

Arkadiusz BRUCHWALD, Anna KLICZKOWSKA  
Zakład Urządzania Lasu  
Instytut Badawczy Leśnictwa  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 Roku nr 3, 00-973 Warszawa

## KSZTAŁTOWANIE SIĘ BONITACJI DLA DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH POLSKI

FORMING OF PINE STAND QUALITY CLASS IN POLAND

**Abstract:** *Spatial differentiation of pine stand quality classes in Poland was analysed. Stand belonging to the forest natural region, forest site type and stand age were taken into account in the study. It was found that pine stand quality class is suitable feature of poor sites fertility. On poor sites connection between the stand quality class and stand age was found; stand quality class is higher for young stands. It was showed that comparatively high stand quality classes are found in the 2nd and 4th forest natural regions, and low in the 3rd and 5th forest natural regions.*

**Key words:** *stand quality class, forest site type, forest natural region*

## 1. WSTĘP

Podstawą planowania składu gatunkowego drzewostanu, a także przeprowadzania oceny jego zgodności z siedliskiem, jest znajomość typu siedliskowego lasu (Siedliskowe podstawy hodowli lasu, TRAMPLER i in. 1990). Jednostka ta jest syntezą żyzności i wilgotności. Przy jej określaniu uwzględnia się położenie geograficzne wraz z wysokością bezwzględną terenu, elementy geologiczno-glebowe, szatę roślinną, a także udział poszczególnych gatunków drzew w budowie drzewostanów i ich bonitację.

Należy zauważyć, że dość precyzyjnie opracowano klasyfikację wilgotności siedlisk i jej powiązanie z typem siedliskowym lasu. Zagadnieniem trudniejszym jest dokonanie klasyfikacji żyzności siedliska, bowiem cecha ta powiązana jest z wieloma czynnikami i dotychczas nie została ona precyzyjnie zdefiniowana.

Najdokładniejszym wskaźnikiem żyzności siedliska wydawać się może gleba, charakteryzowana wieloma cechami opisowymi oraz zawartością poszczególnych składników i związków, otrzymaną z analiz fizycznych i chemicznych. Cech tych nie można jednak ściśle powiązać z żyznością siedliska, co może być wynikiem także niedoskonałości stosowanych metod.

Powiązanie szaty roślinnej z siedliskiem przeprowadza się głównie na podstawie roślin różnicujących. Niekiedy jednak rośliny takie nie występują, a dotyczy to zwłaszcza lasów rosnących na siedliskach zniekształconych i zdegradowanych oraz drzewostanów młodszych klas wieku, o bardzo ubogiej szacie roślinnej.

Zalecenie uwzględniania bonitacji drzewostanu przy ustalaniu typu siedliskowego lasu nie jest w praktyce doceniane.

Jak z tego wynika, dokładne ustalanie typu siedliskowego lasu, na podstawie obecnej wiedzy z zakresu siedliskoznawstwa, napotyka na wiele trudności. Brak precyzyjnych kryteriów ustalania żyzności siedliska sprawia, że typ siedliskowy lasu jest określany z dużą dozą subiektywizmu. Prowadzi to najczęściej do otrzymywania błędu systematycznego przy określaniu tej jednostki.

Problemy związane z ustalaniem typu siedliskowego lasu są bardzo złożone. Do prawidłowego zaplanowania składu gatunkowego przyszłego drzewostanu lub podjęcia decyzji, dotyczącej realizacji niektórych czynności hodowlanych w drzewostanie, nie wystarczy określenie aktualnej produktywności siedliska. Podstawową sprawą jest określenie potencjalnej produktywności siedliska oraz ustalenie drogi prowadzącej do uzyskania typu siedliskowego lasu najbardziej zbliżonego do naturalnego. Droga tą mogłyby być między innymi prawidłowo zaplanowane i przeprowadzone czynności hodowlane.

Wymienione problemy wymagają podjęcia interdyscyplinarnych, wieloletnich badań naukowych. Badania takie mogłyby dotyczyć nie tylko problematyki siedlisk zdegradowanych, ale również możliwości przekształceń siedlisk zniekształconych oraz tych, które obecnie uznajemy za zbliżone do naturalnych.

Teza dotycząca nieprecyzyjnego kwalifikowania drzewostanów do określonych typów siedliskowych lasu (np. przy pracach urządzeniowych) oraz teza o dużym prawdopodobieństwie występowania błędów systematycznych przy przeprowadzaniu takiej klasyfikacji wymagają przeprowadzenia chociażby wstępnej weryfikacji. Zadanie to, będące celem niniejszej pracy\*, przeprowadzono na przykładzie drzewostanów sosnowych.

## 2. MATERIAŁ BADAWCZY

Materiał empiryczny zebrano w 3082 litych drzewostanach sosnowych na terenach nizinnych Polski. Najliczniej reprezentowana jest III kraina przyrodniczo-leśna – Wielkopolsko-Pomorska, z której pochodzi 42% powierzchni. Drzewostany rosły na różnych typach siedliskowych lasu. W materiale badawczym najwięcej powierzchni pochodzi z boru świeżego (47,5%) i boru mieszanego świeżego (20,1%) oraz lasu świeżego (13,4%).

Średni wiek drzewostanów wahał się od 15 do 185 lat. Wahania przeciętnej pierśnicy dotyczą zakresu 3,4-57,5 m, a średniej wysokości 3,3-33,5 m.

Na założonej w drzewostanie powierzchni próbnej mierzono pierśnice wszystkich drzew. Ich liczba była bardzo zróżnicowana i wahała się od 100 drzew do kilku tysięcy. Na powierzchniach ścinane były drzewa próbne, których liczba waha się od 5 do ponad 800. Obliczono na ich podstawie między innymi wiek oraz średnią wysokość drzewostanu. Gdy liczba drzew próbnych była mała, mierzone były również wysokości na drzewach stojących.

Większość materiałów pochodzi z Katedry Produkcyjności Lasu SGGW oraz Zakładu Urządzania Lasu IBL. Te ostatnie zebrane były zarówno przez pracowników Zakładu jak i służby urządzania lasu. Typ siedliskowy lasu dla powierzchni założonych przez pracowników Katedry Produkcyjności Lasu oraz Zakładu Urządzania Lasu IBL został określony przez ekspertów na podstawie badań glebowych i florystycznych. Ustalenia typu dla pozostałych powierzchni (założono je głównie w latach siedemdziesiątych) dokonały drużyny BULiGL.

Badania oparto na następującym założeniu: typ siedliskowy lasu powinien klasyfikować drzewostany na grupy o zbliżonej produkcyjności. Miernikiem produkcyjności drzewostanu jest klasa bonitacji siedliska.

Dla drzewostanów sosnowych przyjęto następującą definicję bonitacji drzewostanu: jest to wysokość górna drzewostanu prognozowana do wieku 100 lat

---

\* Badania przeprowadzono w ramach tematu nr NCR – 375, finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych

(BRUCHWALD 1979, 1986). Za wysokość górną przyjęto wysokość średnią 100 najgrubszych drzew przypadających na 1 ha.

W pierwszej kolejności dla każdego drzewostanu określono średnią grubość 100 najgrubszych drzew 1 ha ( $d_{100}$ ). W każdym drzewostanie wyrównano związek między wysokością i pierśnicą drzew wykorzystując funkcję Näslunda o postaci (DUDZIŃSKA 1994):

$$h = \left( \frac{d}{a + bd} \right)^2 + 1,3 \quad (1)$$

gdzie

$h$  – wysokość drzewa wyrażona w metrach,

$d$  – pierśnica drzewa wyrażona w centymetrach,

$a, b$  – współczynniki równania.

Wzorem (1) określono wysokość górną ( $h_{100}$ ):

$$h_{100} = \left( \frac{d_{100}}{a + bd_{100}} \right)^2 + 1,3 \quad (2)$$

Dysponując wiekiem  $w$  i wysokością górną drzewostanu obliczono bonitację  $B_{100}$  wzorem:

$$B_{100} = \frac{h_{100}}{A} \quad (3)$$

gdzie:

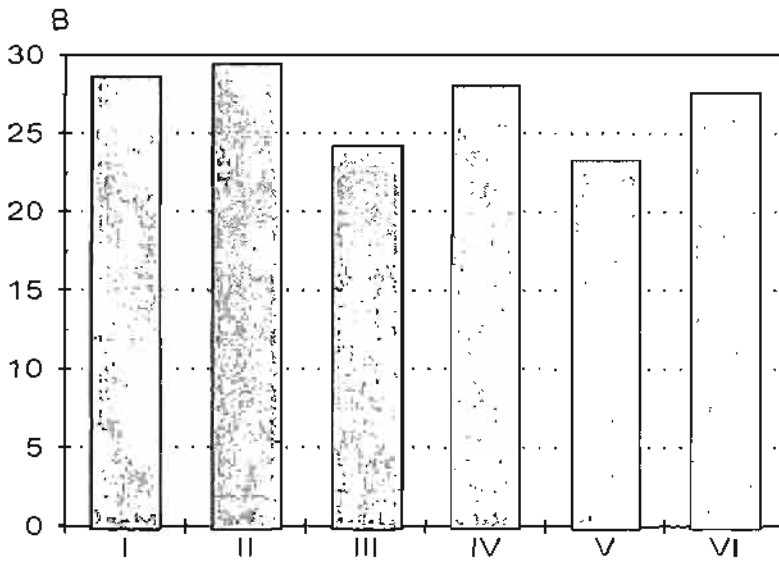
$$A = \frac{1}{0,992} \cdot \left( \frac{x}{30 + 0,278675x^{1,2}} \right)^{0,00007x^2 - 0,0005x + 1,8}$$

$$x = w - 2$$

Tak ustalona bonitacja jest cechą porównywalną między drzewostanami (BRUCHWALD 1988). Większa jej wartość oznacza większe możliwości produkcyjne drzewostanu.

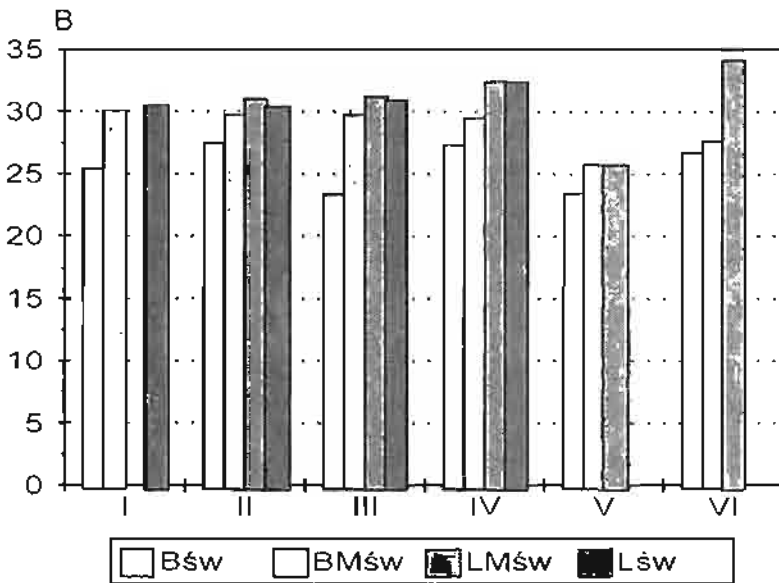
### 3. WYNIKI BADAŃ

Dysponując bonitacją i innymi cechami drzewostanu, można określić średnią wartość bonitacji dla klas tych cech.



Ryc. 1. Średnia wartość bonitacji w krainach przyrodniczo-leśnych (I-VI).

Fig. 1. The mean value of stand quality class in the forest natural regions (I-VI).



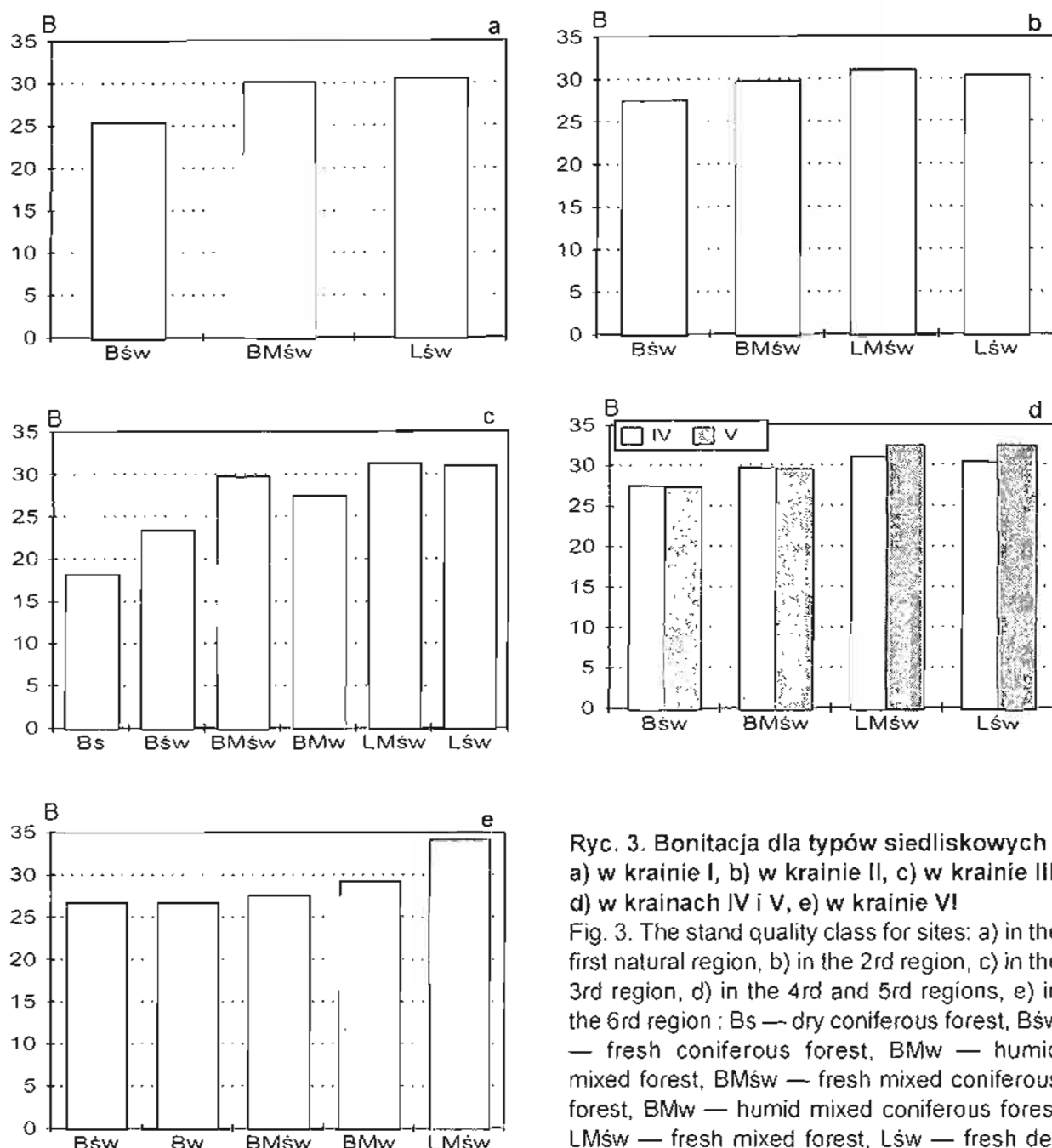
Ryc. 2. Bonitacja w krainach przyrodniczo-leśnych i typach siedliskowych lasu (I-VI).

Fig. 2. The stand quality class in the forest natural regions and forest site types (I-VI); Bśw — fresh coniferous forest, BMśw — fresh mixed coniferous forest, LMśw — fresh mixed forest, Lśw — fresh forest.

Najniższa wartość średniej bonitacji wystąpiła dla drzewostanów należących do V krainy przyrodniczo-leśnej, najwyższa zaś do krainy II (ryc. 1)\*. Różnica między tymi wartościami wynosi około 6 m. Uzyskane informacje wymagają dalszych analiz, bowiem różnice w bonitacjach dla krain mogą wynikać np. z różnicy udziału typów siedliskowych lasu oraz regionalnego zróżnicowania żyznościowego.

Biorąc pod uwagę ten sam typ siedliskowy lasu, np. bór świeży, stwierdzamy najniższą średnią wartość bonitacji w krainie III, a najwyższą w krainie II. Różnica między tymi bonitacjami wynosi około 4 m, co odpowiada jednej klasie bonitacji siedliska według tablic zasobności Schwappacha (SCHWAPPACH 1908). Dla typu siedliskowego lasu BMśw zakres wahań bonitacji wynosi od 26 m w krainie V do 30 m w krainie I. Najszerszy zakres wahań bonitacji występuje dla

\* Na wszystkich rysunkach na osi rzędnej przedstawiana jest bonitacja (B), definiowana jako wysokość górna w wieku 100 lat.



Ryc. 3. Bonitacja dla typów siedliskowych : a) w krainie I, b) w krainie II, c) w krainie III, d) w krainach IV i V, e) w krainie VI

Fig. 3. The stand quality class for sites: a) in the first natural region, b) in the 2rd region, c) in the 3rd region, d) in the 4rd and 5rd regions, e) in the 6rd region : Bs — dry coniferous forest, Bśw — fresh coniferous forest, BMw — humid mixed forest, BMśw — fresh mixed coniferous forest, BMw — humid mixed coniferous fores, LMśw — fresh mixed forest, Lśw — fresh deciduous forest.

LMśw — od 26 w krainie V do 34 w krainie VI. Dla Lśw występują najniższe wahania bonitacji — od 30 do 32 m. Generalizując, najniższe bonitacje w ramach tego samego typu siedliskowego lasu występują w krainie V (Śląskiej), najwyższe zaś w krainie IV (Mazowiecko-Podlaskiej) (ryc. 2).

Przeprowadźmy analizę różnic średniej bonitacji dla poszczególnych typów siedliskowych lasu w ramach tej samej krainy przyrodniczo-leśnej.

W Krainie Bałtyckiej (I) wystąpiła wyraźna różnica między średnią bonitacją dla siedliska Bśw i BMśw, a niewielka różnica dla BMśw i Lśw (ryc. 3a). Średnia wartość bonitacji dla siedliska Bśw wynosi około 25 m, a dla siedlisk BMśw i Lśw około 30 m.

W Krainie Mazursko-Podlaskiej (II) średnia wartość bonitacji dla Bśw wynosi około 27 m, a dla pozostałych siedlisk (BMśw, LMśw i Lśw) około 30 m (ryc. 3b).

wystąpiły dla BMśw, LMśw i Lśw z wartością średnią około 30 m. Interesujące jest, że siedlisko BMw ma bonitację niższą niż BMśw.

W IV Krainie Mazowiecko-Podlaskiej średnie wartości bonitacji dla poszczególnych siedlisk układają się podobnie jak w krainie II (ryc. 3d).

Dla Krainy V Śląskiej uzyskano najwyższe bonitacje na siedliskach LMśw i Lśw (ryc. 3d). W Krainie VI Małopolskiej zbliżoną bonitacją charakteryzują się siedliska Bśw, Bw i BMśw, wyższa bonitacja wystąpiła dla BMw, a najwyższa dla LMśw (ryc. 3e).

Weźmy teraz drzewostany należące do tego samego typu siedliskowego lasu i podzielmy je na trzy klasy wieku: do 40 lat, od 41 do 80 lat i powyżej 80 lat. Określmy dla każdej klasy wieku średnią wartość bonitacji.

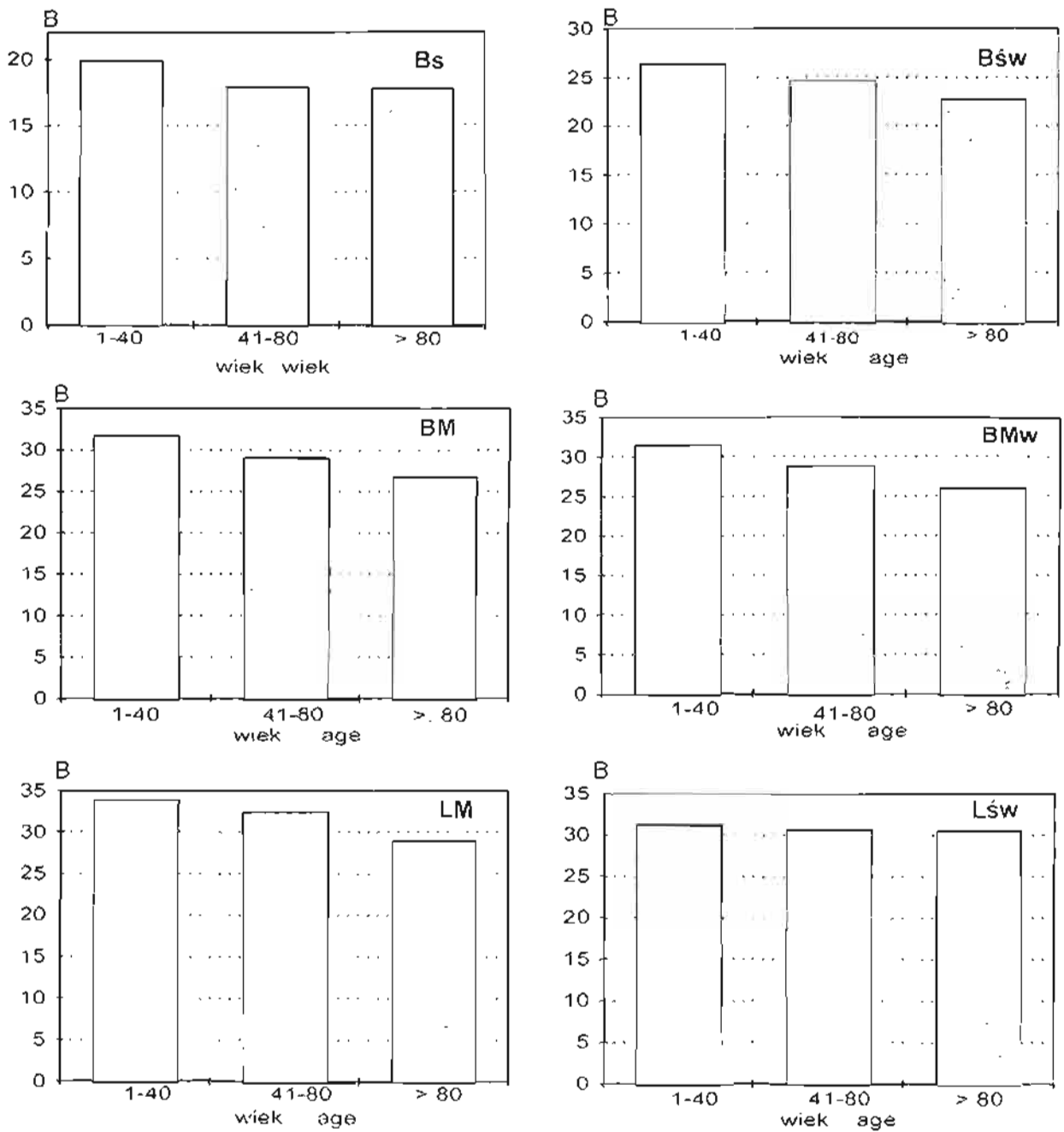
Dla typu siedliskowego lasu boru suchego najwyższa wartość bonitacji wystąpiła w klasie I, a najniższa w klasie III (ryc. 4). Podobnie kształtuje się bonitacja dla drzewostanów siedliska boru świeżego, boru mieszanego świeżego, boru mieszanego wilgotnego i lasu mieszanego świeżego. Niewielkie różnice w bonitacjach dla klas wieku wystąpiły jedynie dla drzewostanów siedliska lasu świeżego.

Jeżeli typ siedliskowy lasu jest określony prawidłowo, wówczas dla tego samego typu nie powinny wystąpić różnice w średnich wartościach bonitacji dla klas wieku. Dla analizowanych drzewostanów różnic takich nie stwierdzono jednak tylko dla siedlisk Lśw. Dla pozostałych siedlisk wystąpił spadek bonitacji z podwyższaniem się wieku drzewostanu.

Odpowiedzmy na pytanie: jaka jest najbardziej prawdopodobna przyczyna tego, że dla drzewostanów młodych otrzymano wyższe bonitacje w ramach tego samego typu siedliskowego lasu?

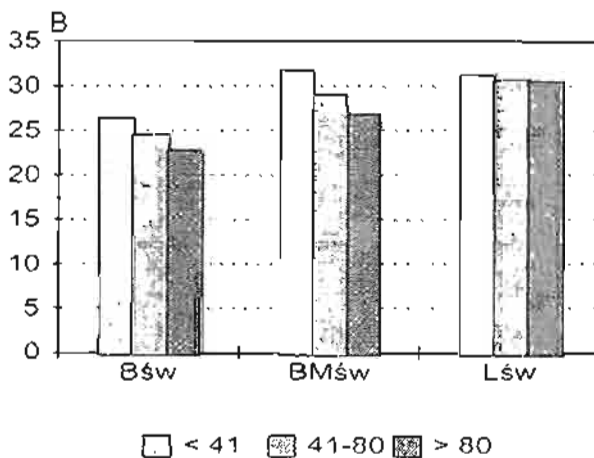
Ustalenie typu siedliskowego lasu w drzewostanach młodych nie jest zagadnieniem łatwym. Często, głównie na słabych siedliskach, brak jest roślinności runa. Szacowanie typu siedliskowego lasu, zwłaszcza gdy nie wykonano badań glebowych, prowadzi najczęściej do jego zaniżania. Dla siedlisk ubogich niedoszacowanie siedliska będzie częstsze. Lepszą ocenę siedliska uzyskuje się w drzewostanach starszych klas wieku, bowiem w nich wykształciła się na ogół cała szata roślinna.

Można uznać, że w większości drzewostanów młodych i średnich klas wieku siedlisko zostało ocenione jako zbyt ubogie. Konsekwencją takiej oceny jest wyższa bonitacja drzewostanów młodych w ramach tego samego typu siedliskowego lasu (ryc. 5). Zakładając, że typ siedliskowy lasu ustalono prawidłowo w drzewostanach starszych klas wieku, niedoszacowanie siedliska mierzone różnicą bonitacji dla lasu świeżego wynosi około 4 m dla drzewostanów młodych i 2 m dla drzewostanów średnich klas wieku. Dla siedliska BMśw różnice te wynoszą odpowiednio 5 i 2,5 m. Dla drzewostanów Lśw różnice te są bardzo małe (poniżej 1 m), co wskazuje na prawidłową ocenę tych siedlisk, niezależnie od wieku drzewostanu.



Ryc. 4. Bonitacja w przedziałach wieku na różnych siedliskach

Fig. 4. The stand quality class according to the age division on the dry coniferous forest site (BS), fresh coniferous forest (Bśw), mixed coniferous forest (BM), humid mixed coniferous forest (BMw), fresh mixed coniferous forest (LMśw), fresh deciduous forest (Lśw).



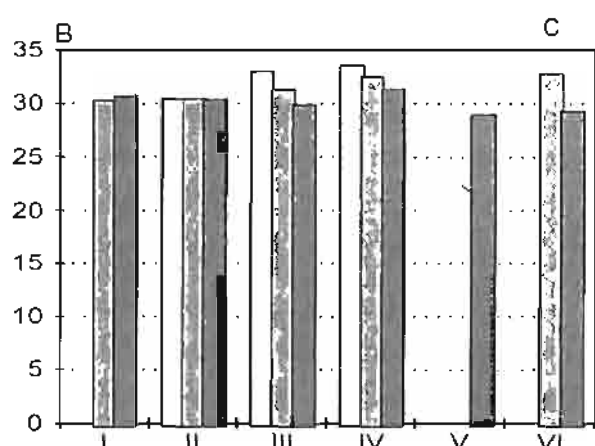
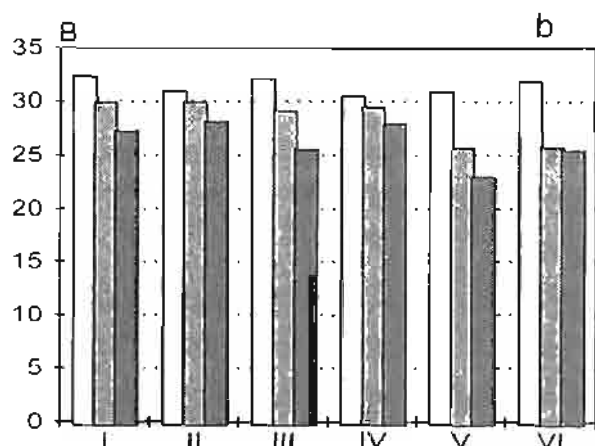
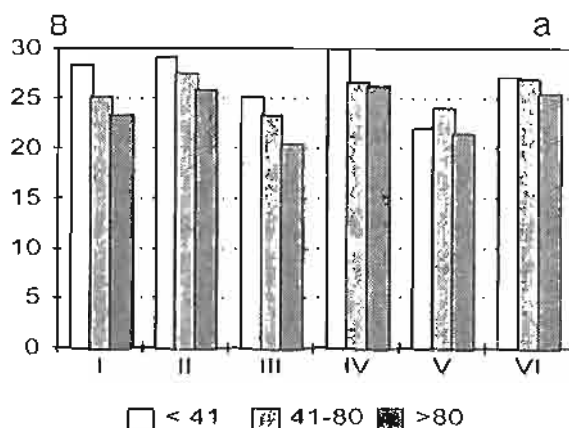
Ryc. 5. Bonitacja z uwzględnieniem siedliska i wieku drzewostanu

Fig. 5. The stand quality class considering the sites and stand age



Ryc. 6. Bonitacja dla krain przyrodniczo-leśnych (I–VI) w przedziałach wieku: a — w borach świeżych, b — w borach mieszanych świeżych, c — w lasach świeżych

Fig. 6. The stand quality class for the regions (I–VI) according to the age divisions: a — of fresh coniferous forests, b — of fresh mixed coniferous forests, c — of fresh deciduous forests



Biorąc pod uwagę tylko drzewostany starszych klas wieku można ustalić, że dla całości lasów Polski średnia wartość bonitacji odpowiadająca typowi siedliskowemu Bśw wynosi 23 m, dla BMśw wynosi ona 27 m a dla Lśw 31 m (ryc. 5).

Dla poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych zróżnicowanie bonitacji jest dość duże. Drzewostany borów świeżych charakteryzują się średnią bonitacją od około 21 m w krainie III do 26 m w krainie IV. Zbliżoną do średniej bonitacji dla Polski ma kraina I (ryc. 6a). Bonitacja dla BMśw waha się od 23 m w krainie V do 26 m w krainach II i IV. Również i dla tego typu siedliskowego lasu Kraina I wykazuje bonitację zbliżoną do średniej dla Polski (ryc. 6b). Małe zróżnicowanie średniej bonitacji w poszczególnych krainach dotyczy Lśw (ryc. 6c).

#### 4. WNIOSKI

1. Określany w praktyce urządzania lasu typ siedliskowy lasu w wielu przypadkach nie odzwierciedla możliwości produkcyjnych siedliska. Dotyczy to zwłaszcza siedlisk zajmowanych przez młode drzewostany sosnowe, w których typ siedliskowy jest często zaniżany.

2. Jeżeli typ siedliskowy lasu ma określić możliwości produkcyjne siedliska, wówczas należałoby precyzyjniej powiązać go z właściwie określonym syste-

mem bonitacyjnym drzewostanu. Nie mogą temu służyć stosowane w praktyce tablice zasobności zestawione przez SZYMKIEWICZA (1961), bowiem ich dokładność w określaniu wzrostu wysokości drzewostanu jest zbyt mała.

3. Prezentowane w pracy wyniki badań wykazały duże różnice w przeciętnej bonitacji drzewostanów sosnowych rosnących na siedlisku Bs i Bśw oraz Bśw i BMśw. Małe różnice w przeciętnej bonitacji wystąpiły dla drzewostanów zajmujących siedliska BMśw, LMśw i Lśw. Sosna jest więc odpowiednim gatunkiem do klasyfikowania siedlisk ubogich i nieodpowiednim do klasyfikowania siedlisk bogatych. Powiązania bogatych typów siedliskowych lasu z bonitacją należałoby szukać wśród gatunków drzew mających większe niż sosna wymagania w stosunku do żyzności siedliska. Wskazują na to wstępne wyniki badań przeprowadzone dla Krainy VI.

4. Siedliska określone typami Bśw i BMśw wykazują zróżnicowanie bonitacji drzewostanów w ramach krain przyrodniczo-leśnych. Najwyższe bonitacje dla tych siedlisk występują w krainach II i IV, najniższe natomiast w krainach III i V. Dla siedliska Lśw różnic takich nie stwierdzono.

5. Istnieje potrzeba podjęcia badań mających na celu opracowanie precyzyjniejszej metody klasyfikowania siedlisk leśnych. Badania powinny dotyczyć ustalania zarówno aktualnych możliwości produkcyjnych siedliska jak i możliwości potencjalnych. Powinny one uwzględnić zmiany zachodzące w siedlisku pod wpływem różnych czynników, zwłaszcza antropogenicznych.

Praca została przyjęta przez Komitet Redakcyjny 4 grudnia 1996 r.

## FORMING OF PINE STAND QUALITY CLASS IN POLAND

### Summary

In Polish forestry planning of stand species composition and also carrying out the estimation of its agreement with the site refers to the knowledge of the forest site type. The humidity, site fertility, and stand localisation (forest natural region) are taken into account. It is the aims of this study to answer 3 questions:

1. Is the connection between stand quality class and forest site type laden of systematic error,
2. What are the differences in the stand quality class for various forest site types,
3. Are there any differences in the stand quality class for the same forest site type belonging to different forest natural regions?

The studies are based on the empirical materials collected in 3082 pine stands situated in the lowlands in Poland. The stand age was from 15 to 185 years. The stand quality class (B) was determined by the growth model, which was related to the age and upper height of a stand.

The Following conclusions can be drawn based on the investigation:

1. Forest site type determination in the forest inventory practice does not reflect the potential site productivity in many cases. Particular, it is the case that the quality of sites occupied by young pine stands has been underestimated (has been judged to be lower than in reality).

2. If the site type represents the site productivity potential it should be related with the properly determined stand quality class system. Yield tables written by Szymkiewicz are not useful, because of a lack of accuracy in the determination of stand height growth.

3. The results of the investigation showed vast differences in the average stand quality classes of pine stands growing in the Bs (dry coniferous forest) or Bśw (fresh coniferous forest) and Bśw or BMśw (fresh mixed coniferous forest) sites. Small differences in the average stand quality classes were found for stands in the BMśw, LMśw (fresh mixed forest) and Lśw (fresh deciduous forest) site types. So, Scots pine is a suitable tree species for classifying the poor sites and not suitable for classifying the rich sites. The relationship between rich forest site types and stand quality class are sought from stands of tree species which have greater fertility requirements than Scots pine. The initial results of the investigation carried out in the 6<sup>th</sup> forest natural region show the relationship mentioned above.

4. The Bśw and BMśw site types show the differentiation of stand quality classes within the forest natural regions. The highest stand quality classes are found in the 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> forest natural regions, the lowest in the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> forest natural regions. No differences are found for the Lśw site type.

5. More research is needed to work out a precise method of classifying forest site types. Future investigations should deal with determining both the actual and potential productive facilities. The investigations should take into account site changes according to different factors, especially antropogenic factors.

(trans. D. D.)

## PIŚMIENNICTWO

- BRUCHWALD A. 1979: Zmiana z wiekiem wysokości górnej w drzewostanach sosnowych. *Sylvan*, 2: 1-11.
- BRUCHWALD A. 1986: Simulation growth model MDI-I for Scots pine. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW-AR, For. and Wood Technol.*, 34: 47-52.
- BRUCHWALD A. 1988: Introductory program of the MDI-I growth model for Scots pine. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW-AR, For. and Wood Technol.*, 36: 3-9.
- DUDZIŃSKA T. 1994, Nowe wzory empiryczne krzywej wysokości dla sosny. *Sylvan*, 11: 21-24
- Siedliskowe podstawy hodowli lasu. Dodatek do V wydania "Zasad hodowli lasu", 1990, PWRiL Warszawa.
- SCHWAPPACH A. 1908: Die Kiefer. Wirtschaftliche und statistische Untersuchungen den forstlichen Abteilung der Hauptstation der forstlichen Versuchswesen in Eberswalde. J. Neumann, Neudamm.
- SZYMKIEWICZ B., 1961: Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- TRAMPLER T., KLICZKOWSKA A., DMYTERKO E., SIERPIŃSKA A. 1990: Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL Warszawa.