SYLWAN nr 8: 11-18, 2003

ELŻBIETA DMYTERKO

Charakterystyka pędu głównego dojrzałej olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Main shoot characteristics in the mature black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

ABSTRACT

A comparative analysis was made for different measures of location and variation in height increment of the main stem of the mature black alder from the north-eastern region (N) and two southern regions (S1 and S2) of Poland. Correlation was found between annual height increment and tree age and height, as well as the number of the nodes along the shoot and the length of the internode. It was demonstrated that the trees producing long shoots in a given year would produce long shoots also in the successive years.

KEY WORDS

main shoot, height increment, height growth rate, *Alnus glutinosa*

Wstęp

Olsza czarna należy do grupy gatunków drzew charakteryzujących się monopodialnym typem wzrostu [Roloff 1989]. Pęd główny, będący przedłużeniem osi pnia lub osi gałęzi, wyrasta wówczas z pąka szczytowego. Pędy te odgrywają bardzo ważną rolę w kształtowaniu ugałęzienia i ulistnienia korony. Długość pędu głównego jest również wykorzystywana w ocenie witalności drzew [Roloff 2001, Dmyterko 1998].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników badań, dotyczących charakterystyki rocznego przyrostu wysokości dojrzałej olszy czarnej. Zaprezentowane zostaną również wyniki analizy powiązań przyrostu wysokości drzewa z jego wiekiem, wysokością oraz innymi cechami. Za dojrzałą olszę przyjęto drzewo będące w senilnej fazie wzrostu, co występuje po przekroczeniu wieku kulminacji przeciętnego przyrostu wysokości [Bruchwald i in. 2001].

Materiał badawczy i zarys metodyki badań

Badania wykonano na materiale empirycznym, zebranym w drzewostanach olszowych położonych w trzech regionach:

– region N – nadl. Białobrzegi i Płaska (84 drzewa próbne),
– region S1 – nadl. Niepołomice i Pińczów (73 drzewa próbne),
– region S2 – nadl. Chrzanów i Katowice (70 drzew próbnych).

Wiek drzewostanów wahał się od 19 do 92 lat, a najstarsze drzewa miały 120 lat. Drzewostany pochodziły z odnowienia naturalnego lub sztucznego, a także z kombinacji obu sposobów równocześnie. Niektóre z nich były więc różnowiekowe. Przeciętna pierśnica kształtowała się od 7,6 do 44,8 cm, a średnia wysokość od 8,7 do 31,2 m. Określona modelem wzrostu bonitacja [Bruchwald, Dudzińska, Wirowski 2003] wahała się od 12,2 m do 32,2 m. Stopień

ELŻBIETA DMYTERKO
Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu
Instytut Badawczy Leśnictwa
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3.
00-973 Warszawa
E.Dmyterko@ibles.waw.pl

zagęszczenia drzew był bardzo zmienny, gdyż w niektórych drzewostanach zagęszczenie było bardzo małe (katastrofalne), w innych natomiast pełne (maksymalne) [Bruchwald 1988].

W wybranych drzewostanach olszowych ścięto po dwa drzewa próbne. Na każdym z nich pomierzono długość 5 ostatnich rocznych przyrostów wysokości. Roczny pęd rozpoznawano po układzie pędów bocznych i pąków, co umożliwiło ustalenie miejsca, w którym znajdowała się blizna podstawy pędu. Na poszczególnych rocznych pędach określono liczbę międzywęźli i liczbę pędów bocznych. Zmierzono również długość drzew i ustalono ich wiek.

W dalszym etapie badań obliczono dla każdego drzewa tempo wzrostu wysokości [Bruchwald 1979]. Wykorzystano w tym celu wzór o ogólnej postaci:

$$B = \frac{h_k}{A_{(w)}} \qquad [1]$$

gdzie

B – tempo wzrostu wysokości, czyli wysokość jaką drzewo uzyska lub uzyskało w wieku 100 lat,

h_k – wysokość drzewa w wieku w,

$A_{(w)}$ – standaryzowana funkcja wzrostu wysokości.

Dla olszy czarnej funkcja A ma następującą postać empiryczną:

$$A_{(w)} = \left(\frac{w}{5 + 0{,}25w}\right)^{1{,}5} \cdot \frac{1}{6{,}0858062} \qquad [2]$$

gdzie w jest wiekiem drzewa [Bruchwald, Dudzińska, Wirowski 2003].

Dla każdego drzewa obliczono również iloraz rzeczywistego rocznego przyrostu wysokości, określonego sezonu wegetacyjnego (Z_h) i przyrostu modelowego (Z_m):

$$il = \frac{z_h}{z_m} \qquad [3]$$

Przyrost modelowy określono wzorem:

$$z_m = h_k - h_p \qquad [4]$$

gdzie h_p jest modelową wysokością drzewa dla początku okresu, a określa się ją wzorem:

$$h_p = B \cdot A_{(w-1)} \qquad [5]$$

O ile przyrost wysokości drzewa powiązany jest z tempem wzrostu wysokości drzewa (B), to ilorazy przyrostów wysokości (il) nie powinny zależeć od tego tempa.

Wyniki badań

Średnia długość rocznego pędu głównego olszy, określona na podstawie 1306 pomiarów, wynosi 23,4 cm. Roczny przyrost wysokości charakteryzuje się bardzo duża zmiennością. Zakres wahań tej cechy kształtuje się od 1 do 102 cm, odchylenie standardowe jest równe 15,9 cm, a współczynnik zmienności 68%. Rozkład przyrostu wysokości jest dwuboczny, o asymetrii dodatniej. Przyrost wysokości powiązany jest z wiekiem drzewa. Współczynnik korelacji oceniający moc tego związku nie jest jednak wysoki, ponieważ wynosi r=–0,445. Na słabą moc korelacji między rocznym przyrostem wysokości i wiekiem drzewa mogło wpłynąć różne położenie geograficzne drzewostanów oraz zmienna ich bonitacja.

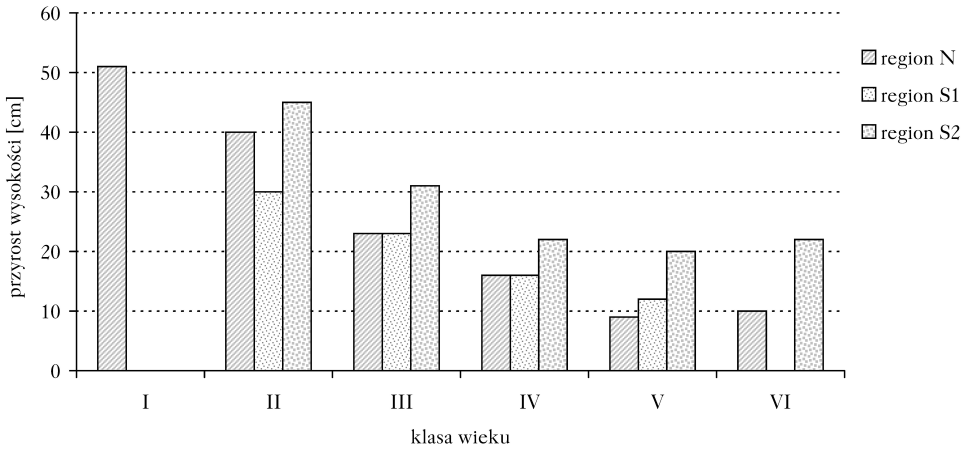
Dla trzech wyróżnionych regionów obliczono średnie wartości rocznych przyrostów wysokości, z uwzględnieniem klas wieku drzew (ryc. 1). Różnice w wartościach między regionem N i S1, poza II klasą wieku, są bardzo małe. Zdecydowanie największe przyrosty wystąpiły w regionie S2, obejmującym nadleśnictwa Chrzanów i Katowice, charakteryzujące się stosunkowo wysokim zanieczyszczeniem środowiska przyrodniczego. Można zatem sądzić, że na wzrost olszy większy wpływ wywiera inny czynnik – kształtowanie się poziomu wód gruntowych. Prawdopodobnie jego korzystne oddziaływanie zadecydowało o dużych wartościach przyrostu wysokości w regionie S2.

Celem wyjaśnienia różnic między poszczególnymi regionami, dotyczących związku przyrostu wysokości drzewa z jego wiekiem, wykonano analizę danych dla drzew o zbliżonym tempie wzrostu wysokości, zawierającym się w przedziale od 25 do 30 m (ryc. 2). Uzyskane wartości średniego przyrostu wysokości drzew w poszczególnych klasach wieku drzew potwierdziły wcześniej wykazaną prawidłowość: roczny przyrost wysokości w ostatnich pięciu latach największy jest w regionie S2.

Podobnie jak w przypadku wieku, uzyskano ujemną korelację między długością pędów rocznych i wysokością drzewa. Współczynnik korelacji oceniający moc tego związku wynosi r=–0,494. Można zatem stwierdzić, że krótkie pędy występują przeciętnie na starych i jednocześnie wysokich drzewach.

Od długości pędu zależy jego ulistnienie. Cecha ta powiązana jest z liczbą węzłów pędu głównego. Poszukiwano więc powiązań między liczbą węzłów na pędzie głównym olszy i jego długością.

W regionie N średnia liczba węzłów na pędzie wynosi 7,8 z zakresem wahań 1-20, odchyleniem standardowym 3,25 i współczynnikiem zmienności 41,6%. Między liczbą węzłów i długością pędu głównego wykazano silne powiązanie, ponieważ współczynnik korelacji oceniający moc związku wynosi r=0,857.

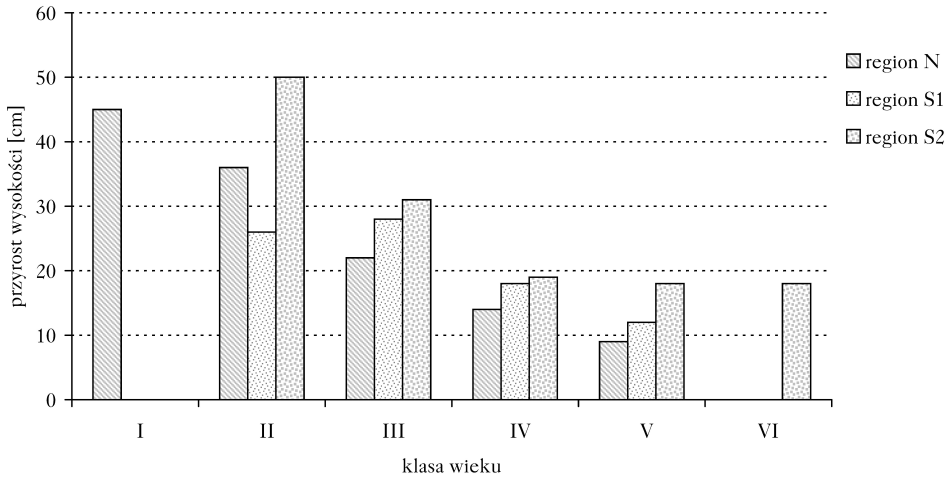


Ryc. 1.

Średnie wartości rocznych przyrostów wysokości w klasach wieku drzew dla poszczególnych regionów (wszystkie drzewa)

Mean annual height increments in the age classes of trees in individual regions (all trees)

klasa wieku – age class
przyrost wysokości – height increment
region – region



Ryc. 2.

Średnie wartości rocznych przyrostów wysokości w klasach wieku drzew dla poszczególnych regionów (drzewa o tempie wzrostu wysokości 25-30 m)

Mean annual height increments in the age classes of trees in individual regions (trees with the height growth rate 25-30 m)

klasa wieku – age class
przyrost wysokości – height increment
region – region

Duża liczba węzłów na pędzie występuje w regionach południowych, S1 i S2. Wartość średnia dla regionu S1 wynosi 8,5 z zakresem wahań 1-19, odchyleniem standardowym 2,6 i współczynnikiem zmienności 30,6%. Moc związku dla tego regionu między liczbą węzłów i długością pędu głównego, oceniona współczynnikiem korelacji wynosi r=0,824. Średnio największa liczba węzłów występuje w regionie S2 i wynosi 8,7 z zakresem wahań 3-22, odchyleniem standardowym 2,69 i współczynnikiem zmienności 31%. Równie silna jest moc związku między liczbą węzłów i wysokością drzewa, ponieważ r=0,848.

Dla całego materiału empirycznego, bez podziału na regiony, średnia liczba węzłów na pędzie wynosi 8,4, z odchyleniem standardowym 2,89 i współczynnikiem zmienności 34,6%. Współczynnik korelacji między liczbą węzłów i długością pędu jest równy 0,809.

Do oceny ulistnienia pędu ważną informacją jest długość międzywęźli tworzących ten pęd. Średnia wartość tej cechy dla materiału empirycznego wynosi 2,61 cm. Najkrótsze międzywęźla zanotowano w regionie S1 (średnia wynosi 2,11 cm), a najdłuższe w regionie N (2,98 cm). Dla każdego regionu otrzymano silny związek między średnią długością międzywęźla i długością pędu głównego. Równie silny związek wystąpił między tymi cechami dla całego materiału empirycznego, a jego moc ocenia współczynnik korelacji r=0,868.

Ulistnienie zależy także od liczby pędów bocznych wyrosłych na pędzie głównym. Moc związku między tą cechą i długością pędu głównego, dla sezonu poprzedzającego pomiary, wyniosła r=0,878, a dla sezonu o rok wcześniejszego, r=0,805. Korelację o zbliżonej mocy otrzymano również dla poszczególnych regionów. Silne związki wystąpiły także między liczbą pędów bocznych i liczbą węzłów na pędzie głównym. Dla sezonu poprzedzającego pomiary, moc korelacji wyniosła r=0,871, a dla sezonu wcześniejszego r=0,839.

Ulistnienie charakteryzuje się dość skomplikowanym powiązaniem z długością pędu. Na dłuższym pędzie znajduje się większa ilość węzłów, a tym samym i liści. Dłuższe pędy

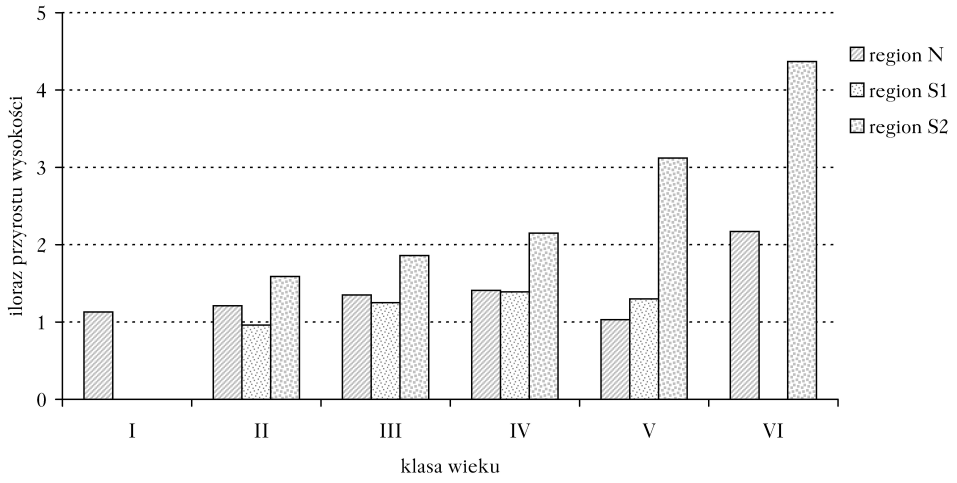
z kolei są zbudowane z dłuższych międzywęźli, a więc odległości między wyrastającymi liśćmi są większe. Wykazano także, że dłuższe pędy, a zatem pędy o większej liczbie międzywęźli, charakteryzują się większą liczbą pędów bocznych. Podsumowując można stwierdzić, że olsze o dłuższych pędach głównych mają bardziej ulistnioną koronę.

Interesujący problem zawarty jest w pytaniu: czy występuje związek między długością pędu wyrosłego w danym roku i długością pędu wyrosłego w roku wcześniejszym.

Rozwiązania tego zagadnienia poszukiwano w analizie ilorazów przyrostów wysokości, określonych wzorem [6]. Wartość ilorazu 1 świadczy o modelowym przyroście drzewa, gdy iloraz jest mniejszy od 1, to przyrost drzewa jest mniejszy od modelowego, a gdy iloraz jest większy od 1, to przyrost jest większy od modelowego.

Iloraz przyrostów wysokości średnio dla całego materiału empirycznego wynosi 1,75 z odchyleniem standardowym 1,43 i współczynnikiem zmienności 82%. Wykształcone w ostatnich pięciu latach roczne przyrosty wysokości olszy są więc większe od przyrostu modelowego. Wykonana analiza wykazała, że zjawisko to występuje we wszystkich regionach, a wśród nich wyróżnia się zwłaszcza region S2, ze średnią wartością ilorazu przyrostu 2,68 (ryc. 3). W regionach N oraz S1 nie wykazano związku między ilorazem przyrostu drzewa i jego wiekiem. Związek ten wystąpił natomiast w regionie S2, w którym stosunkowo długie pędy wyrosły u drzew starych.

W poszczególnych regionach obliczono również średnie wartości ilorazów przyrostu wysokości dla klas wieku drzew, z ograniczeniem do drzew o tempie wzrostu wysokości wahającym się od 25 do 30 m (ryc. 4). W każdym regionie średnie wartości rocznych przyrostów okazały się większe od przyrostu modelowego. Stosunkowo małe różnice w przyroście wysokości stwierdzono w regionie N, w którym iloraz przyrostów wynosi średnio 1,14, duże natomiast w regionie S2, gdzie iloraz wynosi 1,79. W regionie tym drzewa starsze wyjątkowo szybko przyrastają.

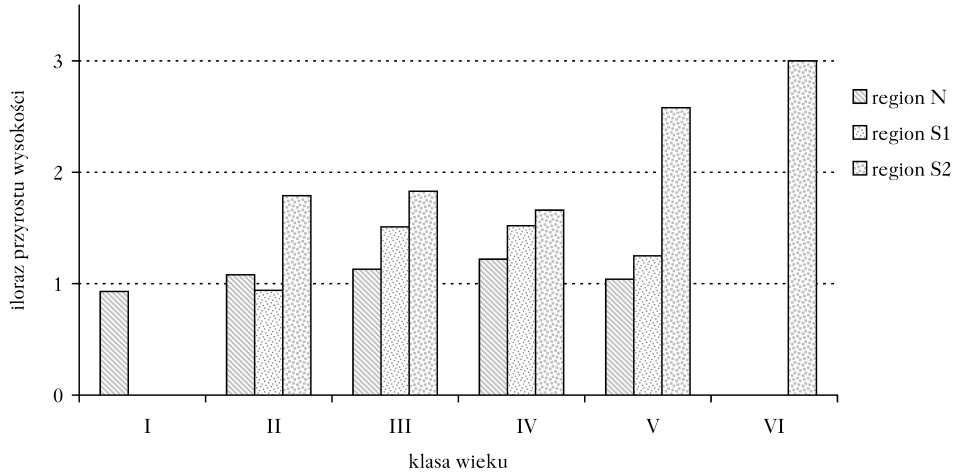


Ryc. 3.

Średnie wartości ilorazów przyrostów wysokości w klasach wieku drzew dla poszczególnych regionów (wszystkie drzewa)

Mean quotients of height increments in the age classes of trees in individual regions (all trees)

klasa wieku – age class
przyrost wysokości – height increment quotient
region – region



Ryc. 4.

Średnie wartości ilorazów przyrostów wysokości w klasach wieku drzew dla poszczególnych regionów (drzewa o tempie wzrostu wysokości 25-30 m)

Mean quotients of height increments in the age classes of trees in individual regions (trees with the height growth rate 25-30 m)

klasa wieku – age class
przyrost wysokości – height increment
region – region

Między ilorazem przyrostów wysokości w danym roku i przyrostów w roku wcześniejszym uzyskano dodatnią korelację. Współczynnik korelacji oceniający moc tego związku wynosi r=0,734. Najsilniejsze powiązanie między ilorazami sąsiednich sezonów wystąpiło u drzew starych, powyżej 80 lat (r=0,733). U drzew w wieku do 40 lat współczynnik korelacji wynosi tylko r=0,390. Dość silne powiązanie stwierdzono także między ilorazem przyrostów liczonym dla danego sezonu wegetacyjnego i ilorazem dla sezonu wcześniejszego o 2 lata (r=0,744). W tym przypadku związek ten jest również najsilniejszy u drzew starych (powyżej 80 lat), r=0,787. Słabsze powiązanie, jednak istotne, wystąpiło między ilorazami obliczonymi dla sezonów wegetacyjnych różniących się o 3 i 4 lata (r=0,66). U drzew starych związek ten okazał się ponownie silniejszy. Porównując moc korelacji opisanych związków między regionami, stwierdzić można, że przeciętnie najsilniejsze powiązania występują w regionie S2, a najsłabsze w regionie S1.

Wnioski

- U dojrzałych olsz wyrosły w sezonie wegetacyjnym pęd główny charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością. Świadczy o tym szeroki zakres wahań długości pędu (od 1 do 102 cm), a także wysoka wartość odchylenia standardowego (15,9 cm) i współczynnika zmienności (68%).
- Długość pędu jest ujemnie skorelowana z wiekiem drzewa. Moc tego związku jest jednak dość słaba (r=–0,445). Nieco silniejsze powiązanie wystąpiło między długością rocznego pędu i wysokością drzewa (r=–0,494).
- Między liczbą węzłów i długością pędu stwierdzono istotną zależność. Moc tego związku okazała się dość wysoka, ponieważ współczynnik korelacji między badanymi cechami w analizowanych regionach kształtował się od r=0,824 (region S1) do r=0,857 (region N). Wykazano

również silną korelację między średnią długością międzywęźla i długością pędu – współczynnik korelacji wyniósł od r=0,848 (region S2) do r=0,887 (region S1). Stwierdzono także silny związek między liczbą pędów bocznych i liczbą węzłów oraz liczbą pędów bocznych i długością pędu głównego, ponieważ współczynniki korelacji dla tych zależności przekraczały wartość r=0,8. Wyniki przedstawionych powiązań świadczą o tym, że dłuższe pędy są lepiej ugałęzione i ulistnione.

- Związki średniej mocy stwierdzono między względną długością pędu, wyrosłego w danym sezonie wegetacyjnym i względną długością pędu, wyrosłego w sezonach wcześniejszych. Gdy różnica między sezonami wynosi 1 lub 2 lata, to moc tych powiązań oceniona współczynnikiem korelacji przekracza wartość r=0,7. Dla większej różnicy między sezonami wegetacyjnymi otrzymano słabsze powiązanie względnych wartości przyrostów wysokości. Interesujące jest, że związki te są silniejsze u drzew starych. Podsumowując można stwierdzić, że drzewa wytwarzające długie pędy w danym roku, będą wytwarzały również długie pędy w latach następnych, ze słabnącą siłą tego związku, przy wzroście różnicy lat między sezonami wegetacyjnymi.

Literatura

Bruchwald A. 1979. Zmiana z wiekiem wysokości górnej w drzewostanach sosnowych. Sylwan 2: 1-11.

Bruchwald A. 1988. Przyrodnicze podstawy budowy modeli wzrostu. Sylwan 11-12: 1-10.

Bruchwald A., Dmyterko E., Dudzińska M., Wirowski M. 2001. Analiza faz wzrostu wysokości olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Sylwan 1: 5-11.

Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M. 2003. Model wzrostu dla olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Sylwan 8: 3-10.

Dmyterko E. 1998. Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 10: 29-38.

Dudzińska M., Wirowski M. 2002. Budowa modelu wzrostu dla drzewostanów olszowych. Model wzrostu olszy. Spr. nauk. Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa.

Roloff A. 1989. Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Frankfurt am Main.

Roloff A. 2001. Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

SUMMARY

Main shoot characteristics in the mature black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

The empirical material from the north-east (region N comprising the Płaska and Białobrzegi Forest Districts) and the south of Poland (region S1 comprising the Niepołomice and Pińczów Forest Districts and region S2 comprising the Chrzanów and Katowice Forest Districts) was used in the comparative analysis of annual height increments of the mature black alder. It has been assumed that the mature black alder is a tree above the culmination age of the average height increment. Research results are presented below.

- There is a high variation in the length of the main shoot in mature black alders during the growing season. The lengths of the main shoot range between 1 and 102 cm. The standard variation (15.9 cm) and variation coefficient (68%) are also high.
- The shoot length is negatively correlated with the tree age. However the strength of this relationship lub connection strength is rather low (r=–0.445). Stronger relationship lub connection was found between the length of annual shoot and tree height (r=0.494).

- A significant relationship was found between the number of nodes and the shoot length. The strength of this relationship lub connection strength appeared rather high, because the correlation coefficient between the characteristics in the discussed regions ranged between r=0.824 (region S1) and r=0.857 (region N). A strong relationship was also found between the mean internode length and the shoot length, as well as between the number of lateral shoots and the length of the main shoot, because correlation coefficients for these relationships exceeded the value r=0.8. The results of the presented relationships account for better branching and foliage of longer shoots.
- The relationships of moderate strength were found between the relative length of the shoot produced in the given growing season and the relative length of the shoot produced in the previous growing seasons. When the difference between the growing seasons is 1 or 2 years, the strength of these relationships, described by the correlation coefficient, exceeds the value r=0.7. For the greater difference between the growing seasons, the relationships between relative values of height increments were lower. It is remarkable that these relationships are stronger in older trees. To recapitulate, one may state that trees producing long shoots in the given year will also produce long shoots with the declining strength of this relationship in the subsequent years, when the difference in years between the growing seasons is growing.