Spośród wszystkich sprawców uszkodzeń w uprawach, młodnikach i tyczkowinach,

potencjalnie najgroźniejszymi są: szeliniak, zwójka sosnóweczka oraz owady z grupy

„choinek”. Na odnawianych naturalnie powierzchniach poklęskowych, gdzie jest dość

duże zróżnicowanie wiekowe oraz zmieszanie gatunkowe drzew, powyższe gatunki

owadów pełnią rolę szkodników nękających (podobnie jak krótkostopka), ale nie

zagrażających trwałości drzewostanu. Należy jednak pamiętać o monitorowaniu ich

populacji, szczególnie w pierwszych stadiach rozwojowych drzewostanu.

15. Zaproponowana trzy stopniowa skala uszkodzeń, wydaje się być bardziej praktyczna

niż stosowanie oddzielnych (dla każdego ze sprawców szkód) metod,

wyszczególnionych np. w Instrukcji Ochrony Lasu. Uproszczona metoda oceny

zdrowotności drzewostanów poklęskowych umożliwia w szybki i jednolity sposób

porównanie tych drzewostanów i ocenę ryzyka zamarcia drzewek w odnowieniu

naturalnym lub sztucznym.

16. Ze względu na wysoką zdrowotność drzew w piętrze górnym drzewostanów w różnym

stopniu uszkodzonych przez wiatr warto rozważyć pozostawienie jak największej liczby

drzew podczas zagospodarowywania powierzchni poklęskowych. Nawet drzewa

pochylone (potencjalne drzewa biocenotyczne) stanowią dodatkowe źródło nasion i

mogą wspomagać naturalną regenerację.

17. Cześć drzewostanów najstarszych i najmniej uszkodzonych, w których regeneracja

postępuje najszybciej, pozostawić do naturalnej sukcesji.

18. Drzewostany młodsze i silnie uszkodzone, w których regeneracja trwa najdłużej, ale w

których jednocześnie utrzymuje się zwiększone bogactwo gatunkowe fitocenoz i

zróżnicowanie mikrosiedlisk, w zależności od postawionych celów przyrodniczych lub

gospodarczych, pozostawić do naturalnej regeneracji lub przeznaczyć do sztucznego

odnowienia.

19. Zaburzenie i środowisko lasu zaburzonego należy traktować także jako obszar o

szczególnych właściwościach przyrodniczych, w którym mogą występować cenne i

rzadkie gatunki, w tym gatunki leśne związane z martwym drewnem. Korzystne dla

bioróżnorodności byłoby także, w takim przypadku, stosowanie różnych wariantów

odnowienia: siew, sadzenie oraz naturalna regeneracja.

20. Należałoby rozważyć celowość założenia podobnych lasów referencyjnych np. w

Leśnych Kompleksach Promocyjnych, w różnych warunkach fizjograficznych, by

umożliwić szersze zbadanie ich wpływu na środowisko i ocenić znaczenie dla ochrony

przyrody.

21. Ochrona bierna jest istotnym elementem w systemie ochrony przyrody w lasach. Ważną

praktyczną zaletą jest niski koszt jej stosowania.