

Zróźnicowanie bieżącego przyrostu sosen w trzech klasach wieku

The current growth increment of pine tree stands comprising three different age classes

Katarzyna Kaźmierczak

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Dendrometrii i Produkcyjności Lasu, ul. Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań
Tel. +48 0-61 848-7659; email: kkdendro@up.poznan.pl

Abstract. The study presents the results of an analysis of the pine tree growth increments (height increment, dbh increment, basal area increment and volume increment) for a 5-year period. The study involved Scots pine trees of Kraft's class 1, 2 and 3 (dominant stand) in stands of different age classes (II, III, V) growing in fresh mixed coniferous (BMśw) and fresh coniferous (Bśw) forest habitats. The multivariate analysis of variance was performed to assess the statistical significance of age and dominance of trees within a stand on their increment. The dominance position was classified for each tree using Kraft's criteria. The following characteristics were also measured: dbh of the trunk in two directions (N-S and W-E), and crown projection area on the basis of the characteristic tree crown points, projected using of a crown projector, characteristic points in tree crowns (7 to 14 on average). The actual height was determined after trees were felled. The following measurements of the single tree growing space were selected and determined: crown projection area – p_k (m²), crown diameter – d_k (m), Seebach's growth space number – $d_k / d_{1,3}$, crown projection area to basal area ratio – $d_k^2 / d_{1,3}^2$, crown deflection coefficient – d_k / h , single tree space $ppd = p_k \cdot h$ (m³). We assessed the strength of the relationships between tree growth parameters and tree growth space, crown length, relative crown length and slenderness. Both the age and dominance position of trees within the stand affected the growth increments. The strongest correlation among measured traits was between the 5-year volume increment and decreasing slenderness.

Key words: height increment, dbh increment, basal area increment, volume increment, growth space, crown, age, biosocial position, *Pinus sylvestris*

1. Wstęp

Dążeniem leśnej praktyki gospodarczej jest zwiększenie przyrostu miąższości drzewostanu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Przyrost drzew wchodzących w skład drzewostanu zdeterminowany jest wieloma czynnikami. Zależy nie tylko od cech genetycznych czy jakości siedliska, ale i warunków otoczenia drzew. W drzewostanie drzewa różnicują się, osiągając różną pozycję w budowie pionowej drzewostanu, co warunkuje przyrost tych drzew. Planowane i prowadzone racjonalnie zabiegi pielęgnacyjne mogą zmienić warunki wzrostowe drzew. Pozwalają też zmienić strukturę grubościową drzewostanu, umożliwiając uzyskanie większego przyrostu miąższości drzew dobrej jakości. Celem

zabiegów jest znalezienie optymalnej przestrzeni wzrostu, która pozwoli taki przyrost drzew uzyskać.

Borowski (1968) stwierdził, że opisanie udziału klas biosocjalnych w drzewostanie określa strukturę drzewostanu i wyjaśnia jej rolę w bieżącym przyroście miąższości. Nie daje jednak odpowiedzi na pytania, jaka powinna być struktura i drzewa jakich klas należy preferować, by dobrze wykorzystać zarówno zdolność produkcyjną siedliska, jak i właściwości gatunku. Drzewa górujące cechują się dużym przyrostem miąższości, ale i zajmują dużą przestrzeń. Natomiast drzewa drzewostanu opanowanego z małej przestrzeni wzrostu uzyskują mały przyrost. Borowski (1968) dowodzi, iż o przyroście drzew decyduje nie tylko wielkość korony i zajmowana przestrzeń, ale głównie stanowisko bioso-

cialne. Zmiany w przyroście drzewa przebiegają w różnych okresach życia w różnym tempie, celowym zatem jest pogłębianie i poszerzanie wiedzy na temat przyrostu drzew.

Celem pracy jest analiza przyrostu sosen trzech drzewostanów w wieku 35, 50 i 88 lat w zależności od pozycji biosocjalnej drzewa w drzewostanie panującym. Analizie poddano bieżące przyrosty: wysokości, pierśnicy, pola przekroju pierśnicowego i miąższości za okres ostatnich 5 lat. Oceniono ponadto moc korelacji pomiędzy rozpatrywanymi rodzajami przyrostów sosen a innymi cechami pomiarowymi i miarami przestrzeni wzrostu drzewa.

2. Materiał i metody

Materiał badawczy został zebrany na trzech zrębach zupełnych założonych w litych drzewostanach sosnowych w wieku 35, 50 i 88 lat na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka. Wielkość powierzchni zrębowych wynosiła kolejno: 0,10 ha, 0,25 ha i 1,00 ha, a liczba rosnących tam drzew (sosen) odpowiednio: 302, 274 i 474. Drzewostan panujący na powierzchni badawczej w 35-letnim drzewostanie obejmował 185 drzew, co stanowiło ponad 61% wszystkich drzew w drzewostanie. W 50-letnim drzewostanie było to odpowiednio 229, co przekraczało 83%, a w najstarszym, 88-letnim, blisko 99% wszystkich drzew, czyli 469 sosen. Drzewostany wzrastały na typowych dla sosny siedliskach: 35- i 88-letni w warunkach boru świeżego (Bśw), trzeci na siedlisku boru mieszanego świeżego (BMśw).

Na drzewach stojących pomierzono:

1) pierśnicę w korze w dwu kierunkach N-S i W-E z dokładnością do 0,1 cm, a średnią arytmetyczną z tych pomiarów przyjęto za pierśnicę drzewa ($d_{1,3}$),

2) powierzchnię rzutu korony p_k (m^2) na podstawie rzutowanych charakterystycznych punktów koron drzew (przeciętnie 4 do 14).

Po ścięciu ustalono ponadto między innymi:

1) długość drzewa z dokładnością do 0,01 m i przyjęto ją za wysokość drzewa (h),

2) przyrost wysokości (m) po okółkach za ostatnie pięć lat lh_5 ,

3) wysokość osadzenia korony – do pierwszej żywej gałęzi zwartej korony,

4) przyrost pierśnicy (cm) za okres 5 lat ld_5 ,

5) przyrost pola przekroju pierśnicowego (m^2) za ostatni 5-letni okres przyrostowy Ig_5 ,

6) bieżący przyrost miąższości (m^3) za okres ostatnich pięciu lat Iv_5 , określony sposobem sekcyjnym.

Dla każdego drzewa, zgodnie z kryteriami klasyfikacji Krafta, przed ścięciem określono stanowisko biosocjalne. Szerokość korony d_k uzyskano z powierzchni

rzutu korony przyjętej za pole koła. Długość korony l_k obliczono jako różnicę pomiędzy całkowitą wysokością drzewa a wysokością osadzenia korony. Określono również miary przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa, m.in.: liczbę przestrzeni wzrostowej Seebacha – $d_k / d_{1,3}$, iloraz powierzchni rzutu korony – $d_k^2 / d_{1,3}^2$, stopień rozłożystości korony – d_k / h , przestrzeń pojedynczego drzewa – $ppd = p_k \times h$ (m^3).

W omawianych drzewostanach analizy przeprowadzono jedynie dla drzewostanu panującego (klasy od I do III Krafta). Dla wszystkich omawianych cech przyrostowych w klasach Krafta wyliczono podstawowe charakterystyki statystyczne. Przeprowadzono analizę wariancji ze względu na pozycję drzewa w budowie pionowej drzewostanu i jego wiek. Poprzedzono ją oceną zgodności rozkładów empirycznych wszystkich cech przyrostowych z rozkładem normalnym przy użyciu testu Kołmogorowa-Smirnowa. Obliczono siłę korelacji związku między cechami przyrostowymi sosen a wybranymi cechami drzewa i miarami przestrzeni wzrostu. Do obliczeń wykorzystano pakiet Statistica 10.1.

3. Wyniki

Zasadniczo nie stwierdzono odstępstw rozkładów empirycznych przyrostu wysokości, przyrostu pierśnicy, przyrostu pola przekroju pierśnicowego i przyrostu miąższości badanych klas Krafta analizowanych drzewostanów od rozkładu normalnego (wyjątek stanowi rozkład przyrostu pierśnicy 88-letnich drzew).

Przyrost wysokości

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji w odniesieniu do bieżącego 5-letniego przyrostu wysokości wykazała istotny statystycznie wpływ zarówno pozycji drzewa w strukturze drzewostanu, jak i wieku drzew na zróżnicowanie tej cechy przyrostowej (tab. 1). Stwierdzono również łączny wpływ klasy biosocjalnej i wieku na wielkość przyrostu wysokości.

Z wiekiem badanych drzewostanów średni przyrost wysokości maleje. Różnica przyrostu wysokości jest szczególnie wyraźna pomiędzy drzewostanem 50-letnim i 88-letnim, na niekorzyść tego ostatniego. Dotyczy to wszystkich klas Krafta drzewostanu panującego (tab. 2). Wyniki te potwierdzają prawidłowość, iż przyrost wysokości kulminuje we wczesnym wieku, a po kulminacji maleje. Każdorazowo największym średnim przyrostem wysokości cechują się drzewa górujące, mniejszym panujące, a najmniejszym współpanujące. Różnice w przyroście wysokości między poszczegól-

Tabela 1. Wyniki analizy wariancji 5-letniego przyrostu wysokości (Ih_5)Table 1. Results of the analysis of variance of 5 years height increment (Ih_5)

Źródło zmienności Source of variability		SS	df	MS	F	p-wartość p-value
Wyraz wolny / Intercept		1103,132	1	1103,132	24136,88	0,000
Efekty główne main effects	kl. Krafra Kraft's class	3,306	2	1,653	36,17	0,000
	wiek /age	180,949	2	90,474	1979,61	0,000
Interakcje Interactions	kl. Krafra × wiek Kraft's class × age	0,861	4	0,215	4,71	0,001
Błąd / Error		39,945	874	0,046		

Wykaz skrótów / List of abbreviations

SS – suma kwadratów / sum of squares

df – liczba stopni swobody / degrees of freedom

MS – średni kwadrat odchyleń / mean squares

F – test F

Tabela 2. Podstawowe charakterystyki statystyczne 5-letniego przyrostu drzew

Table 2. Basic statistical characteristics of 5 years tree increment

Klasa Krafra Kraft's class	Wiek Age	N/ha	Ih_5		Id_5		Ig_5		Iv_5	
			\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}
			m		cm		m ²		m ³	
	35	1850	1,72	0,28	0,98	0,32	0,0017	0,0008	0,0203	0,0104
	50	916	1,62	0,26	1,11	0,38	0,0029	0,0014	0,0432	0,0210
	88	469	0,68	0,17	0,78	0,28	0,0030	0,0014	0,0528	0,0235
I	35	330	1,89	0,32	1,38	0,23	0,0030	0,0007	0,0374	0,0096
I	50	128	1,75	0,25	1,49	0,35	0,0048	0,0013	0,0756	0,0202
I	88	87	0,70	0,17	0,95	0,25	0,0045	0,0014	0,0829	0,0219
II	35	650	1,79	0,24	1,08	0,21	0,0019	0,0004	0,0219	0,0046
II	50	500	1,63	0,27	1,19	0,32	0,0030	0,0010	0,0459	0,0136
II	88	287	0,70	0,17	0,78	0,27	0,0030	0,0011	0,0514	0,0163
III	35	870	1,61	0,23	0,76	0,23	0,0011	0,0003	0,0127	0,0032
III	50	288	1,56	0,24	0,80	0,28	0,0017	0,0006	0,0241	0,0075
III	88	95	0,62	0,17	0,60	0,21	0,0019	0,0008	0,0295	0,0097

 Ih_5 – pięcioletni przyrost wysokości / 5 years height increment Id_5 – pięcioletni przyrost pierśnicy / 5 years dbh increment Ig_5 – 5-letni przyrost pola przekroju pierśnicowego / 5 years basal area increment Iv_5 – 5-letni przyrost miąższości / 5 years volume increment \bar{x} – średnia arytmetyczna / arithmetic mean s_{dx} – odchylenie standardowe / standard deviation

gólnymi klasami Krafra widoczne były w najmłodszym drzewostanie, w starszych były mniejsze (tab. 2).

Przyrost pierśnicy

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji bieżącego przyrostu pierśnicy stwierdzono istotny statystycznie wpływ zarówno pozycji biosocjalnej drzewa, jak i jego wieku na zróżnicowanie przyrostu pierśnicy (tab. 3). Wyniki analizy wariancji potwierdziły ponadto

łącznie wpływ klasy Krafra i wieku na wielkość przyrostu pierśnicy. Bieżący przyrost pierśnicy drzew 1 klasy Krafra był największy, kolejnych klas mniejszy. Wielkość tego przyrostu zależała od wieku. W drzewostanie najmłodszym był duży, w starszych mniejszy. Kulminacja przyrostu pierśnicy nastąpiła prawdopodobnie już w fazie żerdziowiny.

Średni przyrost pierśnicy również zależał od wieku drzew. Największym przyrostem tej cechy charakteryzowały się 50-letnie sosny. Na uzyskany wynik wpły-

nęła wyższą jakość siedliska. Dotyczyło to wszystkich klas biosocjalnych (tab. 2). U drzew w tym wieku też zaobserwowano największe różnice w przyroście pierśnicy pomiędzy klasami Krafta. W drzewostanie najstarszym różnice te były mniejsze, choć nadal wyraźne. Najmniejszym bieżącym przyrostem pierśnicy – we wszystkich badanych klasach drzewostanu panującego – cechowały się sosny najstarsze – 88-letnie (tab. 2).

Przyrost pola przekroju pierśnicowego

Analiza wariancji przeprowadzona w odniesieniu do bieżącego przyrostu pola przekroju pierśnicowego wykazała istotny statystycznie wpływ zarówno pozycji biosocjalnej drzewa w drzewostanie, jak i jego wieku na jego wielkość (tab. 4). Stwierdzono również łączny wpływ klasy biosocjalnej i wieku na wielkość tego rodzaju przyrostu.

Tabela 3. Wyniki analizy wariancji 5-letniego przyrostu pierśnicy (I_{d5})

Table 3. Results of the analysis of variance of 5 years dbh increment (I_{d5})

Źródło zmienności Source of variability		SS	df	MS	F	p-wartość p-value
Wyraz wolny / Intercept		600,486	1	600,486	8590,794	0,000
Efekty główne Main effects	kl. Krafta Kraft's class	27,644	2	13,822	197,741	0,000
	wiek / age	20,494	2	10,247	146,598	0,000
Interakcje Interactions	kl. Krafta × wiek Kraft's class × age	2,313	4	0,578	8,274	0,000
Błąd / Error		61,092	874	0,070		

Oznaczenia jak w tabeli 1 / For symbols see Table 1

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji 5-letniego przyrostu pola przekroju pierśnicowego (I_{g5})

Table 4. Results of the analysis of variance of 5 years basal area increment (I_{g5})

Źródło zmienności Source of variability		SS	df	MS	F	p-wartość p-value
Wyraz wolny / Intercept		0,004589	1	0,004589	5089,894	0,000
Efekty główne Main effects	kl. Krafta Kraft's class	0,000550	2	0,000275	304,808	0,000
	wiek / age	0,000153	2	0,000077	84,925	0,000
Interakcje Interactions	kl. Krafta × wiek Kraft's class × age	0,000018	4	0,000005	5,015	0,001
Błąd / Error		0,000788	874	0,000001		

Tabela 5. Wyniki analizy wariancji 5-letniego przyrostu miąższości (I_{v5})

Table 5. Results of the analysis of variance of 5 years volume increment (I_{v5})

Źródło zmienności Source of variability		SS	df	MS	F	p-wartość p-value
Wyraz wolny / Intercept		1,0707	1	1,0707	5461,890	0,000
Efekty główne Main effects	kl. Krafta Kraft's class	0,1564	2	0,0782	398,966	0,000
	wiek / age	0,1033	2	0,0516	263,385	0,000
Interakcje interactions	kl. Krafta × wiek Kraft's class × age	0,0145	4	0,0036	18,508	0,000
Błąd / Error		0,1713	874	0,0002		

Średni przyrost pola przekroju pierśnicowego zależał od wieku i klas Krafta. W przypadku drzew współpanujących był największy w drzewostanie najstarszym, a u drzew panujących zwiększył się do wieku 50 lat, po czym utrzymał na tym samym poziomie. Średni przyrost drzew górujących kształtował się odmiennie. Największym średnim przyrostem pola przekroju pierśnicowego cechował się drzewostan 50-letni, później był widoczny niewielki spadek tej cechy przyrostowej (tab. 2). U drzew w tym wieku też zaobserwowano największe różnice w przyroście pierśnicy pomiędzy omawianymi klasami Krafta. Potwierdza to lepsze siedliskowe warunki wzrostu tego drzewostanu.

Przyrost miąższości

Również wyniki analizy wariancji bieżącego przyrostu miąższości wykazały istotny statystycznie wpływ pozycji biosocjalnej drzewa i wieku na zróżnicowanie tej cechy (tab. 5). Stwierdzono ponadto łączny wpływ

klasy biosocjalnej i wieku na wielkość przyrostu miąższości.

Średni przyrost miąższości zwiększał się z wiekiem badanych drzewostanów. Widoczne to było we wszystkich klasach biosocjalnych (tab. 2). Największe wartości przyrostu miąższości cechowały drzewa górujące. Z wiekiem różnice przyrostu miąższości między drzewami o różnej pozycji biosocjalnej zwiększyły się.

Przyrost a klasy Krafta i cechy drzew

Zbadano siłę zależności pomiędzy poszczególnymi rodzajami przyrostu a klasą Krafta, cechami pomiarowymi sosen – pierśnicą i wysokością, wybranymi miarami przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa (powierzchnią rzutu korony, szerokością korony, liczbą przestrzeni wzrostowej Seebacha, ilorazem powierzchni rzutu korony, stopniem wychylenia korony), długością absolutną i względną korony oraz smukłością drzewa. Analizę przeprowadzono dla warstwy panującej w każdym z badanych drzewostanów. Wyniki zamieszczono

Tabela 6. Współczynniki korelacji prostoliniowej pomiędzy badanymi rodzajami przyrostu a wybranymi cechami

Table 6. Coefficient of linear correlation between tree increments and chosen traits

Cecha Trait	Klasa Krafta Kraft's class	$d_{1,3}$	h	p_k	d_k	$d_k/d_{1,3}$	$d_k^2/d_{1,3}^2$	ppd	d_k/h	l_k	l_k/h	$h/d_{1,3}$
		35-letni drzewostan / 35 year-old stand										
Ih_5	-0,406*	0,313*	0,555*	0,311*	0,304*	0,059	0,047	0,363*	0,153*	0,510*	0,412*	-0,130
Id_5	-0,726*	0,672*	0,627*	0,620*	0,628*	0,118	0,101	0,657*	0,487*	0,596*	0,484*	-0,554*
Ig_5	-0,830*	0,864*	0,741*	0,700*	0,691*	-0,006	-0,021	0,753*	0,514*	0,697*	0,554*	-0,727*
Iv_5	-0,852*	0,909*	0,789*	0,703*	0,687*	-0,059	-0,075	0,764*	0,493*	0,734*	0,577*	-0,750*
50-letni drzewostan / 50 year-old stand												
Ih_5	-0,231*	0,185*	0,418*	0,071	0,068	-0,079	-0,091	0,115	-0,031	0,372*	0,288*	-0,043
Id_5	-0,599*	0,654*	0,571*	0,546*	0,546*	0,142*	0,129	0,574*	0,448*	0,532*	0,418*	-0,588*
Ig_5	-0,721*	0,837*	0,681*	0,677*	0,664*	0,124	0,102	0,718*	0,540*	0,620*	0,475*	-0,742*
Iv_5	-0,772*	0,856*	0,767*	0,715*	0,697*	0,147*	0,124	0,765*	0,554*	0,648*	0,476*	-0,726*
88-letni drzewostan / 88 year-old stand												
Ih_5	-0,148*	0,121*	0,352*	0,113*	0,122*	0,055	0,050	0,150*	0,021	0,160*	0,067	0,025
Id_5	-0,396*	0,332*	0,337*	0,383*	0,391*	0,213*	0,201*	0,400*	0,319*	0,326*	0,272*	-0,248*
Ig_5	-0,606*	0,660*	0,521*	0,594*	0,594*	0,172*	0,154*	0,627*	0,475*	0,501*	0,408*	-0,542*
Iv_5	-0,706*	0,806*	0,640*	0,683*	0,684*	0,153*	0,134*	0,727*	0,534*	0,568*	0,443*	-0,661*

* – współczynnik korelacji istotny statystycznie na poziomie 0,05 / coefficient of correlation significant at level 0,05

p_k – powierzchnia rzutu korony – crown projection area

d_k – szerokość korony / crown diameter

$d_k/d_{1,3}$ – liczba przestrzeni wzrostowej Seebacha / Seebach's growth space number

$d_k^2/d_{1,3}^2$ – iloraz powierzchni rzutu korony / crown projection area to basal area ratio

ppd – przestrzeń pojedynczego drzewa / single tree space

d_k/h – stopień rozłożystości korony / crown spread

l_k – długość korony / crown length

l_k/h – względna długość korony / relative crown length

$h/d_{1,3}$ – współczynnik smukłości / slenderness coefficient.

w tabeli 6. Na ich podstawie można stwierdzić, iż z pogarszaniem się pozycji drzewa wszystkie badane rodzaje przyrostów maleją. Najsilniejszym związkiem z klasą biosocjalną charakteryzował się bieżący przyrost miąższości, nieco słabszym – bieżący przyrost pola przekroju pierśnicowego, słabszym – bieżący przyrost pierśnicy, i najsłabszym – bieżący przyrost wysokości. Taką kolejność stwierdzono we wszystkich badanych drzewostanach, jednak wraz z wiekiem drzewostanu współczynnik korelacji przyrostu z klasą biosocjalną osiągał niższe wartości (tab. 6).

Podobna kolejność mocy korelacji była w przypadku związku przyrostów sosen z cechami pomiarowymi – pierśnicą i wysokością. W każdym z drzewostanów z bieżącym przyrostem wysokości silniej niż pozostałe cechy przyrostowe związana jest wysokość drzewa, a z wiekiem moc tej korelacji słabnie (tab. 6). Pozostałe cechy przyrostowe cechuje natomiast większa moc korelacji z pierśnicą niż z wysokością, a siła korelacji również wraz z wiekiem maleje.

Wybrane miary przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa w różnym stopniu wpływają na rozpatrywane rodzaje przyrostów sosen. W przypadku sosen najsilniejszy związek z przyrostem wykazuje przestrzeń pojedynczego drzewa (tab. 6). Najsłabszy wpływ na przyrost wysokości, istotny jedynie w przypadku najmłodszego drzewostanu, ma stopień wychylenia korony. Spośród miar przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa słabym wpływem na badane rodzaje przyrostów – w większości przypadków współczynnik korelacji był nieistotny statystycznie – wyróżniają się dwie cechy – liczba przestrzeni wzrostowej Seebacha i iloraz powierzchni rzutu korony. Oceniając siłę zależności cech przyrostowych od długości korony i jej względnej długości stwierdzono każdorazowo silniejszy związek z długością korony. Silna była zależność z przyrostem miąższości i przyrostem pola przekroju pierśnicowego. Z wiekiem drzewostanu również moc korelacji zmniejszała się, a w drzewostanie najstarszym, 88-letnim, związek względnej długości korony z przyrostem wysokości był nieistotny (tab. 6).

Ostatnią cechą, której wpływ na przyrost sosen badano, była smukłość drzewa ($h/d_{1,3}$). Nie stwierdzono istotnej zależności smukłości z przyrostem wysokości. Poza tym okazało się, iż wzrostowi współczynnika smukłości towarzyszyło zmniejszanie się cech przyrostowych. Z wiekiem moc korelacji wyraźnie słabła (tab. 6).

4. Dyskusja

Przeprowadzone analizy wykazały, iż na wielkość przyrostów sosen istotnie wpływa pozycja biosocjalna drzewa w budowie pionowej drzewostanu. Z obniż-

niem pozycji biosocjalnej drzewa wszystkie badane przyrosty maleją. Retrospektywna analiza wzrostu i przyrostu 50-letnich sosen przeprowadzona przez Lemke (1972) wykazała, że krzywe bieżącego przyrostu miąższości drzew poszczególnych klas Krafta układały się w kolejności klas biosocjalnych. Podobne rezultaty uzyskał Zajączkowski (1973) w odniesieniu do sosny z warstwy drzewostanu panującego. Analogiczne wyniki otrzymał Šmelko (1982) w odniesieniu do buka i świerka. Żółciak (1963), analizując kształtowanie się przyrostów sosen w różnych okresach życia, stwierdził, iż drzewa zmieniające czasowo swą pozycję w drzewostanie, przeciętnie utrzymują swoje stałe położenie.

Zgodnie z uzyskanymi wynikami Borowski (1968) stwierdził, iż o przyroście drzew decyduje nie tylko wielkość korony i zajmowana przestrzeń, ale i stanowisko biosocjalne. Wyraźnie widoczne było to w drzewostanie młodszym o przeciętnym wieku 44 lat. Przyrost miąższości na metr kwadratowy powierzchni rzutu korony maleje ze wzrostem powierzchni rzutu korony w każdej z klas biosocjalnych. Przy małej powierzchni rzutu korony maleje szybko, a przy dużej spadek następuje wolniej. Przy takiej samej powierzchni rzutu korony przyrost miąższości na tę powierzchnię jest większy im wyższe jest stanowisko drzewa w strukturze pionowej drzewostanu. Wielkość przyrostu miąższości drzewa w danych warunkach zdeterminowana jest wielkością aparatu asymilacyjnego i pozycją biosocjalną. Najbardziej ekonomiczny jest przyrost drzew zajmujących wysokie stanowisko biosocjalne o małej powierzchni rzutu korony.

Zajączkowski (1973) wykazał wzrost przyrostu miąższości ze wzrostem powierzchni rzutu korony w klasach biosocjalnych. Drzewa wyższych klas Krafta cechowały się większym przyrostem miąższości od drzew z klas niższych o koronach podobnej wielkości.

Prezentowane badania dowiodły wpływ przestrzeni wzrostu (zdefiniowanej wielkością korony) na różne rodzaje przyrostów. Wielkość korony była istotnie związana z ilością aparatu asymilacyjnego znajdującego się w koronie. Lemke (1968), określając związek pomiędzy wielkością korony a przyrostem drzew w drzewostanach, stwierdził istotne zależności między elementami korony a różnymi rodzajami przyrostu. Rozważał objętość korony (jako objętość walca o szerokości korony i jej długości), powierzchnię rzutu korony i jej długość. Związki między elementami pomiarowymi korony a poszczególnymi przyrostami kształtują się tak samo w obu okresach przyrostowych, jednak w dłuższym okresie przyrostowym były nieco silniejsze.

Lemke (1966) udowodnił wpływ wielkości aparatu asymilacyjnego na przyrost miąższości drzew. Związek pomiędzy wielkością korony a przyrostem drzew naj-

dokładniej określany może być na podstawie miąższości ulistnionych gałązek. Autor stwierdził także, że oceniając wpływ wielkości aparatu asymilacyjnego lub wielkości korony na przyrost drzew nie należy posługiwać się wynikami dla pewnej tylko klasy biosocjalnej, gdyż może to prowadzić do niewłaściwych wniosków. Wykazał również, że produkcja masy drewna na jednostkę aparatu asymilacyjnego w klasie drzew górujących była o 1/3, a w klasie drzew panujących o 1/7 mniejsza niż w klasie drzew współpanujących. Stwierdził, że w 3 klasie Krafta drzewa o małych koronach cechują się większą wydajnością produkcyjną niż drzewa o koronach dużych. Najmniejszą energią asymilacji charakteryzowały się drzewa o największych koronach (zasadniczo drzewa górujące). Jednak przeciętny przyrost miąższości drzew klasy 1 był blisko trzy razy większy od klasy 3. Mimo mniejszej energii asymilacji drzewa o dużych koronach produkują największą masę drewna (Lemke 1966).

Dudek (1969) stwierdził, że młodsze drzewa o zbliżonej powierzchni rzutu korony mają większy przyrost pierśnicy i większy przyrost miąższości na jednostkę pola przekroju pierśnicowego (większy współczynnik intensywności przyrostu miąższości) niż drzewa starsze.

Badania Svenssona (1998), prowadzone na bogatym materiale drzew próbnym w odniesieniu do sosny i świerka, wykazały konieczność uwzględniania cech korony (względnej długości korony) przy określaniu przyrostu miąższości.

Skrzyszewski (1995) w 11 drzewostanach świerkowych spośród badanych 15 stwierdził związek długości korony z bieżącym 10-letnim przyrostem powierzchni przekroju pierśnicowego. Względna długość koron wpływała w sposób istotny statystycznie na ten rodzaj przyrostu drzewa w 9 drzewostanach spośród 15. Związek wspomnianych cech autor stwierdził również w przypadku modrzewia. Z przyrostem pola przekroju pierśnicowego istotnie związana była długość i szerokość korony w 6 drzewostanach z 7 badanych i względna długość korony w 4 drzewostanach na 6 badanych. Zależność pomiędzy tymi cechami była silniejsza u modrzewia niż u świerka (Skrzyszewski 1995).

Jaworski i in. (1988, 1995) stwierdzili, że współczynnik korelacji pomiędzy względną długością koron a przyrostem słoja rocznego jodeł w młodszych drzewostanach wynosił 0,579, a w starszych – 0,515.

Badania Kaźmierczak i in. (2008) wykazały wpływ smukłości na przyrost pierśnicy i przyrost miąższości. Stwierdzono, że ze wzrostem przyrostu pierśnicy i przyrostu miąższości smukłość drzew malała.

5. Wnioski

1. Zajmowane przez drzewo stanowisko biosocjalne w istotny sposób różnicuje wielkość cech przyrostowych sosen badanych drzewostanów. Z obniżeniem pozycji biosocjalnej drzewa wszystkie badane przyrosty maleją.

2. Wielkość cech przyrostowych zdeterminowana jest też wiekiem drzew.

3. Ze stanowiskiem biosocjalnym drzewa w drzewostanie (klasy Krafta) najsilniej związany jest bieżący przyrost miąższości, a najslabiej – przyrost wysokości. Z wiekiem moc korelacji słabnie.

4. Związki przyrostów sosen z pierśnicą i wysokością cechują się podobną kolejnością mocy korelacji.

5. Miary przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa w różnym stopniu wpływają na wielkość przyrostów sosen. Najsilniejsze związki z przyrostem miąższości wykazuje przestrzeń pojedynczego drzewa.

6. Liczba przestrzeni wzrostowej Seebacha oraz iloraz powierzchni rzutu korony cechują się w większości przypadków nieistotną korelacją z przyrostami sosen.

7. Długość korony i względna długość korony wpływają na wielkość przyrostów sosen (najsilniejsza zależność z bieżącym przyrostem miąższości).

8. Wzrost współczynnika smukłości powoduje zmniejszanie się cech przyrostowych (silny związek smukłości z przyrostem miąższości).

Literatura

- Borowski M. 1968. Udział klas biosocjalnych w przyroście drzewostanu sosnowego. *Folia Forestalia Polonica, Seria A*, 19: 117-134.
- Dudek A. 1969. Zależność intensywności przyrostu miąższości i przyrostu pierśnicy od wielkości korony. *Folia Forestalia Polonica, Seria A*, z. 15: 149-169.
- Jaworski A., Kaczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 33: 115-131.
- Jaworski A., Podlaski R., Sajkiewicz P. 1988. Kształtowanie się zależności między żywotnością i cechami biomorfologicznymi korony a szerokością słoju rocznych u jodeł. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 27: 63-84.
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Mańka K., Szymański M., Nawrot M. 2008. Kształtowanie się smukłości pni dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w zależności od wieku drzew. *Sylwan*, 7: 39-45.
- Lemke J. 1966. Korona jako kryterium oceny dynamiki wzrostowej drzew w drzewostanie sosnowym. *Folia Forestalia Polonica, Seria A*, 12: 185-236.

- Lemke J. 1968. Związek pomiędzy wielkością korony a przyrostem drzew w drzewostanach sosnowych. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN*, 25: 43-90.
- Lemke J. 1972. Retrospektywna analiza wzrostu i przyrostu drzew w 50-letnim drzewostanie sosnowym. *Folia Forestalia Polonica, Seria A*, 19: 5-23.
- Skrzyszewski J. 1995. Charakterystyka przyrostowa oraz kształtowanie się zależności pomiędzy wybranymi cechami drzew a przyrostem promienia na pierśnicy świerka i modrzewia. *Acta Agraria et Silvicultura, Series Silvestris*, 33: 141-158.
- Svensson S.A. 1998. Estimation of annual stem volume increment. SUAS, Dept. of Forest Survey Report 46, Umea.
- Šmelko S. 1982. Biometrickie zakonitosti rastu a prirastku lesnych stromov a porastov. Bratislava, Veda.
- Zajączkowski J. 1973. Przyrost miąższości w klasach biosocjalnych starszych drzewostanów sosnowych. *Sylvan*, 1: 1-9.
- Żółciak E. 1963. Analiza kształtowania się przyrostów drzew w różnych okresach życia drzewostanów sosnowych w borze świeżym na przykładzie Nadleśnictwa Doświadczalnego WSR Zielonka. *Roczniki WSR w Poznaniu*, 14: 249-293.