

TERESA RYMER-DUDZIŃSKA

Wstępna ocena modelu wzrostu wysokości świerka

An Introductory Appraisal of the Spruce Tree Height Growth Model

Wstęp

Podstawą do opracowania modelu wzrostu wybranego gatunku drzewa są wzory empiryczne opisujące zmianę jego wysokości i pierśnicy z wiekiem. Takie wzory zostały opracowane dla sosny przez A. Bruchwalda [1-4] oraz dla świerka z drzewostanów mieszanych sosnowo-świerkowych przez W. Zakrzewskiego [6], A. Bruchwalda i Rymer—Dudzińską [5].

Ostatnio A. Bruchwald opracował wzór na wzrost wysokości w drzewostanach świerkowych oparty na znacznie szerszym materiale niż wzór W. Zakrzewskiego i w większości przypadków pochodzącym z litych drzewostanów świerkowych.

Konstrukcja wzoru, podobnie jak poprzednich, oparta jest na zasadzie

$$h = A \cdot B \quad (1)$$
$$h = \frac{B}{17,26334915} \cdot \left(\frac{W}{7 + 0,25 \cdot W} \right)^{2,5}$$

gdzie:

- W — wiek drzewa,
 h — wysokość,
 B — tempo wzrostu wysokości albo inaczej wysokość jaką osiągnęłoby drzewo w wieku 100 lat, gdyby rosło zgodnie z danym modelem,
 A — funkcja wieku, która określa jaką część wysokości, którą drzewo ma osiągnąć w wieku 100 lat uzyskało w danym wieku.

Celem niniejszej pracy jest ocena zaproponowanego przez A. Bruchwalda modelu wzrostu wysokości.

Materiał empiryczny

Ocenę modelu przeprowadzono na podstawie materiałów empirycznych pochodzących z 220 drzewostanów. Liczba analizowanych drzew w poszczególnych drzewostanach wahała się od 1 do 20. W 50 drzewostanach wynosiła ona poniżej 5 drzew, w 70 drzewostanach od 5 do 8, a w 100 drzewostanach po 20 drzew. W sumie przeanalizowano wzrost 2512 drzew.

Drzewostany, z których*pochodziły badane drzewa położone były na północy albo na południu Polski. Część drzewostanów z północy obecnie znajduje się na terytorium Litwy i Białorusi. Wiek drzew w niektórych drzewostanach charakteryzował się dużym zróżnicowaniem, co pozwala sądzić, że drzewostany te pochodziły z samosiewu. Pięćdziesiąt pięć procent badanych drzewostanów stanowią lite świerczyny, a czterdzieści pięć procent drzewostany mieszane sosnowo-świerkowe i świerkowo-sosnowe o różnym udziale świerka w ogólnej miąższości drzewostanu.

Metodyka badań i wyniki

Badane drzewa zostały ścięte i określono na każdym z nich liczbę słoików w środkach jedno- lub dwumetrowych sekcji. Na podstawie tych danych ustalono wysokość drzew w odstępach 5-letnich rozpoczynając od 5 lat, a kończąc na wieku ścięcia. W dalszej kolejności obliczono tempo wzrostu wysokości analizowanym wzorem ($B=h/W$).

Otrzymane wyniki tempa wzrostu wysokości przedstawiono graficznie. Obliczenia i wykresy sporządzono na podstawie specjalnie opracowanego programu komputerowego.

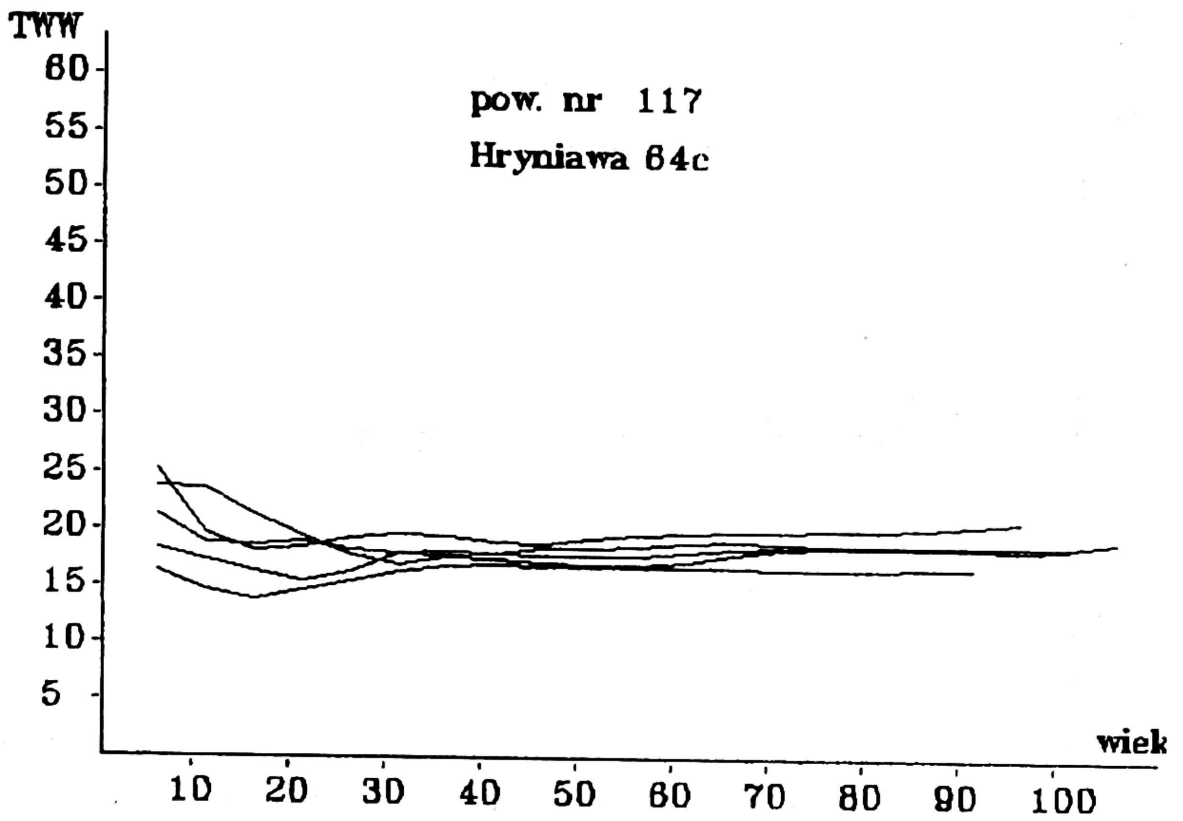
Przy ocenie analizowanego modelu wzrostu wysokości oparto się na wykresach przedstawiających zmianę tempa wzrostu wysokości z wiekiem.

Model wzrostu, teoretycznie, jest zgodny z rzeczywistymi zmianami zachodzącymi we wzroście drzewa wtedy, gdy wartości tempa wzrostu przez całe życie drzewa są takie same, a linia ilustrująca zmiany tempa wzrostu wysokości z wiekiem jest linią równoległą do osi wieku. W rzeczywistości rzadko zdarza się taki idealny przebieg tempa wzrostu. Na ogół zachodzą wahania jego wielkości. Jeżeli jednak wartości tempa wzrostu oscylują wokół pewnej stałej, to można uznać, że model dobrze charakteryzuje wzrost drzewa, a wahania są spowodowane tylko przyczynami przypadkowymi (błędy wyznaczania wysokości drzew w określonych latach na podstawie liczby słoików ustalonych w sekcjach, błędy pomiaru, zaokrąglenie wyników, zmienne warunki atmosferyczne, itp.). Występowanie natomiast stałych tendencji powiększania się, a szczególnie spadku tempa wzrostu, świadczy o nieodpowiedniości modelu.

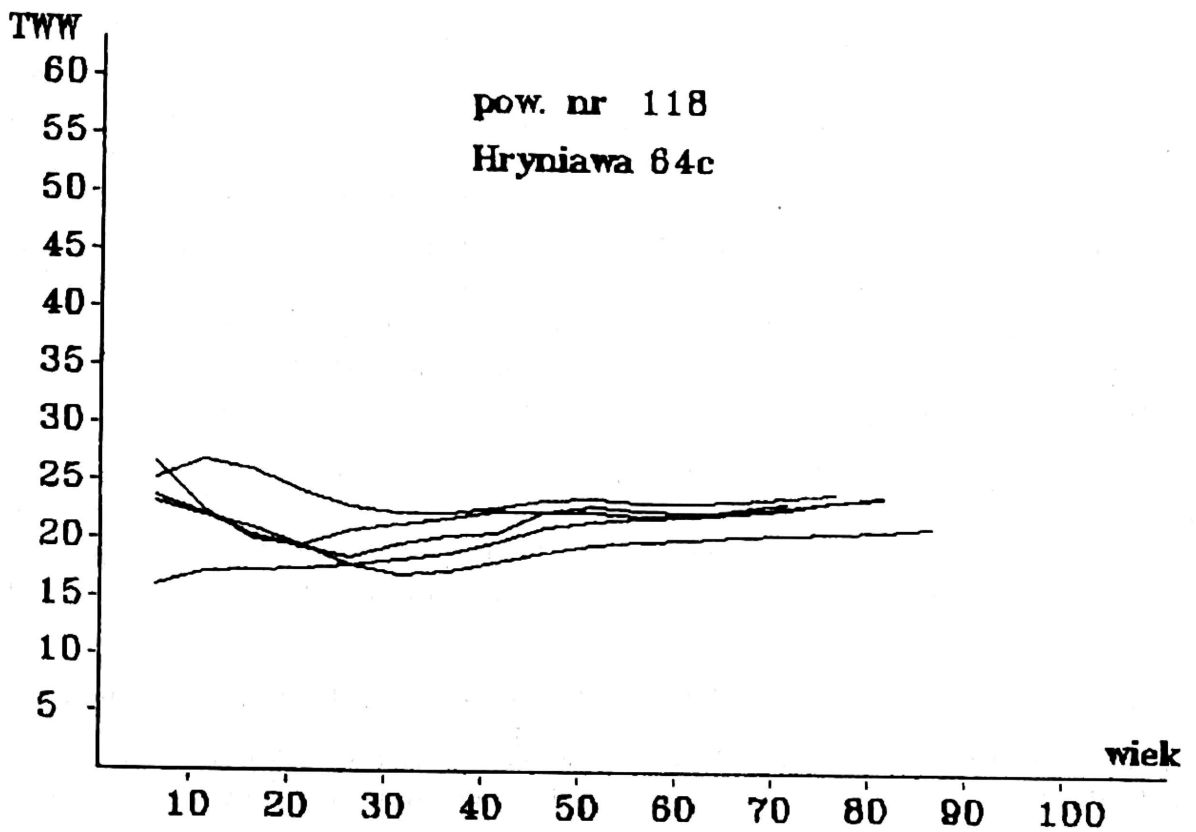
Powiększanie się tempa wzrostu wysokości z wiekiem może być spowodowane polepszeniem się warunków wzrostu drzewa np. zwiększaniem się dostępu światła. Należy sądzić, że drzewo znajduje się wtedy w fazie poprzedzającej optymalny wzrost.

Stały spadek tempa wzrostu wysokości świadczy o złym charakteryzowaniu wzrostu drzewa przez zastosowany wzór empiryczny.

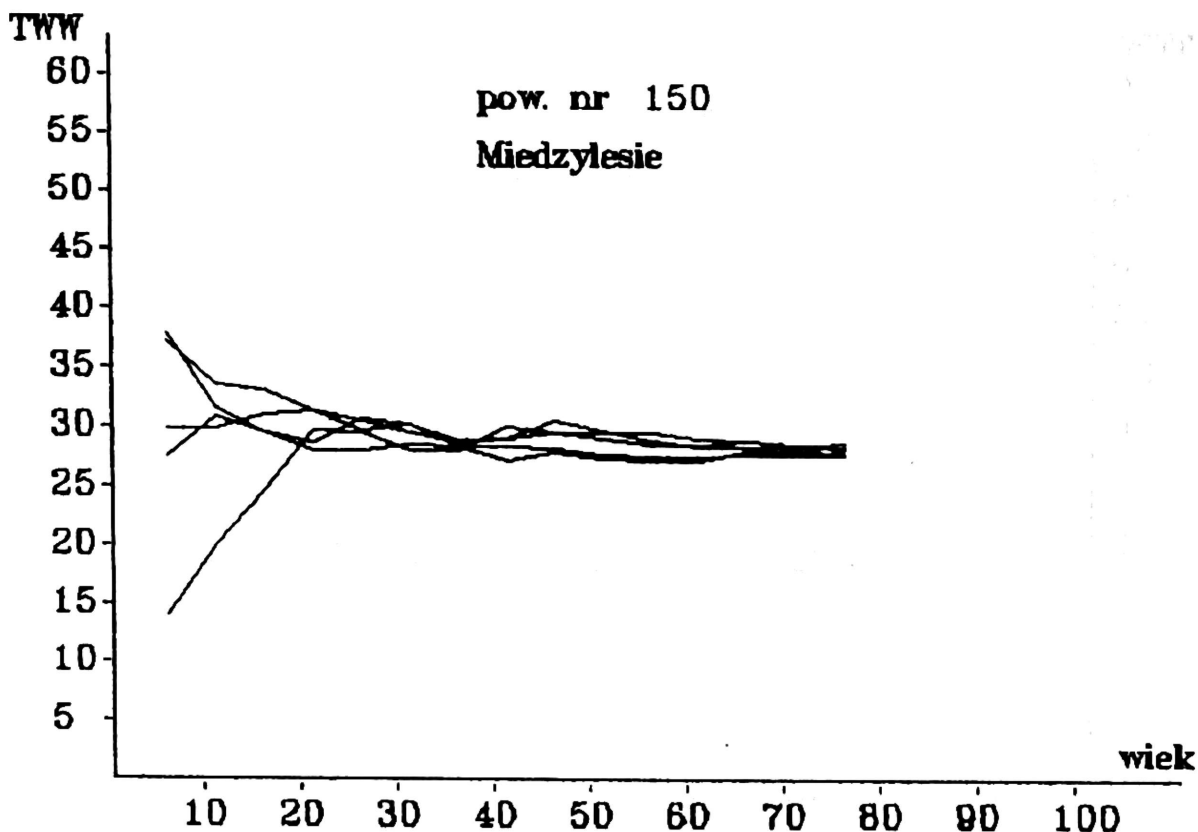
Jak w świetle tych rozważań przedstawia się oceniany model?



RYC. 1. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



RYC. 2. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



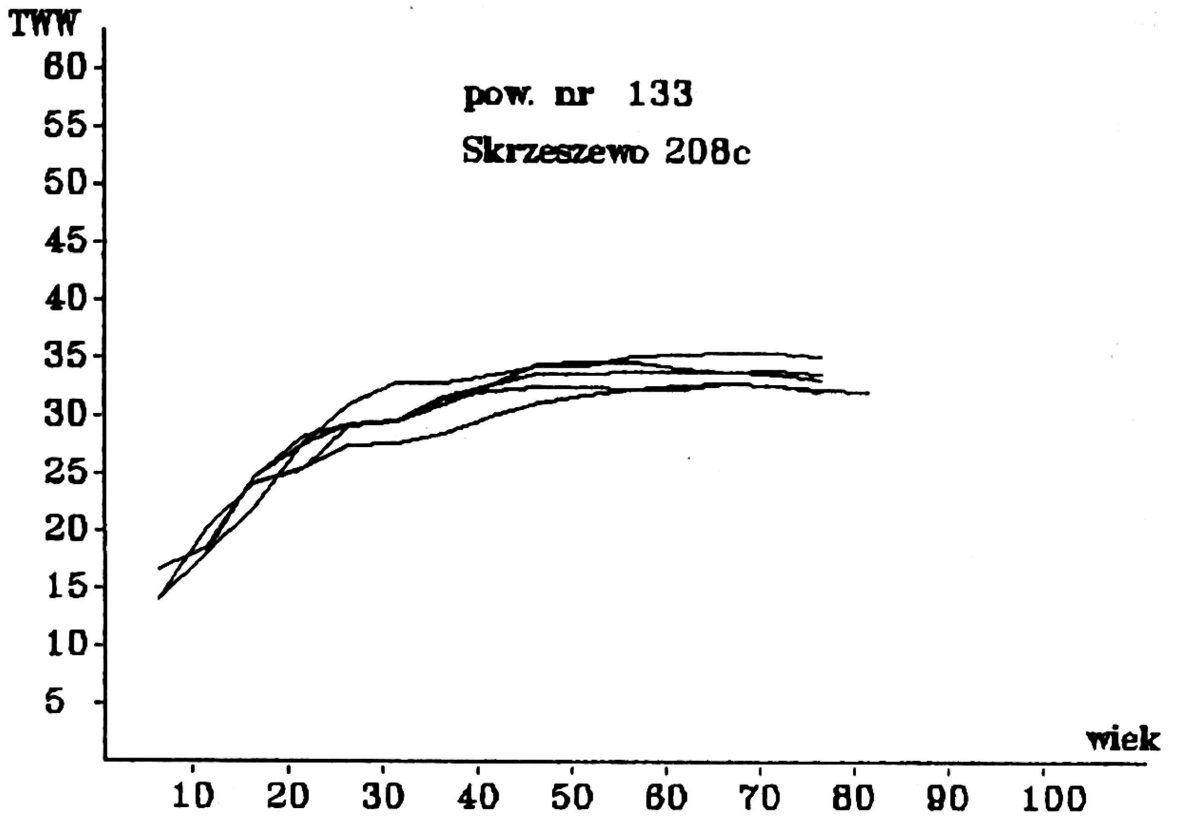
RYC. 3. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa

Po dokładnej analizie stwierdzono, iż w większości drzewostanów (83,6%) przebieg tempa wzrostu wysokości można uznać za zgodny z modelem. Do tej grupy zaliczono drzewostany, w których przebieg tempa wzrostu wysokości drzew prawie przez całe życie był bliski ideałowi (ryc. 1, 2, 3). Takich przypadków nie było jednak dużo (12%). W tej samej grupie znalazły się również drzewostany reprezentowane przez drzewa, u których w młodszym wieku występuje wzrost albo spadek tempa wzrostu połączony z wahaniami, a dopiero w późniejszym okresie stabilizacja (ryc. 4–8). Do wahań tempa wzrostu w młodym wieku nie można przywiązywać dużej wagi, ponieważ mogą one być spowodowane przyczynami przypadkowymi. Jedną z ważniejszych jest tu nieprecyzyjne określenie wysokości drzewa w danym wieku. Przy małych wymiarach wysokości może to mieć duże znaczenie.

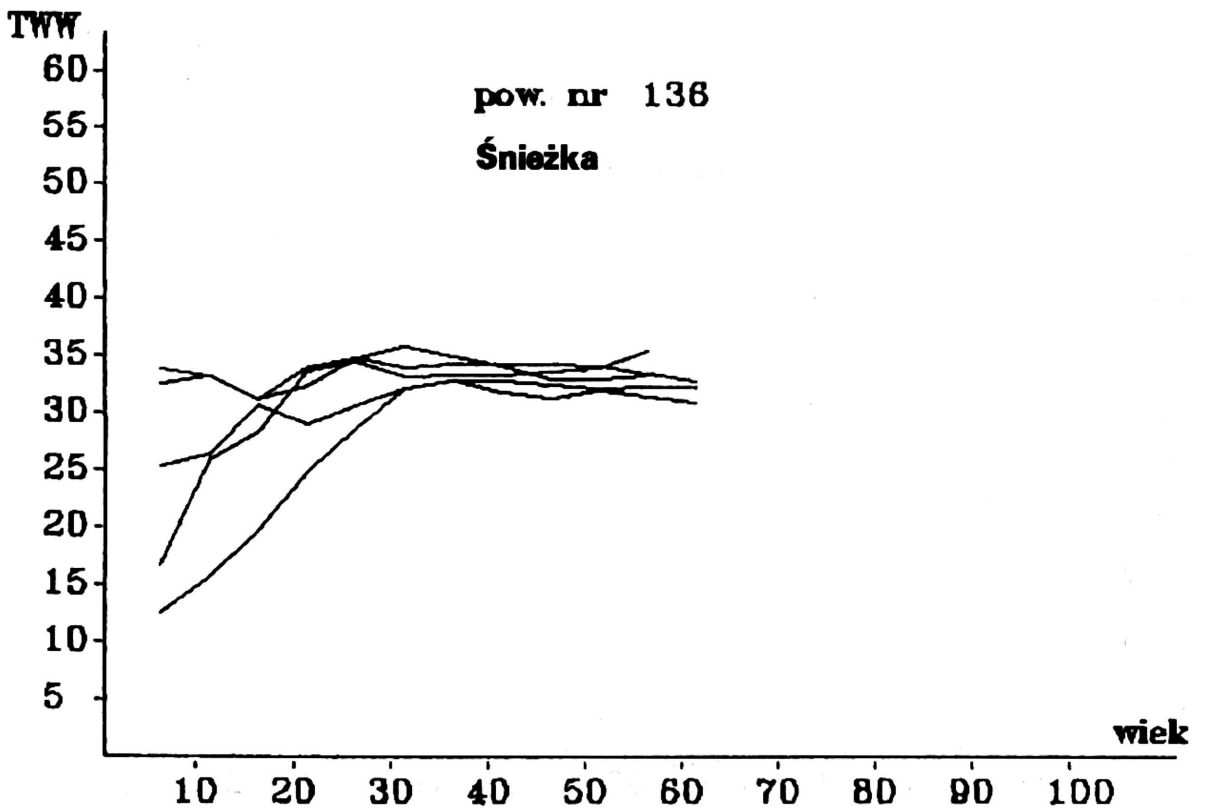
Stabilizacja tempa wzrostu wysokości u badanych świerków wystąpiła w różnym wieku, przeciętnie w wieku od 20 do 60 lat, wyjątkowo 70–90 lat. W większości drzewostanów wystąpiła w wieku 35–50 lat. Wiek stabilizacji tempa wzrostu wysokości w drzewostanach świerkowych w niewielkim stopniu zależy od wieku drzew. Można przyjąć, że z wiekiem nieznacznie rośnie.

Nie zauważono wpływu położenia drzewostanów (północ, południe) na wiek stabilizacji.

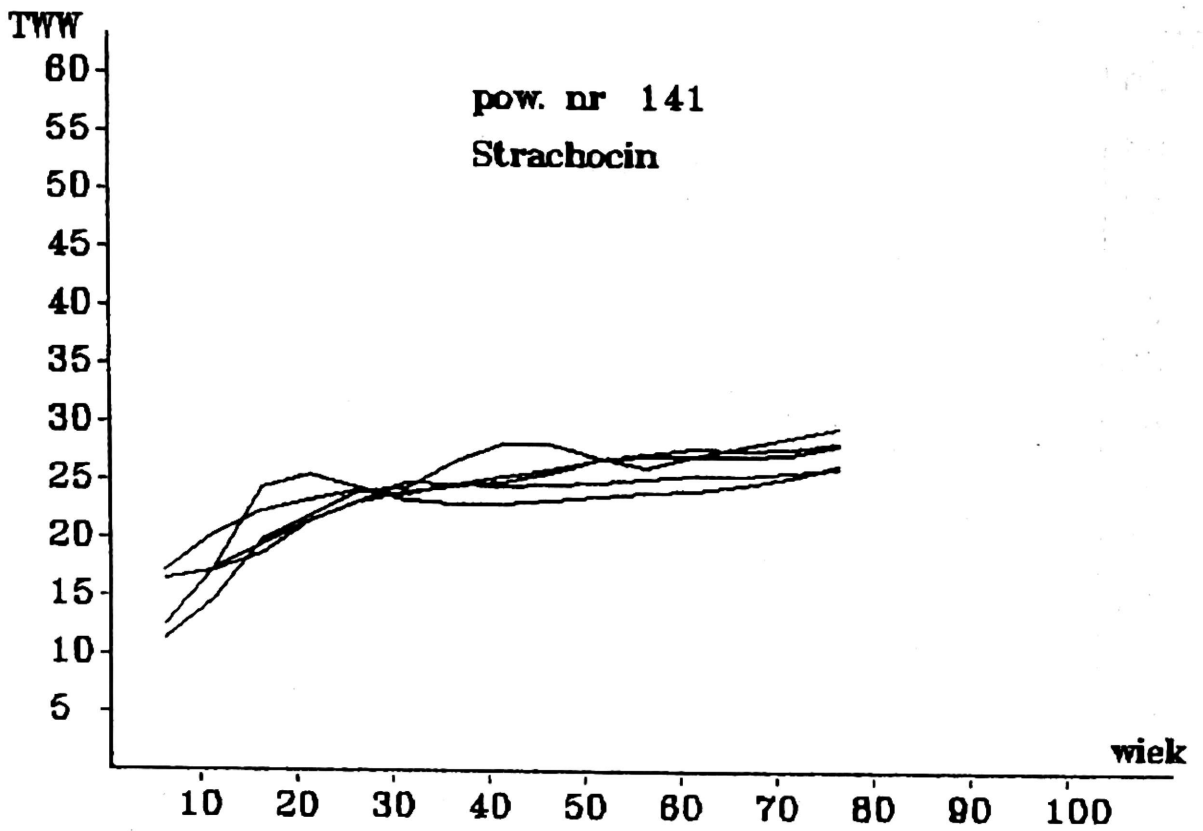
W dwudziestu ośmiu drzewostanach (12,7%) tempo wzrostu wysokości rośnie z wiekiem (ryc. 9, 10). Stały wzrost nie jest związany z położeniem drzewostanów, ponieważ stwierdzono go zarówno w drzewostanach rosnących na południu jak i na północy. Podobnie nie jest uzależniony od składu gatunkowego. Występuje w 12 drzewostanach mieszanych



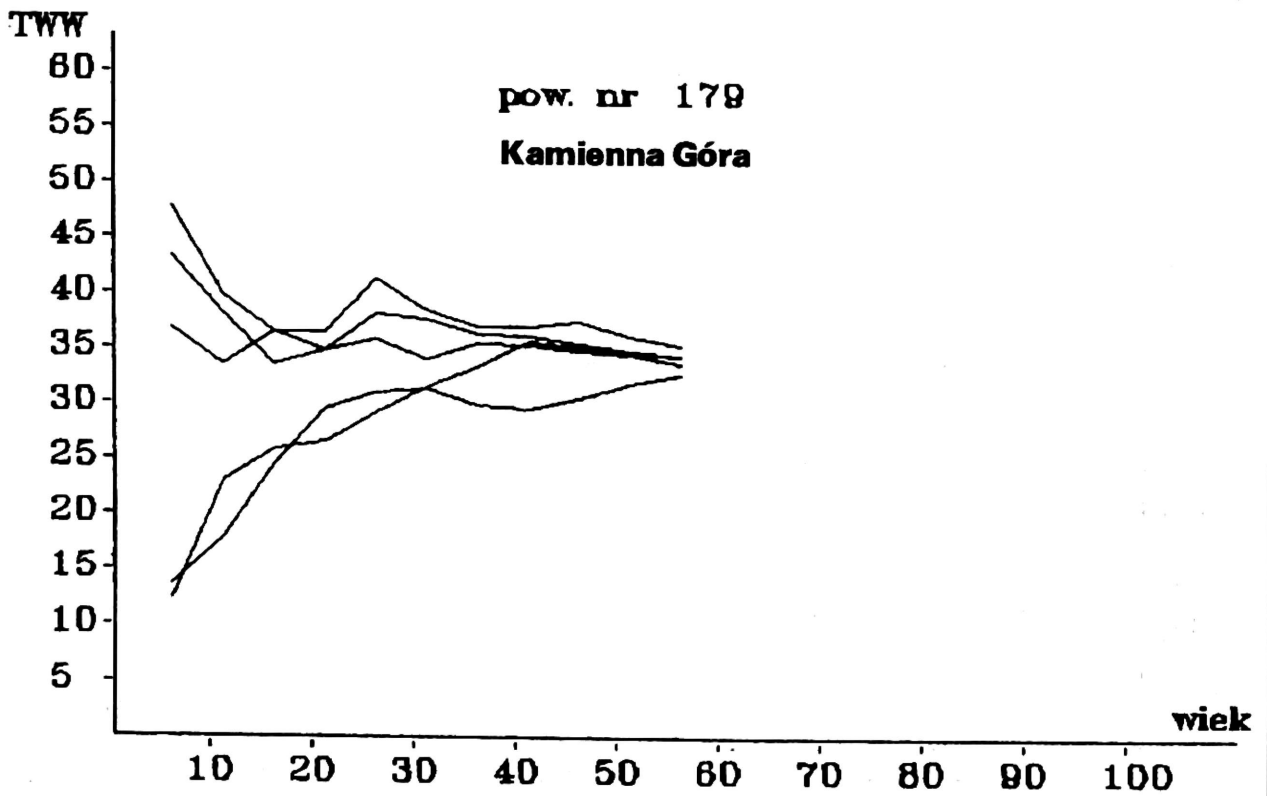
RYC. 4. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



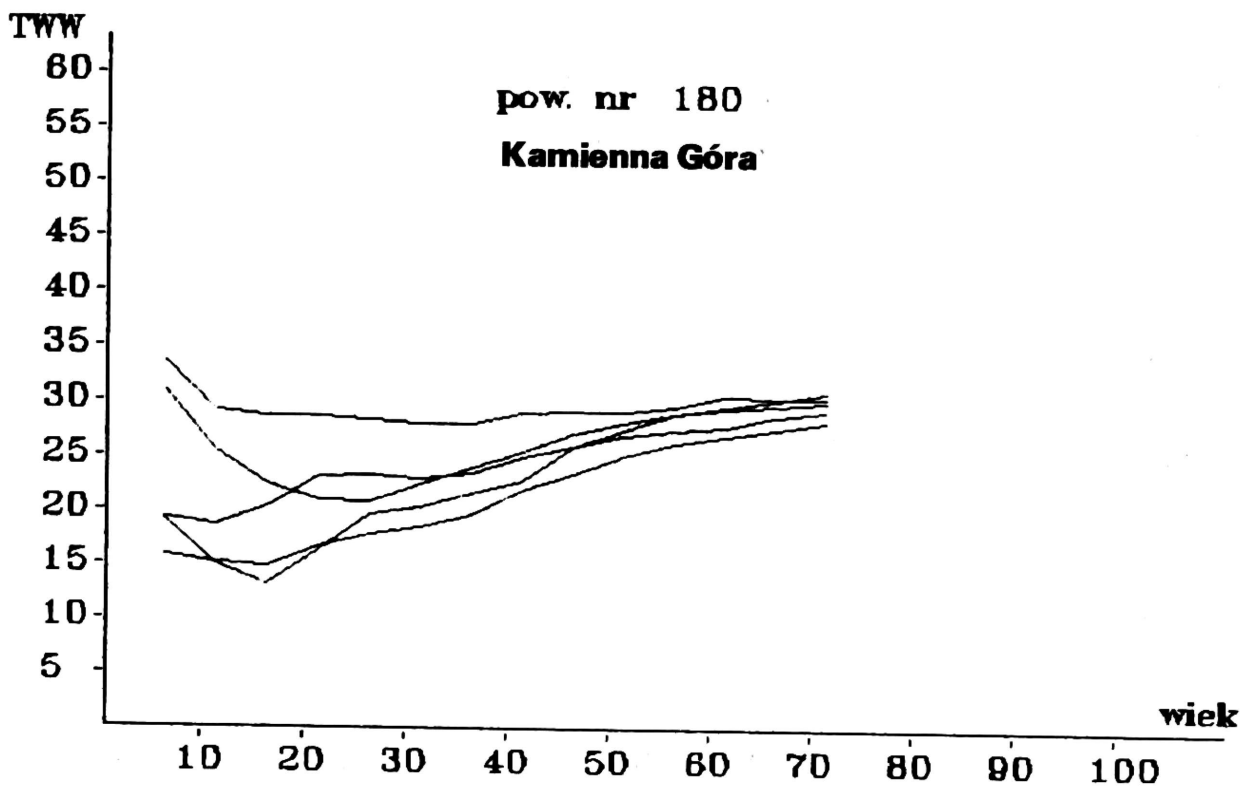
RYC. 5. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



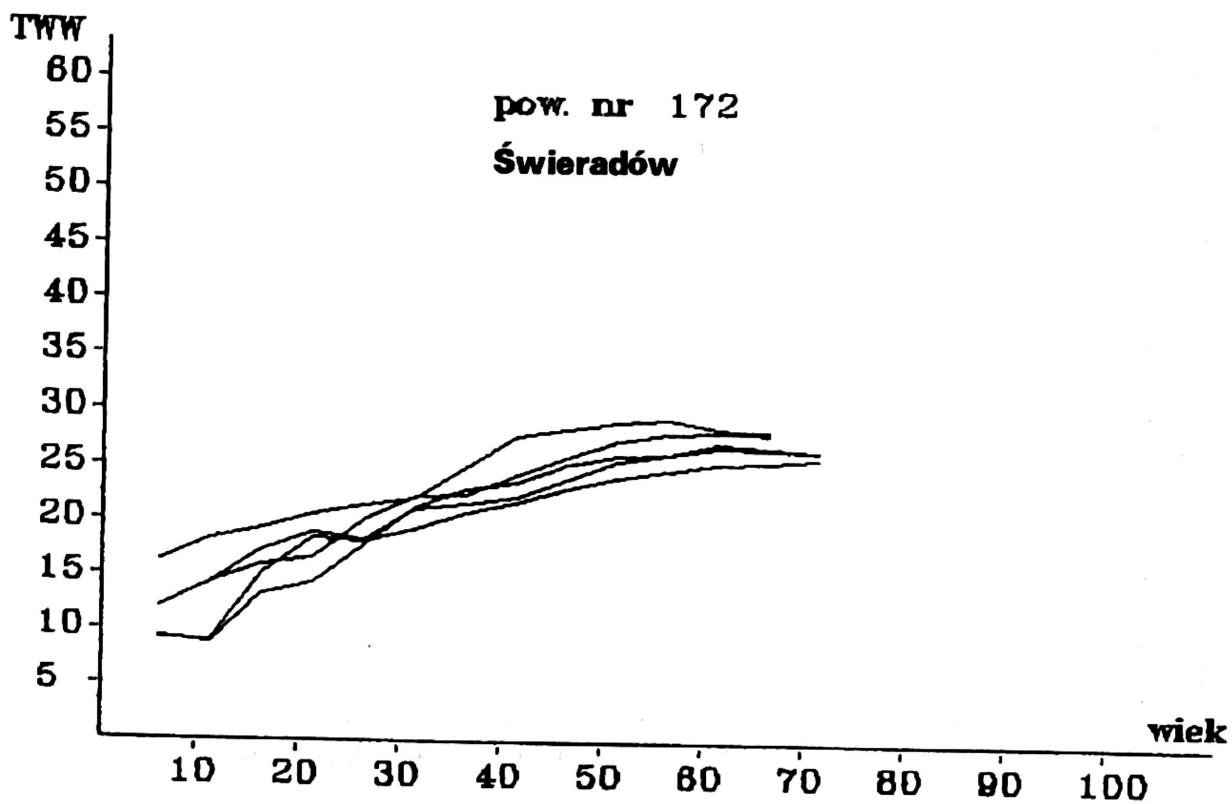
RYC. 6. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



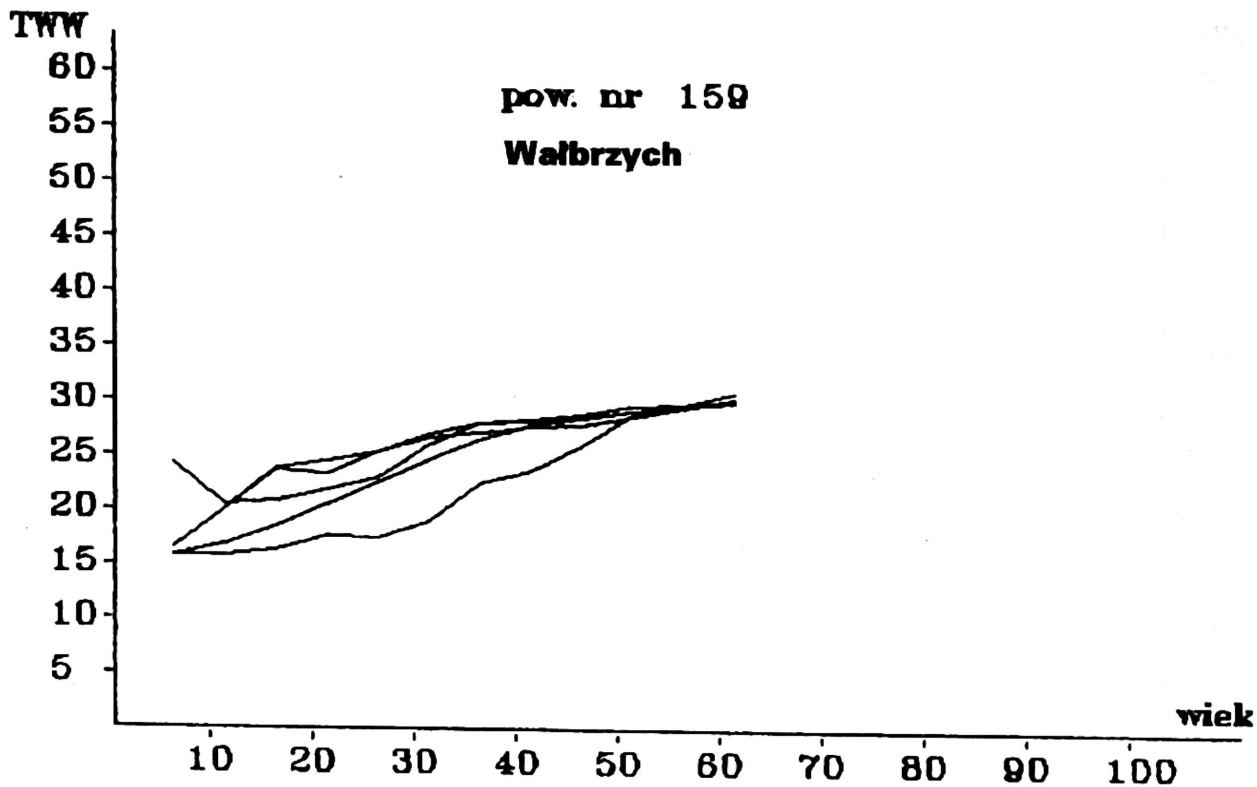
RYC. 7. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



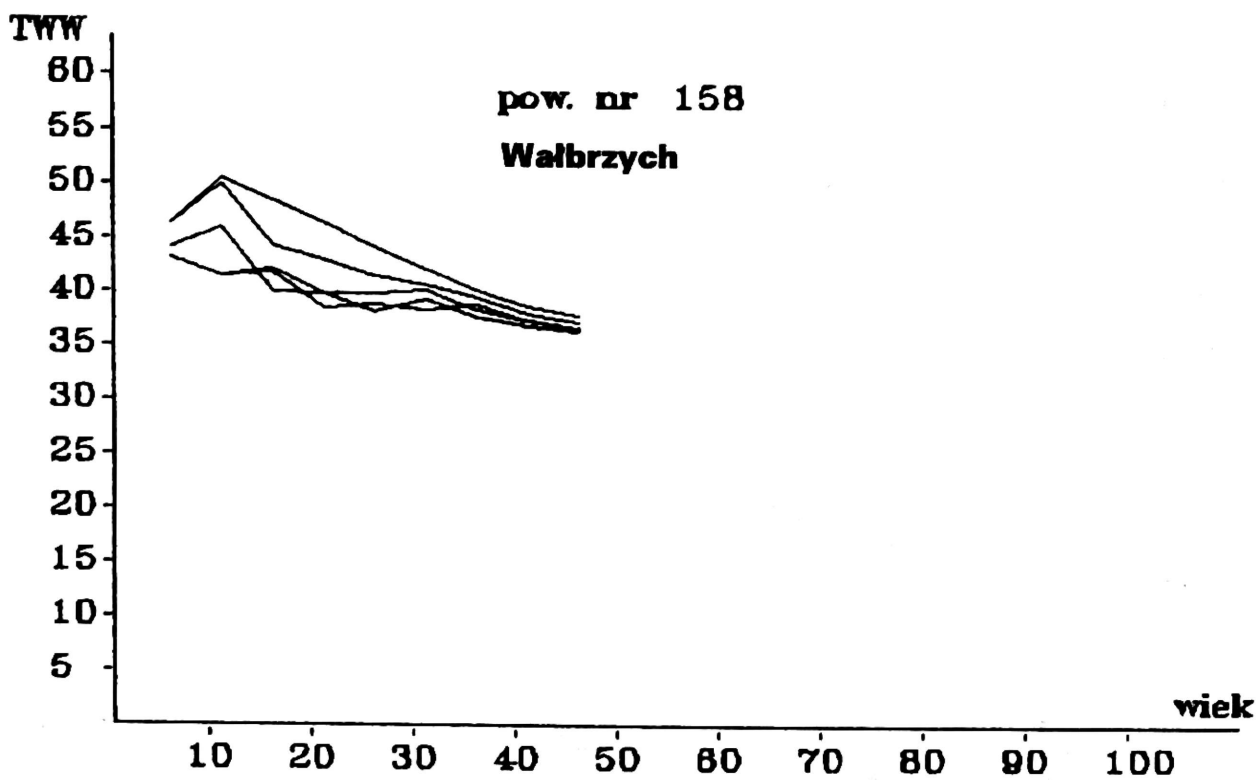
RYC. 8. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



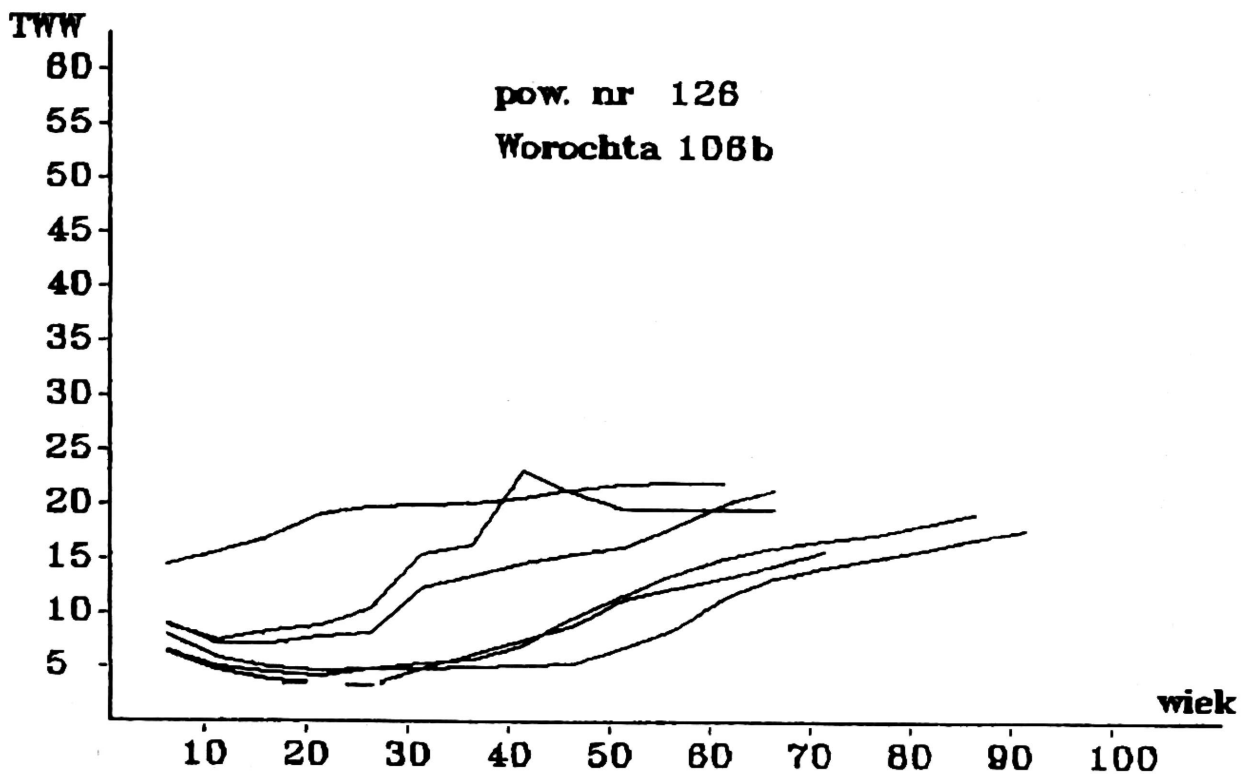
RYC. 9. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



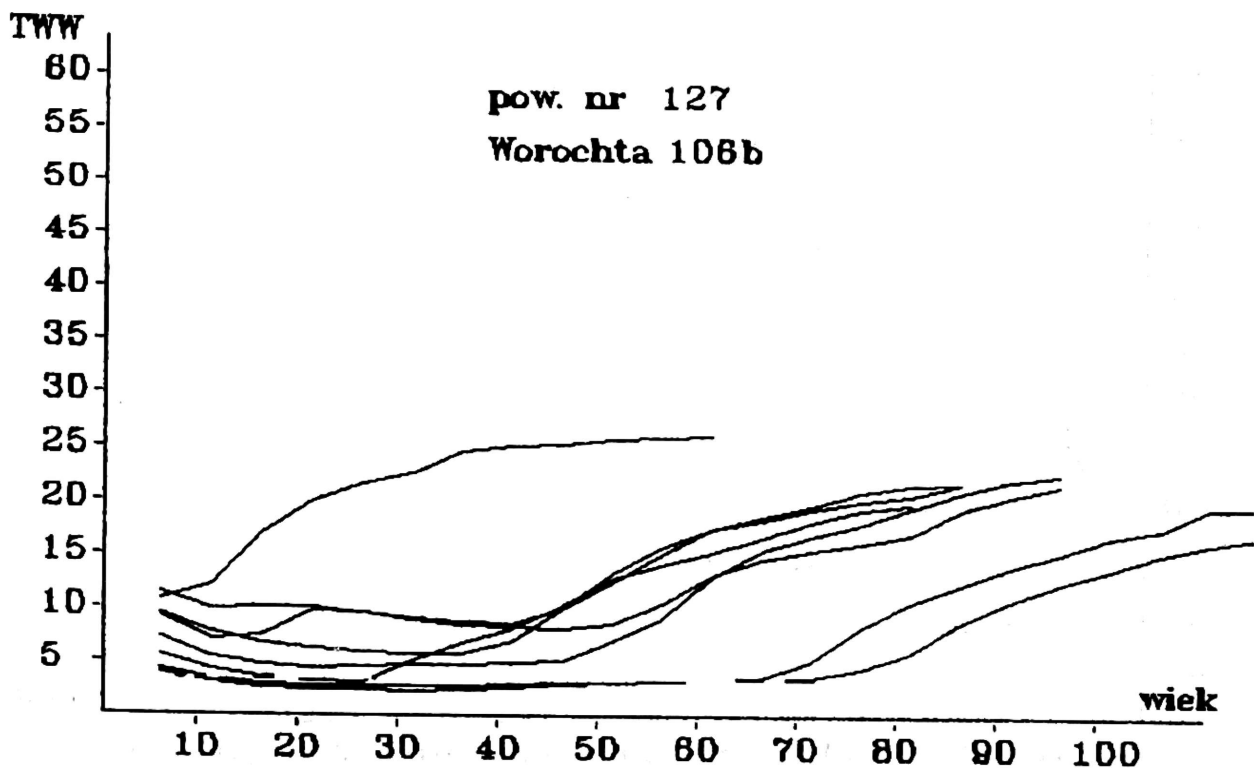
RYC. 10. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



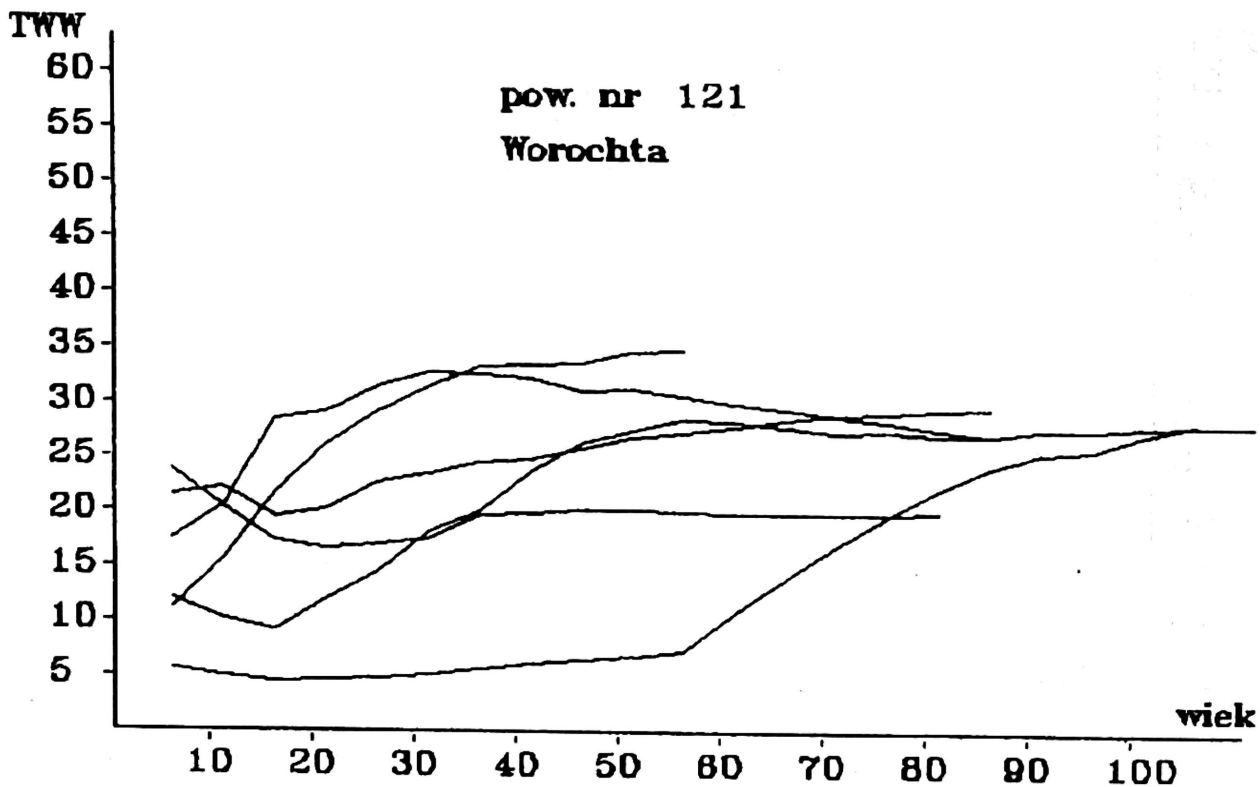
RYC. 11. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



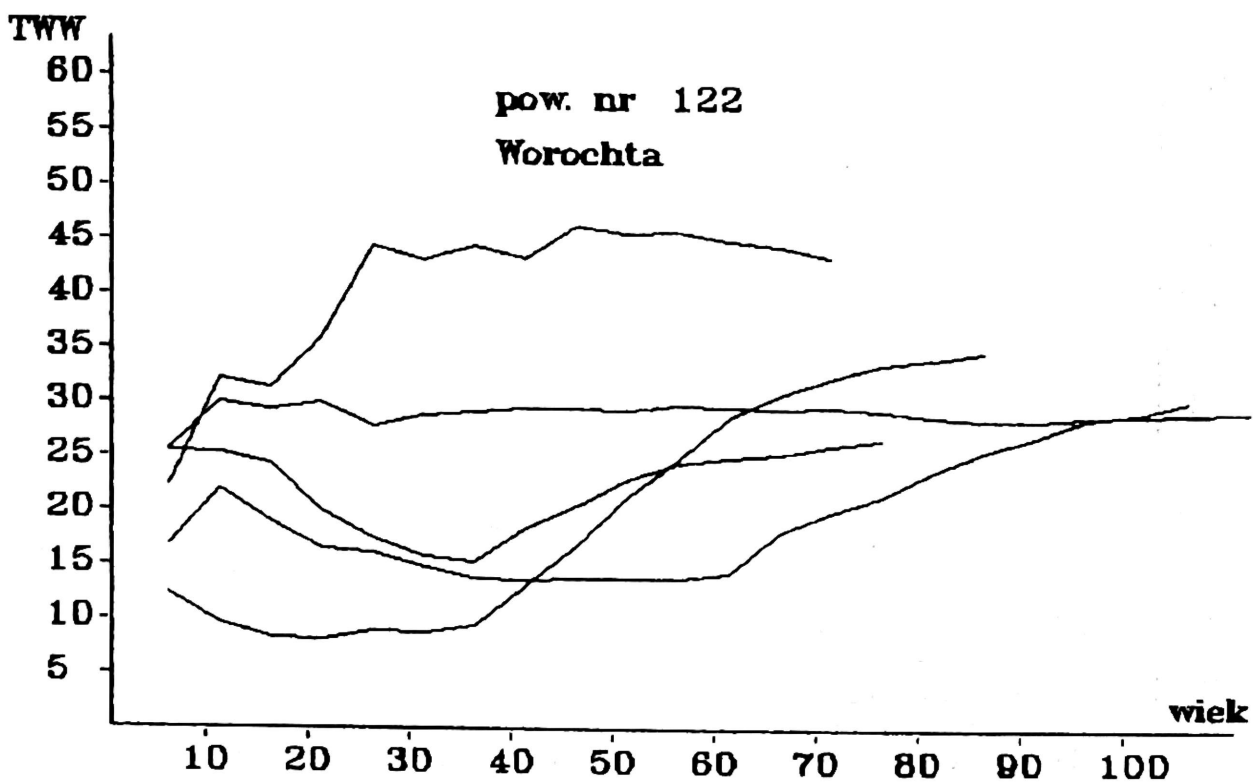
RYC. 12. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



RYC. 13. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



RYC. 14. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa



RYC. 15. Zmiana tempa wzrostu wysokości (TWW) świerka z wiekiem drzewa

sosnowo-świerkowych i 16 litych świerkowych, co mniej więcej odpowiada udziałowi drzewostanów mieszanych i litych w ogólnej liczbie badanych drzewostanów.

Wiek drzew, u których stwierdzono stały wzrost waha się od 35 do 120 lat. Należy sądzić, że część spośród tych drzew nie osiągnęła jeszcze stabilizacji tempa wzrostu wysokości ze względu na młody wiek (35–50 lat) i może go osiągnąć w starszym wieku.

W ośmiu drzewostanach (3,6%) tempo wzrostu wysokości z wiekiem u większości badanych drzew maleje (ryc. 11, 12). Są to drzewostany stosunkowo młode, przeważnie w wieku od 40 do 60 lat. Można przypuszczać, że w późniejszym ich wieku nastąpi wzrost i normalizacja wielkości tempa wzrostu wysokości. Drzewostany te pochodzą głównie z południa Polski i są przeważnie litymi świerczynami.

Zatem tylko dla nielicznych drzewostanów model jest nieodpowiedni.

Podsumowując należy stwierdzić, że ze względu na niewielki udział drzewostanów, w których występuje stały wzrost albo spadek tempa wzrostu wysokości i ze względu na niski wiek tych drzewostanów, można uznać, że omawiany model wzrostu wysokości świerka jest odpowiedni. Jakikolwiek poprawianie go przez dostosowywanie do wzrostu drzew, u których stwierdzono stały wzrost albo stały spadek, mogłoby wpłynąć na pogorszenie przebiegu tempa wzrostu wysokości u większości pozostałych drzew, co miałyby się z celem.

Przy okazji przeprowadzania oceny modelu wzrostu wysokości stwierdzono, że w drzewostanach o dużym zróżnicowaniu wieku u poszczególnych drzew, odmiennie kształtuje się wielkość tempa wzrostu wysokości u drzew starszych i młodszych (rys. 13–16). Tempo wzrostu wysokości u drzew starszych często do pewnego okresu utrzymuje się na niskim poziomie, niższym niż u drzew młodszych, a później gwałtownie rośnie i dorównuje poziomem drzewom młodszy. Zdarzają się również sytuacje odwrotne, że drzewa najstarsze osiągają przez całe życie znacznie większe wartości tempa wzrostu niż drzewa młodsze. Jest to najprawdopodobniej spowodowane różnymi warunkami biosocjalnymi panującymi w drzewostanie w okresie naturalnego odnawiania się.

W pierwszym przypadku można przypuszczać, że drzewa obecnie starsze rosły w młodszy wieku w dużym ocienieniu i z tego powodu ich tempo wzrostu wysokości było początkowo małe, a po wystąpieniu lepszych warunków świetlnych zaczęły bardzo intensywnie rosnąć, aż do osiągnięcia potencjalnej, dla danego siedliska, wartości tempa wzrostu wysokości. W drugim przypadku drzewa starsze miały korzystniejsze warunki wzrostu niż drzewa młodsze.

Podsumowanie i wnioski

- Wzrost wysokości świerka w młodym wieku jest bardzo zróżnicowany i zależy od wielu czynników (stąd tempo wzrostu jest bardzo zmienne). Ujęcie go w ramy jednego wzoru empirycznego, który dobrze charakteryzowałby jego przebieg, jest raczej niemożliwe. Można tylko ponawiać próby trafniejszego go przedstawienia.

- Oceniany empiryczny model wzrostu wysokości świerka w większości badanych drzewostanów dobrze charakteryzuje wzrost drzew szczególnie po 30-50 roku życia.
- Model jest odpowiedni zarówno dla świerków rosnących w litych drzewostanach świerkowych jak i pochodzących z drzewostanów mieszanych sosnowo-świerkowych i świerkowo-sosnowych o różnym udziale świerka.
- Model jest odpowiedni dla drzewostanów świerkowych rosnących w północnym i południowym zasięgu świerka.
- W różnowiekowych drzewostanach świerkowych na wielkość i kształtowanie się tempa wzrostu wysokości u drzew starszych i młodszych mają wpływ warunki panujące w drzewostanie w okresie powstawania odnowienia naturalnego.

Literatura

1. **Bruchwald A.:** Change in top height of pine forest stands with age. Bull. Acad. Pol. Sci. ser. biol. nr 5, 1977, s. 335–342.
2. **Bruchwald A.:** Zmiana z wiekiem wysokości górnej w drzewostanach sosnowych. Sylwan nr 2, 1979, s. 1–11.
3. **Bruchwald A.:** Diameter growth of trees in Scots pine stands - a mathematical approach. Ann. Warsaw Agricult. University — SGGW. Forest and Wood Technol. nr 36, 1987, s. 35–41.
4. **Bruchwald A., Dudzińska T., Dudek A., Michalak K., Wróblewski L.:** Wstępne wyniki badań nad produktywnością drzewostanów świerkowo-sosnowych północno-wschodniej Polski. Sylwan nr 9, 1985, s. 1–12.
5. **Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T.:** Empiryczny model wzrostu pierśnicy świerka w drzewostanach mieszanych sosnowo-świerkowych. Sylwan nr 7, 1988, s. 1–4.
6. **Zakrzewski W.:** Empiric model of height increase of spruce in spruce-pine stands in north-eastern Poland. Ann. Warsaw Agricult. University — SGGW. For. and Wood Technol. nr 34, 1986, s. 39–46.

Summary

An appraisal of the spruce height growth model (formula 1) elaborated by A. Bruchwald was carried out in the report. The appraisal was based on empirical materials originating from 220 tree stands. The number of trees analyzed in individual stands ranged from 1 to 20. It amounted to 2512 trees in total. Tree stands, from where the trees under study originated, were situated either in northern or southern part of Poland. The percentage of monospecies spruce stands amounted to 5.5% among them, while mixed pine-spruce and spruce-pine stands with various share of spruce in the total volume of stands made up 45%.

The trees under study were cut down and the number of annual rings in the middle of one or two-meter sections was counted. The heights of trees in the ages of 5, 10, 15, and further

years, until the cutting age, were defined on the basis of those data. Then by transforming of the formula (1) the height growth rate ($B = h/w$) was calculated basing on age and respective height. The received figures of height growth model discussed. It was found in the result of the analyse carried out that:

1. The height increment in spruce of young age was very differentiated and it depended on many factors (therefore the increment rate is very variable). Its comprising within the frame of one empirical formula that could fairly characterize its course is hardly possible. Only attempts of its more precise presentation can be repeated.
2. The empiricial model of spruce tree height growth as assessed in the majority of tree stands under study describes well the growth of trees, especially after 30–50 years of their life.
3. The model is relevant not only for spruce trees growing in spruce monospecies stands, but also for those originating from mixed pine-spruce stands, and from spruce-pine stands with varying share of spruce as well.
4. The model is relevant to spruce stands growing in both northern and southern ranges of spruce.