

Stabilność lasu i drzewostanów, metody szacowania oraz znaczenie w gospodarowaniu zasobami leśnymi

Edward Stępień

Abstrakt. Potrzeba zachowania ciągłości pełnienia przez lasy wielostronnych funkcji powoduje, że przed współczesnym gospodarstwem leśnym pojawia się zadanie kształtowania i okresowej oceny odporności drzewostanów na czynniki stresowe oddziałujące na środowisko leśne. W pracy przedstawiono problem, cel i zasady szacowania stabilności, możliwości kształtowania stabilności drzewostanów w fazie produkcji podstawowej oraz przykłady szacowania stabilności. Praca zawiera koncepcję zintegrowanego systemu szacowania stabilności drzewostanów z uwzględnieniem współczynnika zmienności lub odchylenia standardowego grubości drzew, bogactwa składu gatunkowego, wskaźnika zróżnicowania struktury zapasu drzewostanu oraz współczynnika smukłości drzew.

Słowa kluczowe: stabilność, zasady szacowania, możliwości kształtowania, przykłady, zintegrowany system szacowania.

Abstract. The stability of woods and forests – the principles and importance of assessing the sustainability of forest and forestry. The need to preserve the variety of functions performed by the forests causes challenge for the modern forestry to form and periodically assess the resilience of forests to the stress factors affecting forest environment. The paper presents the problem, the purpose and principles of sustainability assessment, means of developing the sustainability of forests in the primary production phase, as well as examples of estimating stability. The paper presents the concept of an integrated system for estimating the stability of forests, taking into account the coefficient of variation and standard deviation of thickness species diversity, stand structure of supply and slenderness ratio of trees.

Key words: stability, rules for estimating, opportunities to develop, examples, integrated assessment system.

Wstęp i cel pracy

Wzmózone oddziaływanie niekorzystnych czynników biotycznych, abiotycznych i antropogenicznych staje się powodem narastającej degradacji środowiska przyrodniczego. Sytuacja ta stwarza realną obawę o możliwość zachowania ciągłości pełnienia przez lasy wielostronnych funkcji. Przed współczesnym gospodarstwem leśnym pojawia się w związku z tym zadanie kształtowania i okresowej oceny odporności drzewostanów na oddziaływanie tych czynników. Wyniki takiej oceny służyć powinny ograniczaniu powstawania drzewostanów niestabilnych,

poprzez podjęcie stosownych działań z zakresu hodowli, ochrony, urządzania i użytkowania lasu, mających na celu kształtowanie struktur dostosowanych do miejscowych warunków, zarówno w aspekcie budowy drzewostanów, jak również ich lokalizacji przestrzennej.

Stabilność ma w badaniach przyrodniczych znaczenie szczególne. Prowadzą one do formułowania praw pozwalających na kształtowanie układów trwałych lub też uwarunkowań determinujących ich utrzymanie się przy życiu. Pojęciu stabilności przypisuje się wiele znaczeń i dlatego jego definiowanie jest mało precyzyjne (Sierota 1995, Rykowski, 1997). W niniejszych rozważaniach stabilność rozumiana jest jako wynik łącznej oceny wybranych cech budowy drzewostanów determinujących możliwość trwałego pełnienia przez las przypisanych mu funkcji przy istniejących zagrożeniach wewnętrznych i zewnętrznych. Wyznaczać ją należy jako wypadkową uwzględniającą stan stabilności cząstkowych poszczególnych cech.

Szacowanie stabilności dowolnego układu przyrodniczego wymaga odpowiedniego doboru cech (kryteriów) oraz wyznaczenia dla nich porównawczego poziomu odniesienia (Uchmański 1983). Oznacza to konieczność określenia zarówno rzeczywistej wielkości rozpatrywanej cechy, jak i wyznaczenia wielkości określającej jej pożądaną stan. Dobór cech składowych do oceny stabilności jest problemem złożonym. Do podstawowych przyczyn tego stanu rzeczy należy niewystarczająca znajomość sposobu reagowania zbiorowisk leśnych na trudno przewidywalny wpływ otoczenia. Problem ten nabiera szczególnej wagi, jeśli uwzględnić fakt, że las jest układem otwartym, o dużym uzależnieniu przebiegu procesu produkcji przyrodniczej na pniu od natężenia zdarzeń losowych.

Wyróżniać należy trzy zasadnicze typy relacji zachodzących między stanem stabilności a charakterem zagrożeń. Są to:

- kształtowanie się stabilności drzewostanów w sposób naturalny; ma to miejsce w przypadku częstego występowania na danym terenie zagrożeń o dużym nasileniu,
- ryzyko ukształtowania się niestabilnych elementów przy raczej rzadkim występowaniu zagrożeń o dużym nasileniu,
- obniżone (małe) ryzyko powstania szkód w przypadku rzadko występujących zagrożeń o małym lub średnim nasileniu.

W lesie zagospodarowanym ważne dla zachowania stabilności drzewostanów cechy budowy rozpatrywać należy jako efekt sposobu ich powstania oraz dotychczasowej pielęgnacji (Stępień, Jańczuk 2002, Stępień, Sierdziński 2003). Istotne znaczenie mają zwłaszcza relacje między jakością siedliska a doborem składu gatunkowego i sposobu odnowienia. Są to ważne pierwotne nośniki stabilności (Stępień 1986). Z metodycznego punktu widzenia ważny jest dobór takich cech składowych, które umożliwią ocenę „wrażliwości” drzewostanów na wpływ otoczenia oraz na ocenę zgodności ich rozwoju z obowiązującymi celami gospodarowania (Stępień 1988, 1996). Ocena taka zapewnić powinna obiektywność i porównywalność wyników. Spełnienie tego warunku będzie możliwe, jeśli kryteria oceny będą jednoznacznie zdefiniowane na potrzeby uzyskiwania danych źródłowych oraz ich przetwarzania i interpretacji wyników.

W sensie poznawczym szacowanie stabilności drzewostanów umożliwić powinno ich klasyfikację według poszczególnych stopni stabilności. Wyróżnia się zazwyczaj cztery stopnie stabilności, a mianowicie: stan stabilny (1), względnie stabilny (2), stan zagrożenia (3) oraz stan niestabilny (4). Stan stabilny (1) to zbiór drzewostanów o cechach budowy wykazujących zadowalająco odporny stan na działanie czynników destrukcyjnych. Stan względnie stabilny (2) obejmuje drzewostany o cechach względnie odpornych; należy jednak obserwować, czy ich stabilność nie ma tendencji do obniżania się. Drzewostany o zagrożonej stabilności (stan 3) i drzewostany niestabilne (stan 4) wymagają bliższego zdiagnozowania przyczyn obniżonej stabilności w celu podjęcia odpowiednich zabiegów stabilizujących.

W aspekcie praktycznym chodzi o uzyskanie informacji przydatnych dla prowadzenia gospodarki leśnej, w szczególności do oceny skutków dotychczasowych działań oraz eliminowania błędnych lub przypadkowych decyzji. Analiza stopnia stabilności poszczególnych drzewostanów umożliwić powinna opracowanie odpowiedniej strategii postępowania przy planowaniu zabiegów hodowlano-pielęgnacyjnych i ochronnych, a także planowaniu ich przebudowy, m.in. cele przebudowy, ustalenie terminu rozpoczęcia, czasu trwania, intensywności cięć (Stępień, 2007).

Możliwości kształtowania stabilności lasu i drzewostanów w procesie produkcji podstawowej – stan poznania zagadnienia

Kształtowanie stabilności drzewostanów w fazie produkcji podstawowej umożliwić powinno odpowiednie planowanie zabiegów (rodzaj, termin, pilność, intensywność), z uwzględnieniem ich struktury gatunkowej oraz wielkości i stanu zapasu rosnącego. Chodzi o stworzenie pożądanego wzorca struktury, którą można by opisać za pomocą odpowiednio dobranej zestawu cech. Lista cech przydatnych do kompleksowego opisu stanu drzewostanów zawiera zwykle dwa typy danych (von Gadow 1993). Są to cechy mierzone oraz zmienne wyrażające jakościowe parametry drzewostanu. Dane pierwszej grupy charakteryzują zróżnicowanie struktur w uporządkowany sposób liczbowy, przyjmując dowolne wartości, m.in. liczba drzew, powierzchnia przekroju, zasobność, struktura sortymentowa lub ilość ograniczoną, m.in. klasa bonitacji, czynnik zadrzewienia. Jakościowe cechy drzewostanów charakteryzują, m.in. żywotność, kondycję, ukształtowanie pni drzew, jakość hodowlaną i techniczną, defoliację koron, ujęcie których obarczone może być subiektywizmem taksatora. Szczególnie trudne jest szacowanie tych cech jakościowych, które stanowią wypadkową innych cech cząstkowych. Dotyczy to zwłaszcza stabilności drzewostanów.

Nowe możliwości przetwarzania danych oraz potrzeba kompleksowego opisu stanu drzewostanów powodują ciągłe powiększanie się listy cech i zadań inwentaryzacji lasu. Rezultaty wielu prac badawczych (Wiegard i in. 1997, Stępień i in. 1998, Stępień i Orzechowski 2000a, 2000b, Brzeziecki 2002, Stępień 2002, Sierdziński 2010) potwierdzają możliwość poszerzenia zakresu inwentaryzacji o jakościowe cechy zapasu rosnącego. Wyniki tych opracowań wykazały, że niezależnie od parametrów drzewa, m.in. pierśnica, wysokość, wysokość osadzenia korony do wiarygodnego szacowania stanu stabilności drzewostanów przydatne są także inne cechy, np. różnorodność, zmieszanie, zróżnicowanie, zagęszczenie i zmienność grubości drzew, długość i forma ukształtowania koron, współczynnik smukłości drzew. Wskazuje się przy tym na możliwość ich oszacowania z wykorzystaniem dostępnych danych pomiarowych jako tzw. informacji pośrednich (wtórnych). Schmid-Haas (2002) uważa, że niektóre informacje, które mogą służyć jako indykatory do oceny stanu zdrowotnego i stabilności nie zawsze są przedmiotem inwentaryzacji lasu. Do szczególnie przydatnych, tak z gospodarczego, jak i z ogólnoprzyrodniczego punktu widzenia cytowany autor zalicza:

- witalność drzew (dynamika wzrostu, zdolność reagowania na wpływ otoczenia), przeżywalność i zdolności odnowieniowe,
- przyrost (kontrola ilościowych i jakościowych efektów produkcji),
- stan koron drzew (defoliacja, przebarwienia),
- patologiczne zmiany w obrębie dolnej części pnia i korzeni grubych.

Odrębne zagadnienie stanowi ocena diagnostycznego i prognostycznego znaczenia określonej cechy struktury (Schmid-Haas 1993). Autor ten wyraża pogląd, że diagnostyczną wartość pewnej cechy można uznać wtedy, gdy rozpoznane są przyczyny lub fizjologiczne zależności stwierdzonego uszkodzenia i danej cechy. Niezależnie od określenia rodzaju i przyczyny danego uszkodzenia dla oceny ryzyka gospodarczego i prognozowania rozwoju lasu ważne jest rozpoznanie wartości prognostycznej danej cechy, która zależy od skali (nasilenia) uszkodzenia. Można się zgodzić, że pewne zjawisko nie ma dużego znaczenia gospodarczego, jeśli dla nawet obecnie negatywnej jego oceny prognoza jest dobra (optymistyczna). Dopiero znajomość przebiegu wzrostu i dynamiki procesów rozwojowych drzewostanów pozwala wiarygodnie ocenić przyszłe konsekwencje stwierdzonych uszkodzeń, a zatem i prognostyczną wartość cechy, na podstawie której uszkodzenie rozpoznano. Może to nastąpić na podstawie dalszych obserwacji (kontroli) rozwoju danej cechy. Można w tej kwestii wyróżnić dwa scenariusze: dana cecha (zjawisko) stosunkowo szybko zanika lub obserwuje się stałe nasilenie i zwiększenie zasięgu jej oddziaływania.

Duże znaczenie przy ocenie stanu zdrowotnego i kondycji drzewostanów przypisywane jest wielkości przyrostu (Schmid-Haas 1993, 2002), nawet jeśli produkcja drewna nie jest główną funkcją lasu. Autor ten wyraża pogląd, że krótkookresowe zmiany dynamiki przyrostu niekoniecznie są dobrymi wskaźnikami stanu zdrowotnego czy stabilności drzewostanów. Natomiast utrzymujące się przez dłuższy czas obniżenie dynamiki przyrostu traktować należy jako wskaźnik potwierdzający fakt występowania czynnika szkodliwego lub nasilającego pogarszania się warunków otoczenia.

Wyniki badań wieku autorów (m.in. Bruenig 1974, Hoffman 1994, Knoke i Hahn 2007, Bruchwald i Dmyterko 2010) wskazują, że dla trwałego utrzymania odpowiedniego potencjału każdej funkcji lasu bardzo istotną sprawą jest rozpoznanie ryzyka uszkodzenia drzewostanów. Za główny czynnik zwiększający ryzyko uszkodzeń drzewostanów przez wiatr Bruenig (1974) uważa współczynnik smukłości drzew panujących i formę ukształtowania warstwy koron drzew (Oberflächenrauigkeit), którą proponuje określać na podstawie wysokości górnej drzew, wysokości zwarcia koron drzew oraz zmienności grubości drzew i odległości koron drzew górujących. Na tej podstawie formułuje on ramowe zasady postępowania w długo- i średniookresowym planowaniu funkcji produkcyjnej. Za możliwość obniżenia ryzyka uważa stymulowanie przyrostu drzew na grubość. Z problemem tym wiąże się konieczność ogólnego rozpoznania oraz analiza niepewności i ryzyka (Hoffman 1994). W odniesieniu do ryzyka w procesie produkcji Knoke i Hahn (2007) zalecają określanie wpływu doboru składu gatunkowego i formy mieszaniny drzew na stopień ryzyka oraz efektów finansowych zabiegów gospodarczych wyrażonych zmianami jakości produkowanego surowca (Knoke, Hahn 2007).

Bruchwald i Dmyterko (2010) stwierdzili, że podatność drzewostanu na uszkodzenia przez wiatr zależy głównie od jego zmiennych i stałych cech. Opracowane przez nich równanie modelu ryzyka jako zmienne cechy drzewostanu uwzględnia średnią wysokość i wiek gatunku głównego, skład gatunkowy oraz smukłość i czynnik zdrzewienia. Spośród stałych cech drzewostanu do budowy modelu wykorzystano jedynie dostępne w SILP-ie dane o typie siedliskowym lasu.

Stabilność drzewostanów sosnowych zwiększać może stosowanie trzebieży grupowej (Zajączkowski 1994)]. Bazuje ona na istnieniu naturalnej nieregularności rozmieszczenia drzew w drzewostanie, zapewniając popieranie rozwoju biogrup drzew przyszłościowych i trwałe ich zachowanie. Biogrupy takie mogą się tworzyć w drzewostanach już w początkowych fazach ich

rozwoju. Wcześniej ukształtowane biogrupy blisko siebie rosnących drzew mogą trwać bardzo długo, nie hamując dynamiki przyrostu i nie pogarszając technicznej jakości drewna (Zajączkowski 1995).

Przykłady szacowania stabilności

W doświadczalnictwie i w praktyce leśnej stosowane są dwa warianty szacowania stabilności. Według wariantu pierwszego ocenie podlega zestaw cech cząstkowych, zaś w wariacie drugim ocena prowadzona jest według dwudzielnej kombinacji wybranych cech (Checklisten..., 1986). System pierwszy wymaga wyboru odpowiednich cech i określenia dla każdej z nich stanu stabilności cząstkowej. Wychodząc z założenia, że las stanowi osobliwą całość, należy je dobierać w taki sposób, aby mogły się one przyczynić do zwiększenia stabilności globalnej, rozumianej jako wypadkowa wyznaczana na podstawie stabilności cząstkowej tych cech. Przykład interpretacji stanów stabilności cząstkowej wybranych cech zawiera tabela 1.

Tab. 1. Szacowanie stabilności cząstkowej wybranych cech
Table 1. Estimation of selected characteristics the partial stability

| Cecha | Jednostka miary | Interpretacja stanu stabilności cząstkowej | | | |
|--|-----------------|--|-------|--------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Uszkodzenia | % | do 10 | 11-20 | 21-30 | > 30 |
| Współczynnik zmienności grubości drzew | % | > 50 | 40-50 | 30-39 | < 30 |
| Współczynnik smukłości drzew | H / D | < 70 | 71-90 | 91-110 | > 110 |

W przedstawionym przykładzie szacowania stabilności cząstkowej założono umowny zakres ich wartości w skali czterostopniowej. Zakresy te wyznaczano, uwzględniając wyniki badań dotyczące reakcji drzew i drzewostanów na losowe oddziaływanie otoczenia (Rottmann 1985, Checklisten 1986, Stępień 1988, 1996, Bellon i in. 1997). Na podstawie oszacowanych stabilności cząstkowych rozpatrywanego zestawu cech określić należy stabilność całkowitą (diagnoza łączna), np. jako średnią arytmetyczną ocen cząstkowych. Ujawnia się przy tym problem rekompensaty, a mianowicie na ile pozytywna ocena w zakresie danej cechy może rekompensować złą ocenę innej cechy. Pożądane byłoby uwzględnianie wagi (znaczenia) poszczególnych cech wynikającej z nadrzędności pewnej cechy w kontekście istniejących zagrożeń. Przykład określenia stabilności globalnej na podstawie ocen stabilności cząstkowej wybranych cech z uwzględnieniem czynnika dodatkowego przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Szacowanie stabilności globalnej na podstawie wskaźników stabilności cząstkowej
Table 2. Estimating the global stability based on the stability of the partial indices

| Uszkodzenia | Zgodność składu z siedliskiem (L _{sw}) | Współczynnik smukłości (H / D) | Zmienność grubości drzew | Wartość średnia | Czynnik dodatkowy | Stabilność globalna |
|-------------|--|--------------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| 4 | 4 | 2 | 3 | 3,25 | lita sosna na L _{sw} | 4 |

Drugi wariant szacowania stabilności polega na sporządzeniu dwucehowej tabeli, która stanowi podstawę oceny relacji tych cech, np. żywności siedliska i składu gatunkowego lub długości i formy ukształtowania koron drzew. Stwierdzona relacja i jej interpretacja umożliwiają przypisywanie odpowiedniego stopnia stabilności.

Ocenę stabilności drzewostanów przeprowadzać należy odrębnie dla poszczególnych stadiów rozwojowo-wzrostowych. Zalecane cechy do szacowania stabilności drzewostanów uwzględniać powinny ich budowę wewnętrzną, która decyduje o stopniu wrażliwości na negatywne oddziaływanie otoczenia. Dobór składników oceny uzależnić należy od stadium rozwojowego (wieku) drzewostanu. W uprawach stan stabilności szacować można, uwzględniając skład gatunkowy, zgodność składu gatunkowego z przyjętym typem drzewostanu, udatność i zdrowotność. Do szacowania stabilności młodników przydatne powinny być współczynnik zmienności pierśnic, współczynnik smukłości (iloraz $h/d_{1,3}$ drzew), wskaźnik zagęszczenia drzew, rozumiany jako jednostkowa powierzchnia wzrostu, skład gatunkowy i jego zgodność z celem hodowlanym oraz zdrowotność. Do określenia stabilności drzewostanów IIa – IVb klasy wieku posłużyć powinny skład gatunkowy i jego stopień zgodności z celem hodowlanym, współczynnik smukłości $h/d_{1,3}$ oraz współczynnik zmienności lub odchylenie standardowe grubości drzew i budowa pionowa. Stabilność drzewostanów V i starszych klas wieku oceniać należy pod kątem możliwości ich odnowienia i udziału warstw, które mogą tworzyć przyszły drzewostan, uwzględniając zgodność składu gatunkowego odnowienia z celem hodowlanym oraz strukturę pionową drzewostanu i udział młodego pokolenia.

Koncepcję i wyniki szacowania cząstkowych stabilności wybranych cech i zasadę ich uśredniania przedstawiono w pracy Sępnia i Jańczuka (2002). Doboru składników dokonano dla upraw, młodników, drzewostanów średniowiekowych i dojrzałych. Wyznacznikami stabilności były siedlisko, skład gatunkowy, sposób odnowienia i efekty pielęgnacji drzewostanów (zaęszczenie, zróżnicowanie grubości, smukłość drzew). Koncepcję weryfikowano na przykładzie 245 drzewostanów (885,35 ha) Leśnictwa Lipce (LZD SGGW w Rogowie). Stan stabilności cząstkowej posłużył do wyznaczenia globalnej stabilności drzewostanów, w sensie ich ogólnej odporności na czynniki zaburzające wzrost i rozwój. Stabilność tę szacowano jako wartość średnią dla poszczególnych stadiów rozwojowych, przy założeniu, że w drzewostanach badanego obiektu dominuje funkcja produkcyjna.

Ocenę przydatności cech cząstkowych do szacowania stabilności drzewostanu zawiera praca Sępnia i Włodarczyka (2003). W pracy określano wpływ cech taksacyjnych na rozmiar uszkodzeń drzewostanów sosnowych na gruntach porolnych. Uzyskane wyniki wykorzystano do opracowania równania regresji wieloczynnikowej umożliwiającej prognozowanie wielkości uszkodzeń. Stwierdzono, że wybrane cechy taksacyjne umożliwiają wyjaśnienie około 60–90% ogólnej zmienności intensywności uszkodzeń.

Zintegrowany system oceny stabilności drzewostanów

Koncepcja zintegrowanego systemu szacowania stabilności drzewostanów uwzględnia 4 strukturalne kryteria cząstkowe. Są to:

- współczynnik zmienności grubości drzew (Wzd) lub odchylenie standardowe tej cechy,
- różnorodność/bogactwo składu gatunkowego (R),
- wskaźnik zróżnicowania struktury zapasu drzewostanu (Z),
- współczynnik smukłości drzew (H/D).

Współczynnik zmienności grubości drzew (Wz d1.3) lub odchylenia standardowego tej cechy obliczyć można na podstawie wyników pomiarów wykonanych w drzewostanach. Różnorodność składu gatunkowego drzewostanu (R) określona może być na podstawie wskaźnika różnorodności Shannona-Wienera (Brzeziecki 2002) za pomocą wzoru:

$$H_j = -\sum_{i=1}^s (p_{ij} \times \ln p_{ij}),$$

gdzie:

p_{ij} – prawdopodobieństwo wyrażające udział i -tego gatunku w składzie drzewostanu „ j ”,
 s_j – liczba gatunków w drzewostanie „ j ”.

Do określania tego wskaźnika wykorzystać można także inne parametry, m.in. liczbę drzew, ich powierzchnię przekroju lub zasobność. Z konstrukcji wzoru wynika, że drzewostany mało zróżnicowane wykazują niską wartość wskaźnika H_j (w przypadku monokultury wskaźnik ten wynosi 0). Na wartość wskaźnika H_j większy wpływ ma relacja udziału poszczególnych gatunków aniżeli ich liczba. Przykładowo, w drzewostanach 2-gatunkowych o wyrównanym udziale po 50% wartość wskaźnika wynosi 0,69, natomiast przy dominacji jednego z gatunków (np. 90% i 10%) już tylko 0,32.

Ocena zróżnicowania struktury zapasu drzewostanu (Z) prowadzona może być zgodnie z propozycją Camino (1975) z uwzględnieniem relacji miąższości i liczby drzew uporządkowanych w postaci szeregu rozdzielczego. Istotę tej zależności przedstawia wzór:

$$Z = \frac{\sum SN (\%) }{ (\sum SN (\%) - \sum SV (\%)) },$$

gdzie:

SN – suma skumulowanych liczebności drzew (%) do stopnia grubości $n-1$,
 SV – suma skumulowanych wielkości zapasu (%) do stopnia grubości $n-1$.

Informację dotyczącą stabilności mechanicznej drzewostanu stanowi wielkość zbieżności (Z_b) liczona jako iloraz przeciętnej wysokości (cm) i przeciętnej pierśnicy drzewostanu (cm) na podstawie wzoru:

$$Z_b = H / D_{1.3}.$$

Uwzględniając wielkość współczynnika Z_b , można pogrupować drzewostany na klasy wg granic przedziałów zaproponowanych przez Bellona, Bernadzkiego, Żyburę (1997).

Dla szacowania stanu stabilności cząstkowej wybranych cech drzewostanu należy opracować odpowiedni klucz interpretacyjny. Przykład przyjętego umownie zakresu wielkości rozpatrywanych cech przedstawia tabela 3.

Sumaryczna wartość poszczególnych klas stabilności cząstkowej określona dla dowolnego drzewostanu zawiera się w przedziale 4,0–16,0. Na jej podstawie obliczyć można wartość średnią przydatną do klasyfikacji drzewostanów. Uwzględniając 3 klasy ogólnej stabilności drzewostanów, wyróżnić można zbiory drzewostanów:

- mało stabilnych (zagrożonych), przy średniej z ocen cząstkowych wynoszącej 1,00–1,99,
- średnio stabilnych, przy średniej z ocen cząstkowych wynoszącej 2,00–2,99,
- zadowolająco stabilnych, przy średniej z ocen cząstkowych wynoszącej powyżej 3,00.

Tab. 3. Interpretacja zakresu wielkości przyjętych kryteriów cząstkowych*Table 3. The interpretation accepted of partial criteria*

| Kryterium cząstkowe | Oszacowany stopień stabilności cząstkowej wybranych cech | | | |
|---------------------|--|-----------|----------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Wz | < 20 | 20,1–30 | 30,1–40 | > 40 |
| R | 0,0–0,5 | 0,51–0,75 | 0,76–1,0 | > 1,0 |
| Z | > 8 | 6,1–8,0 | 4,1–6,0 | < 4,0 |
| H / D | > 100 | 91–100 | 71–90 | < 70 |

Ponieważ brakuje jak dotąd polskich wzorów interpretacyjnych, powyższą koncepcję traktować należy jako wstępne rozpoznanie. Jej przydatność, z punktu widzenia możliwości kształtowania stabilności mechanicznej drzewostanów i obniżania ryzyka gospodarczego, jak i z uwagi na możliwość uzyskiwania określonych efektów produkcyjnych, zweryfikować należy na podstawie analizy przeżywalności drzewostanów zakwalifikowanych do różnych stopni stabilności. Konieczne jest przy tym opracowanie odpowiedniego klucza uwzględniającego sposób powstania, warunki siedliskowe oraz intensywność i efekty dotychczasowego sposobu prowadzenia zabiegów pielęgnacyjnych.

Wnioski

Szacowanie stabilności lasu i drzewostanów wymaga właściwego doboru cech cząstkowych (kryteriów) oraz wyznaczenia dla nich odpowiedniego poziomu odniesienia. Oznacza to konieczność określenia zarówno rzeczywistej wartości rozpatrywanej cechy, jak i wyznaczenia jej wielkości określającej stan pożądany.

W sensie poznawczym szacowanie stabilności umożliwić powinno klasyfikację drzewostanów według poszczególnych stopni stabilności uwzględniających aspekt hodowlany, ochronny i gospodarczo produkcyjny.

W aspekcie praktycznym rozpoznanie stanu stabilności drzewostanów umożliwić powinno opracowanie odpowiedniej strategii postępowania przy planowaniu zabiegów hodowlano-pielęgnacyjnych i ochronnych, w tym planowania ich przebudowy (cel, termin rozpoczęcia, długość okresu, intensywność cięć w okresie przebudowy).

Literatura

- Bellon St., Bernadzi E., Żybura H. 1997. Przebudowa drzewostanów: rodzaje, kryteria, pilność. *Postępy Techniki w Leśnictwie*, z. 61.
- Bruchwald A., Dmyterko E., 2010. Metoda określania ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr. *Leśne Prace Badawcze*. Vol. 71 (2): 165–173.
- Bruenig E.F., 1974. Das Risiko in der forstlichen Funktionenplanung, dargestellt am Beispiel der Sturmgefaerdung. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 3/4: 60–67.
- Brzeziecki B., 2002. Wskaźniki zróżnicowania struktury drzewostanu. *Sylwan*, CXLVI (4): 69–79.
- Camino R., 1975. Zur Bestimmung der Bestandeshomogenitaet. *Allg. Forst – u. J.-Ztg.*, 2/3: 54–58.

- Checklisten Stabilitaetsmerkmale, 1986. SAFE, Merkblaetter fuer Forsteinrichtung. Zurich-Berno.
- Gadow K., 1993. Zur Bestandesbeschreibung in der Forsteinrichtung. *Forst und Holz*, 21: 602–606.
- Hoffman Ch. 1994. Unsicherheit und Risiko, Risikoanalyse und Risikomanagement. *Allg. Forst-u. J.-Ztg.*, 12: 213–221.
- Knocke T., Hahn A. 2007. Baumartenvielfalt und Produktionsrisiken: Ein Forschungseiblick und –ausblick. *Schweiz. Z. Forstw.* 10: 312–322.
- Rottmann M., 1985: Waldbauliche Konsequenzen aus Schneebruch-Katastrophen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 3: 167–184.
- Rykowski K., 1997: Trwały i zrównoważony rozwój lasów – zarys problematyki. *Maszynopis Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska IBL, Warszawa*: 166–191.
- Schmid-Haas P., 1993: Kronenverlichtung und Sterberaten bei Fichten, Tannen und Buchen. *Forstw. Cbl.*: 325–333.
- Schmid-Haas P., 2002: Zur Waldinventur gehoert die Ueberwachung der Vitalitaet. *Schweiz. Z. Forstw.* 2:68–75.
- Sierdziński Z., 2010: Wpływ wielkości próby i wariantu inwentaryzacji na ocenę stanu zasobów leśnych. *Rozprawa doktorska. Maszynopis w KULGiEL SGGW.*
- Sierota Z. 1995. Zdrowotność a żywotność – próba definicji. *Sylwan*, CXXXIX (2):105–118.
- Stępień E. 2007. Wybrane problemy planowania przebudowy lasu. *Sylwan*, CLI (5): 32–43.
- Stępień E., 1986. Zwiększanie stabilności drzewostanów przy pracach odnowieniowych. *Sylwan* 1: 13–21.
- Stępień E., 1988. Ocena stanu zasobów drzewnych w świetle współczesnej interpretacji zasady trwałości lasu. *Rozprawa habilitacyjna. Wydawnictwo SGGW-AR.*
- Stępień E., 1996. Metodyczne podstawy kompleksowej oceny stanu lasu. *Sylwan*, CXL (10): 15–25.
- Stępień E., 2002: Moeglichkeiten einer verbesserten Taxierung der realen Holzqualitaet am stehenden Baum. *Forst und Holz* 17: 520–524.
- Stępień E., Jańczuk P., 2002: Koncepcja oceny stabilności drzewostanów na przykładzie wybranego obiektu leśnego. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar* 1(1): 87–100.
- Stępień E., Orzechowski M., 2000a: Inwentaryzacja jakości drewna na pniu. W: Suwała M. i Rzadkowski S. (red.), *Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. Materiały III Konferencji Leśnej. IBL, Warszawa*: 249–258.
- Stępień E., Orzechowski M., 2000b: Prognozowanie realnej jakości surowca drzewnego w inwentaryzacji lasu w Szwajcarii. W: Smykała J. (red.), *Stan i perspektywy badań z zakresu urządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. Materiały IV Konferencji Leśnej. IBL, Warszawa*: 136–144.
- Stępień E., Sierdziński Z., 2003: Ocena zmian zasobów leśnych na przykładzie Leśnictwa Jasioń (LZD SGGW). *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar* 2(1)101–111.
- Stępień E., Włodarczyk L. 2003. Analiza uszkodzeń powodowanych przez wiatr w drzewostanach sosnowych na gruntach porolnych. W: *Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego [red. A. Miler]. R.*:8:681–687.
- Stępień E., Gadola C., Lenz O., Schaer E., Schmid-Haas P., 1998: Die Taxierung der Holzqualitaet am stehenden Baum. *Berichte der Eidg. Eidgenoess. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch* 344: 1–68.

- Uchmański J., 1983. Stabilność układów ekologicznych. Wiadomości Ekologiczne, XXIX, 4: 231–269.
- Wiegard.C., Netzker D., Gadow K., 1997: Die Erdstueck-Methode der Wertinventur. Forstarchiv: 144–148.
- Zajączkowski J. 1995. Stabilizująca trzebież grupowa w drzewostanach sosnowych. Las Polski, 6: 8–11.
- Zajączkowski J., 1994. Biogrupy drzew w drzewostanach – możliwości i celowość ich wykorzystania przy prowadzeniu trzebieży. Prace IBL. Ser. A, nr 778.

Edward Sępień

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa; SGGW
edward.stepien@wl.sggw.pl