



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

w Warszawie

Instytut Nauk Leśnych

mgr inż. Aleksandra Krystyna Giedrowicz

**Zmienność wybranych cech
jakości technicznej drewna daglezi zielonej
(*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)
rosnącej na siedliskach LMśw i Lśw w Polsce**

Variability of selected technical quality features
of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) wood
growing in the habitats of FMBF and FBF in Poland

Rozprawa doktorska

Doctoral thesis

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem

dr. hab. inż. Huberta Lachowicza, prof. SGGW

Katedra Użytkowania Lasu, Instytut Nauk Leśnych

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Warszawa 2024

Oświadczenie promotora rozprawy doktorskiej

Oświadczam, że niniejsza rozprawa została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora.

Data 05.12.2024r. Czytelny podpis promotora Hubert Ładko s.c.

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

Świadoma odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że niniejsza rozprawa doktorska została napisana przez mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. z dnia 28 października 2022 r., Dz.U. z 2022 r. poz. 2509 ze zm.)

Oświadczam, że przedstawiona rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja rozprawy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Przyjmuję do wiadomości, że rozprawa doktorska poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data 05.12.2024 Czytelny podpis autora rozprawy Aleksandra Gęborek

*Przede wszystkim pragnę podziękować mojemu Promotorowi
Panu dr. hab. Hubertowi Lachowiczowi, prof. SGGW,
za niekończące się cierpliwość i wyrozumiałość, bezcenne wskazówki
i nieustanną wiarę w szczęśliwe zakończenie.*

*Dziękuję także Panu Markowi Dytkowskiemu, bez którego pomocy
i fachowej ręki, żadna próbka drewna „nie ucierniałaby” podczas badań.*

*Rodzicom, za długodystansowe motywowanie pytaniem:
„Czy jeszcze piszesz?”*

PS Mamo, już nie piszę!

*Serdecznie dziękuję Wszystkim, którzy w jakikolwiek sposób
wspierali mnie w realizacji badań i przygotowaniu niniejszej pracy.*

Spis treści

Streszczenie w języku angielskim (Summary in English).....	9
Wykaz stosowanych skrótów.....	11
1. Wstęp	13
2. Przegląd literatury.....	15
2.1. Lasy w Polsce i Europie a zmiany klimatu.....	15
2.2. Daglezja zielona (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco).....	18
2.3. Drewno daglezji zielonej	23
3. Cel, zakres badań i hipotezy badawcze	27
4. Materiały i metodyka badań	29
4.1. Wyznaczenie i charakterystyka powierzchni badawczych.....	29
4.2. Pobranie i przygotowanie drewna do badań.....	35
4.3. Oznaczenie wybranych właściwości drewna.....	37
4.4. Testy i analizy statystyczne	46
5. Wyniki	47
5.1. Parametry i wskaźniki struktury cewek drewna	47
5.1.1. Długość cewek.....	47
5.1.2. Szerokość cewek.....	60
5.1.3. Światło cewek	73
5.1.4. Grubość ściany cewek	86
5.1.5. Wskaźnik smukłości	99
5.1.6. Wskaźnik giętkości	112
5.1.7. Wskaźnik sztywności.....	125
5.1.8. Wskaźnik sztywności wg Runkla	138
5.1.9. Wskaźnik Mühlstepha.....	151
5.1.10. Wskaźnik zwartości	164
5.2. Właściwości strukturalne	177
5.2.1. Średnia szerokość słoja	177
5.2.2. Procentowy udział drewna późnego	183
5.3. Właściwości fizyczne	190
5.3.1. Gęstość drewna określona na próbkach 20x20x300 mm.....	190
5.3.2. Gęstość drewna określona na próbkach 20x20x30 mm.....	196
5.3.3. Gęstość drewna absolutnie suchego określona na próbkach 20x20x30 mm.....	203
5.3.4. Gęstość umowna drewna określona na próbkach 20x20x30 mm.....	209

5.3.5.	Porowatość	216
5.3.6.	Procentowy udział substancji drzewnej	222
5.3.7.	Skurcz całkowity w kierunku wzdłuż włókien	229
5.3.8.	Skurcz całkowity w kierunku promieniowym	236
5.3.9.	Skurcz całkowity w kierunku stycznym.....	243
5.3.10.	Objętościowy skurcz całkowity	250
5.3.11.	Wskaźnik anizotropii kurczenia się.....	257
5.3.12.	Prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie	263
5.3.13.	Dynamiczny moduł sprężystości.....	270
5.3.14.	Tłumienie dźwięku	276
5.3.15.	Oporność akustyczna drewna.....	283
5.3.16.	Stała akustyczna	289
5.4.	Właściwości mechaniczne.....	296
5.4.1.	Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien.....	296
5.4.2.	Wytrzymałość na zginanie statyczne	302
5.4.3.	Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym.....	309
5.4.4.	Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien.....	315
5.4.5.	Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym	322
5.4.6.	Współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym.....	328
6.	Dyskusja	336
7.	Wnioski	344
8.	Bibliografia.....	346

Streszczenie w języku angielskim (Summary in English)

Current climate change is causing changes in the species composition of Polish forests. Due to the loss of critical forest-forming species, such as spruce and pine, increasing the share of broadleaf species and introducing other coniferous species adapted to new climatic conditions is necessary. One such species is Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), which was brought to Poland in 1833. Despite almost 200 years of DG cultivation, the technical quality of this species' wood in the country has not been well understood.

The aim of the study was to compare the technical quality of Douglas fir wood, defined by selected anatomical elements and structural, physical and mechanical properties, depending on the geographical location, forest habitat type and diameter class.

The scope of work included measurements and analysis of 38 parameters:

- a) parameters and indices of the tracheids structure (broken down into early and late wood): tracheids length, tracheids width, lumen tracheids, wall thickness, felting index, flexibility index, rigidity index, Runkel rigidity index, Mühlsteph's index, compactness index,
- b) structural properties: average ring width, percentage of latewood,
- c) physical properties: wood density determined on samples 20×20×300 mm, wood density determined on samples 20×20×30 mm, oven-dry wood density determined on samples 20×20×30 mm, conventional wood density determined on samples 20×20×30 mm, wood porosity, proportion of wood substance, total shrinkage of wood in longitudinal direction, total shrinkage of wood in radial direction, total shrinkage of wood in tangential direction, total volume shrinkage of wood, coefficient of total shrinkage of wood in longitudinal direction, coefficient of total shrinkage of wood in radial direction, coefficient of total shrinkage of wood in tangential direction, coefficient of total volume shrinkage of wood, anisotropy index of shrinkage, acoustic wave propagation speed in wood, dynamic modulus of elasticity, sound attenuation, acoustic resistance of wood, acoustic constant,
- d) mechanical properties: compression strength parallel to grain, static bending, modulus of elasticity in static bending, coefficient of compression strength parallel to grain, coefficient of static bending, coefficient of modulus of elasticity in static bending.

Thanks to the analysis of the raw material base of Douglas fir in Poland, 5 forest districts were designated (Milicz – RDotSF Wrocław, Babimost – RDotSF Zielona Góra, Chojna – RDotSF Szczecin, Czaplinek – RDotSF Szczecinek and Lębork – RDotSF Gdańsk). In each of them, 2 research areas were established (one each in the FMBF and

FBF habitats), on which, according to the methodology adopted for over 50 years in the Department of Forest Utilization at the Warsaw University of Life Sciences, for each plot 6 sample trees were designated using the Hartig method. Then, a meter-long log was obtained from each tree from a height of 1.3 m. After proper preparation and seasoning of the raw material, 897 long samples (447 from FMBF and 450 from FBF) with dimensions of 20 mm × 20 mm × 300 mm and 2691 short samples (1341 from FMBF and 1350 from FBF) with dimensions of 20 mm × 20 mm × 30 mm were made from the circumferential part of the trunk in accordance with Polish and international standards. Then, tests of specific properties and parameters were carried out according to Polish and international standards.

The obtained results confirm the hypothesis, i.e. the technical quality of Douglas fir wood growing in Poland depends on the geographical location, forest habitat type and diameter class. The highest values in terms of mechanical properties were achieved by samples from Chojna, and in terms of structural properties by samples from Milicz. The lowest results were obtained for samples from Lębork and Babimost (13 parameters each). In 31 cases (out of 48 in total), higher values were obtained for FMBF. In the diameter classes, the highest values were most often obtained in class III (31 parameters), then in class II (11 parameters), and finally in class I (6 parameters). The coefficient of variation in 39 cases was below 25% (of which in 14 cases below 10%), which indicates low variability within and between groups and the stability of wood as a raw material. The density of wood with a moisture content of 12% ranged from 515 kg/m³ to 810 kg/m³ (average 645 kg/m³). Compression strength parallel to grain ranged from 49 MPa to 100 MPa (average 69 MPa), and static bending from 80 MPa to 188 MPa (average 121 MPa). Porosity ranged from 48% to 69% (average 60%). Total shrinkage in the radial direction averaged 5.33%, in the tangential direction 7.44%, and total volume shrinkage of wood 12.64%.

Keywords: structural, physical and mechanical properties of wood, location, forest habitat type, diameter class, Douglas fir

Wykaz stosowanych skrótów

BDL – Bank Danych o Lasach

CV – współczynnik zmienności

D_{1,3} – pierśnica

DG – dagleżja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

Gr – klasy grubości

H – wysokość

LMśw – las mieszany świeży

Lśw – las świeży

M – średnia

Me – mediana

N – liczebność próby

RDLP – Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych

SD – odchylenie standardowe

SILP – System Informatyczny Lasów Państwowych

TSL – typ siedliskowy lasu

1. Wstęp

Daglezja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) to w Polsce gatunek obcy, którego zarówno udział powierzchniowy jak i miąższościowy jest mały. W Roczniku Statystycznym Leśnictwa wydawanym przez Główny Urząd Statystyczny brak dokładnej informacji o jej powierzchni. Jedyna informacja jaką podaje GUS (2023) dotyczy roku 1945, w którym to daglezja wraz z jodłą zajmowała 175 tys. ha powierzchni leśnej, co stanowiło 2,7%. Jednak postępujące zmiany klimatyczne powodują weryfikację obecnych składów gatunkowych o nowe gatunki lasotwórcze. Jednym z przyszłościowych gatunków, którego udział przypuszczalnie będzie rósł, jest właśnie daglezja, uznawana na zachodzie Europy (Francja i Niemcy) już jako gatunek rodzimy.

Zasady Hodowli Lasu (2023), Ustawa o ochronie przyrody (2004) oraz Ustawa o gatunkach obcych (2021) ograniczają możliwość hodowli obcych gatunków w Polsce. Dopuszczają one ich występowanie w ramach racjonalnej gospodarki leśnej oraz pozwalają na ich wprowadzanie do środowiska, z zastrzeżeniem, iż nie mogą to być gatunki, które mogłyby zagrozić rodzimym taksonom lub siedliskom przyrodniczym. Trwające od lat pięćdziesiątych XX wieku badania nad różnymi gatunkami obcego pochodzenia, w tym nad daglezją (Chałupka, 2014; Wąsik i Michalec, 2010), potwierdziły ich duże znaczenie dla gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego, a także brak negatywnego wpływu na fitocenozy i siedlisko (SPDiNoPL, 2017).

Drewno daglezji w Stanach Zjednoczonych pod względem zastosowania jest odpowiednikiem surowca sosnowego w Polsce. Do tej pory jednak nie wykonano kompleksowych badań jakości technicznej drewna daglezji w kraju na próbkach pozyskanych z drzew ściętych, które umożliwiają poznanie ważnych z punktu widzenia użytkowego cech drewna. Współcześnie badania daglezji w kraju prowadzone były na drzewach stojących za pomocą pomiarów cech morfologicznych i odwiertów (Sagan, 2014; Wąsik 2007a, 2007b, 2010; Wąsik i Michalec, 2010). Pierwszy z nich analizował pierśnicę, wysokość drzewa, długość i szerokość korony, grubość kory na wysokości 1,3 m od podłoża, względną długość korony, żywotność z cech morfologicznych oraz udział bielu i twardzieli, liczbę przyrostów w bielu, szerokość przyrostów rocznych i stref drewna późnego, a także udział drewna późnego i względną gęstość drewna. Natomiast Sagan (2014) badał wpływ daglezji na otoczenie, wykonał analizę bonitacji daglezji, smukłości, długości koron, wskaźnika zagęszczenia oraz stopnia zagęszczenia drzewostanów, a także szerokości słoików rocznych i lat wskaźnikowych. Bijak (2017)

poruszył kwestię zróżnicowania bonitacji wzrostowej drzewostanów daglezjowych w Polsce. Z badań tych wynika, że dagleżja osiąga wysoki potencjał produkcyjny w porównaniu z gatunkami rodzimymi, a czynnikami istotnie wpływającymi na bonitację są: położenie (RDLP), typ siedliskowy lasu, typ i podtyp gleby oraz jej skład granulometryczny. Dość dobrze poznane jest drewno jedlicy w Polsce pod kątem dendrochronologicznym. Feliksik i Wilczyński (2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e, 2008) sprawdzili klimatyczne uwarunkowania przyrostu radialnego dagleżji, określili jej lata wskaźnikowe w ostatnim stuleciu, wyznaczyli ogólnopolski, regionalne i lokalne wzorce przyrostowe oraz regiony dendroklimatyczne, a także dowiedli na podstawie sygnału klimatycznego, że dagleżja dostosowała się do klimatu w I krainie i z powodzeniem może być wprowadzana do tamtejszych drzewostanów.

W Europie Zachodniej dagleżja jest bardziej poznanym gatunkiem niż w Polsce. W Niemczech badaniami dagleżji zajęli się m.in. Winter (i in., 2015), czy Blohm z zespołem (2016), którzy scharakteryzowali pochodzące z południowych Niemiec drewno juwenilne i dojrzałe za pomocą szerokości przyrostu rocznego, procentowego udziału drewna późnego, grubości ściany cewki, kąta mikrofibryli, gęstości oraz modułu sprężystości przy zginaniu. Czesi sprawdzali czy gatunek obcy, jakim u nich jest dagleżja, będzie miał lepszą jakość od gatunków rodzimych, w szczególności świerka, który u nich masowo wypada (Giagli i in., 2019; Remeš i Zeidler, 2014; Zeidler i in., 2018). Określili oni szerokość przyrostów rocznych, udział drewna późnego, gęstość drewna, objętościowy skurcz, wytrzymałość na ściskanie oraz moduł sprężystości przy zginaniu. Właściwości drewna dagleżji sprawdzali również Belgowie (Henin i in., 2018; Pollet i in., 2017), Irlandczycy (Krajnc i in., 2019), Chorwaci (Perić i in., 2009), czy Holendrzy (Polman i Militz, 1996).

Jakość drewna jest pojęciem względnym i zależy od przeznaczenia drewna, natomiast jakość techniczna jest możliwa do jednoznacznego określenia na podstawie zbadania parametrów i wskaźników struktury cewek oraz właściwości strukturalnych, fizycznych, mechanicznych. W Polsce dotychczas nie wykonano kompleksowych badań jakości technicznej drewna dagleżji na próbkach pozyskanych z drzew ściętych, które umożliwiają poznanie ważnych z punktu widzenia użytkowego cech drewna i zachodzących między nimi zależności. Zatem istniejąca baza surowcowa jedlicy w Polsce nie jest poznana pod kątem jakości technicznej. Poznanie wartości badanych cech drewna dagleżji w zależności od położenia geograficznego i TSL pozwoli potencjalnie na bardziej racjonalne gospodarowanie surowcem tego gatunku w Polsce.

2. Przegląd literatury

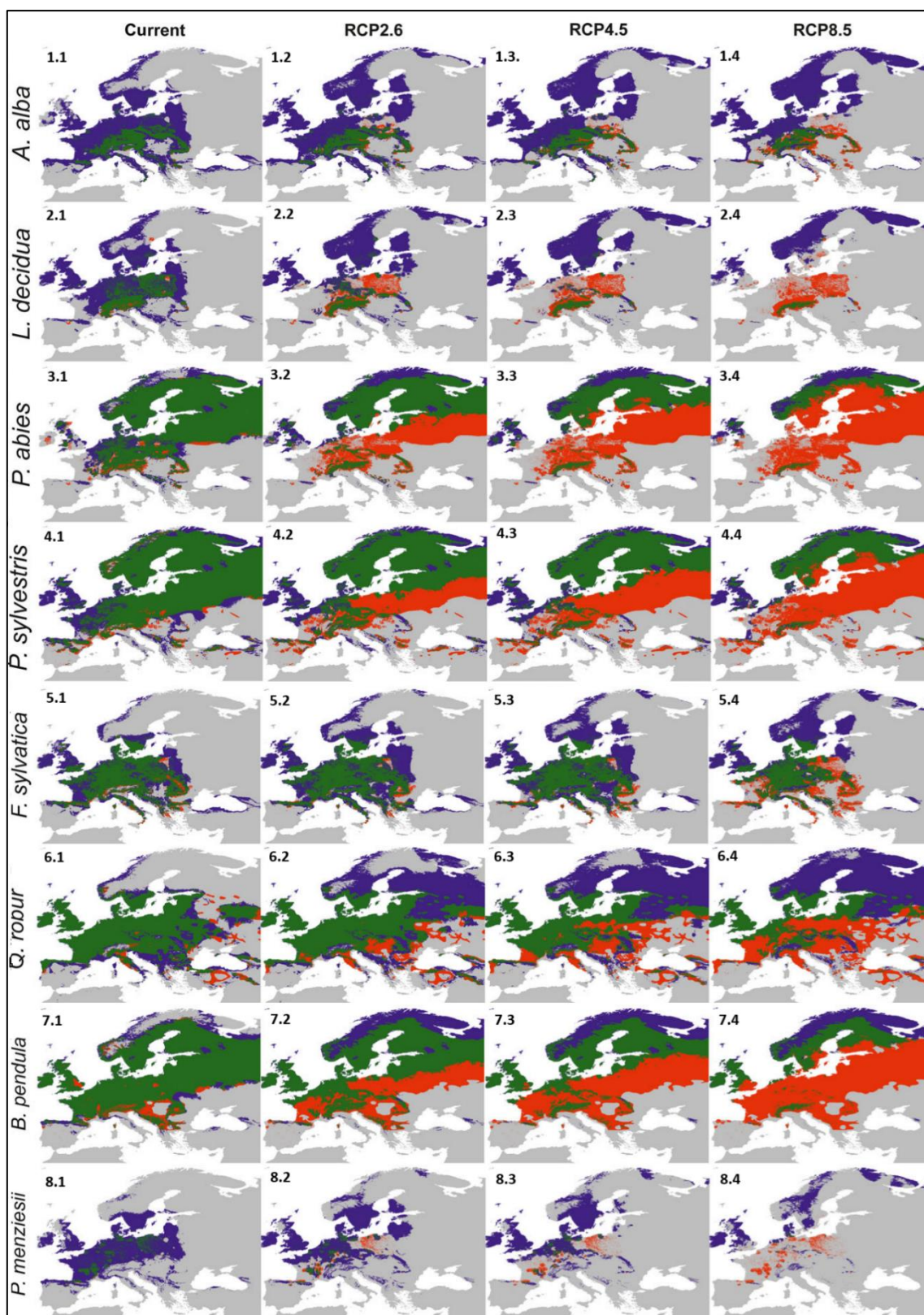
2.1. Lasy w Polsce i Europie a zmiany klimatu

Kiedyś zmiany klimatu były wywoływane wyłącznie przez naturalne czynniki. Jednak aktualnie największe znaczenie ma działalność człowieka (Kozakiewicz i Matejak, 2013). Wskutek industrializacji od końca XIX w. mamy do czynienia z globalnym ociepleniem. Lata 2011-2020 stanowiły najcieplejszą dekadę w historii, a w 2019 roku średnia temperatura na całym świecie była o 1,1°C wyższa niż przed początkiem epoki przemysłowej. W tej chwili globalne ocieplenie spowodowane działalnością ludzką postępuje w tempie 0,2°C co dekadę (Komisja Europejska, 2024a). Naturalnymi konsekwencjami zmian klimatu są: wyższe temperatury, susze i pożary, ograniczona dostępność wody słodkiej, większa częstotliwość zjawisk ekstremalnych np. powodzie, podnoszenie poziomu mórz i utrata obszarów przybrzeżnych, zmniejszanie bioróżnorodności, czy erozja gleb. Według prognoz, najbardziej znaczącym skutkiem tych zmian dla centralnej i wschodniej Europy będą ekstremalne temperatury. W połączeniu z mniejszymi opadami latem, mogą one zwiększać ryzyko wystąpienia suszy oraz prowadzić do większego zapotrzebowania na energię w okresie letnim. Przewiduje się także, że zwiększone opady w okresie zimowym przyczynią się do intensywniejszych i częstszych powodzi rzecznych zimą i wiosną. Prognozy sugerują również większą zmienność plonów oraz częstsze występowanie pożarów w lasach (Komisja Europejska, 2024b).

Ekosystemy leśne również podlegają zmianom klimatu i są przez nie zagrożone. Z drugiej strony wpływają na przebieg tych zmian np. poprzez regulację reżimu wodnego, sekwestrację CO₂, czy poprawę jakości powietrza (Vacek i in., 2023a). Zmiany klimatyczne, wraz z szybko rosnącymi temperaturami i coraz częstszymi i poważniejszymi suszami, mogą podważyć dalsze istnienie lasów w wielu regionach. Z tego powodu np. utworzono szwajcarską sieć CG (common garden), która jest obecnie największą siecią w Europie poświęconą poszukiwaniu gatunków drzew, które poradzą sobie z przyszłym klimatem (Streit i in., 2024). Wypadanie dotychczas lasotwórczych gatunków spowodowało konieczność reorganizacji ekosystemów leśnych w Europie i zarządzania tymi lasami (Borecki i in., 2017; Vacek i in., 2023b; Wessely i in., 2024). Jednak wprowadzane gatunki, które cechują się najlepszą adaptacją do ocieplającego się klimatu, wykazują niższą wydajność wzrostu (Thurm i in., 2018). W związku z niepewnością co do kierunku zmian oraz reakcji różnych gatunków, w leśnictwie zaleca

się stosowanie zarządzania adaptacyjnego, czyli takiego, które obejmuje zróżnicowanie składu gatunkowego i struktury przestrzennej drzewostanów (D'Amato i in., 2011; Malmshheimer i in., 2008). Natomiast w nowych warunkach dopuszcza się „uczenie się przez działanie”, które uwzględnia możliwość popełniania błędów (Bodin i Wiman, 2007).

Wszystkie te zmiany powodują także zmiany w składach gatunkowych europejskich i polskich lasów i przesunięcia zasięgów wielu gatunków (Zajączkowski i in., 2013). Badanie wpływu zaburzeń leśnych w latach 2000-2020 na zasięg 6 głównych europejskich gatunków (jodła pospolita, buk zwyczajny, świerk pospolity, sosna czarna, sosna zwyczajna i dąb szypułkowy) wykazało zachowanie stabilności w rozmieszczeniu tych gatunków, a jedyne negatywne reakcje odnotowano na skrajach zasięgu szerokości geograficznej każdego gatunku (Bonannella i in., 2024). Ci sami autorzy zauważają stały wzrost zdarzeń powodujących zaburzenia, którymi najczęściej były silne wiatry i ogień. Podobne obserwacje wykazano w pracy Panayotova z zespołem (2019), którzy dla terenów górskich Bułgarii wskazują dodatkowo na rolę śniegu i lawin oraz potencjalne inwazje owadów, które ze względu na niższą temperaturę dotychczas nie rozwijały się w górach. Rola przesunięć zasięgu gatunków jest często pomijana w badaniach nad zmianami klimatu, choć ich skutki mogą stać się szczególnie ważne w niektórych miejscach: negatywne pod względem produktywności w lasach o ciepłych i suchych warunkach, ale pozytywne w miejscach o zimnych warunkach (García-Valdés i in., 2020). García-Valdés, Bugmann i Morin (2018) wskazują, że utrata różnorodności w ekosystemach leśnych przez zmianę klimatu jest bardziej dotkliwa niż utrata spowodowana czynnikiem losowym. Szczególnie negatywny wpływ będzie można zauważyć w lasach rosnących w najzimniejszych warunkach, ponieważ składają się one z małej liczby gatunków lasotwórczych, które dodatkowo są bardziej podatne na zmieniające się warunki. Dominująca rola ocieplenia klimatu i siedlisk klimatycznych gatunków w ostatnich zmianach wzrostu została podkreślona w Europie Zachodniej. Obawy budzi kwestia gatunków śródziemnomorskich, których wzrost spada w cieplejszym klimacie ze stabilnymi opadami (Charru i in., 2017). W związku z wypadaniem kluczowych gatunków lasotwórczych tj. świerk, czy sosna konieczne jest zwiększanie udziału gatunków liściastych (Chakraborty i in., 2024; Frischbier i in., 2019; Puchałka i in., 2023), ale także wprowadzanie innych gatunków iglastych, które są dostosowane do nowych warunków klimatycznych. Taką alternatywą dla wypadających gatunków jest między innymi daglezja zielona (ryc. 1), która pod kątem właściwości drewna



Ryc. 1. Obecne i prognozowane zasięgi jodły pospolitej (1.), modrzewia europejskiego (2.), świerka pospolitego (3.), sosny zwyczajnej (4.), buka zwyczajnego (5.), dębu szypułkowego (6), brzozy brodawkowatej (7.) i daglezi zielonej (8.) przewidywane dla obecnego klimatu (X.1) i dla trzech scenariuszy zmiany klimatu: optymistycznego (RCP2.6; panele X.2), umiarkowanego (RCP4.5; panele X.3) i pesymistycznego (RCP8.5; panele X.4). Zielony obszar przedstawia nakładanie się obecnych i przyszłych prognozowanych zakresów, niebieski - potencjalne rozszerzenie zakresu, a czerwony - potencjalne ograniczenie zakresu (Dyderski i in., 2017)

jest porównywana z modrzewiem (Da Ronch i in., 2016; Dyderski i in., 2017; Vacek i in., 2023a; van Loo i Dobrowolska, 2019). Równie obiecującymi gatunkami są: jodła pospolita i buk zwyczajny, które w zmieszaniu mogą złagodzić skutki np. suszy lub zakwaszenia, ale mogą nie ochronić ekosystemów leśnych przed długoterminowymi zmianami (Bosela i in., 2018). Chociaż Stojanović z zespołem (2014) wskazują, że serbskie drzewostany m.in. z jodłą srebrzystą czy bukiem zwyczajnym są znacznie zagrożone i warto dokonać szczegółowych pomiarów dla południowo-wschodniej Europy. W celu łagodzenia zmian klimatu warto zalesiać grunty porolne. Należy jednak wybrać właściwe gatunki, aby zmaksymalizować wzrost drzew (Lutter i in., 2021). Najlepszym gatunkiem w tym celu według autorów jest modrzew.

Prognozy zmian klimatu wskazują w całej Polsce na znaczne wydłużenie sezonu wegetacyjnego w lesie - od 18 do 52 dni, z czego najwięcej w obszarach górskich (Wertz i Wilczyński, 2022). Możliwa jest także identyfikacja miejsc mniej podatnych na zmianę klimatu oraz przewidywanie miejsc o większym prawdopodobieństwie trwałości gatunków (Dyderski i Pawlik, 2020). Zajączkowski z zespołem (2013) przewidują, że głównym czynnikiem środowiskowym, który będzie wpływał na wzrost drzew w Polsce, będzie niedobór wody wynikający ze zwiększonej ewapotranspiracji. Wskutek tego regionalnie zmniejszy się udział gatunków tj. olsza, świerk, czy brzoza.

2.2. Daglezja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

Daglezja zielona zwana jest także jedlicą; Douglas fir, Columbian pine, yellow fir (po angielsku); Douglas, Douglas vert, Sapin de Douglas, pin de l'Oregon (po francusku), czy też Douglassie, Douglassholz lub Douglas Fichte (po niemiecku) (Kozakiewicz i Wieruszewski, 2005). DG to zimozielone drzewo z rodziny sosnowatych (*Pinaceae*), które w USA, Kanadzie i Meksyku (rodzima lokalizacja) osiąga ponad 100 m wysokości i pierśnicę 4,7 m, zaś w Europie Środkowej do 50 m i żyje do 800 lat (Bachofer i Mayer, 2010; Witkowska-Żuk, 2013). Stwierdzono jednak wyższe osobniki np. daglezja Helena w Nadleśnictwie Bardo Śląskie uznawana za najwyższe drzewo w Polsce, której wysokość wynosi 59,4 m, a obwód 3,55 m (Uchwała nr XXXII/249/2022 z dnia 30 marca 2022 r.). Również ponad 50 m miały osobniki rosnące w naszym kraju, z których zrobiono najdłuższe na świecie deski - pierwsza w Szymbarku o długości 36,83 m, druga w Lęborku o długości 40,815 m i masie 1388 kg oraz trzecia również w Szymbarku o długości 46,53 m – oficjalny rekord Guinnessa (Zarzyński i Tomusiak, 2014). W Polsce, w Karnieszewicach (RDLP Szczecinek) znajduje się pomnikowa aleja składająca się

z sześciu daglezi. W 2014 r. osiągały 40-43 m wysokości oraz następujące obwody: 4,83 m, 4,08 m, 3,32 m, 3,38 m, 3,51 m i 4,24 m (Zarzyński i in., 2016). Chylarecki (2004) wykazał, że w wieku 80 lat przeciętna zasobność drzewostanów daglezjowych wynosi ok. 640 m³/ha, a maksymalnie 850 m³/ha, co jest wartością zbliżoną do wydajności drzewostanów jodłowych w I klasie bonitacji. Jednak zasobność drzewostanów DG może dochodzić nawet do 1000 m³/ha (Będkowska i in., 2012).

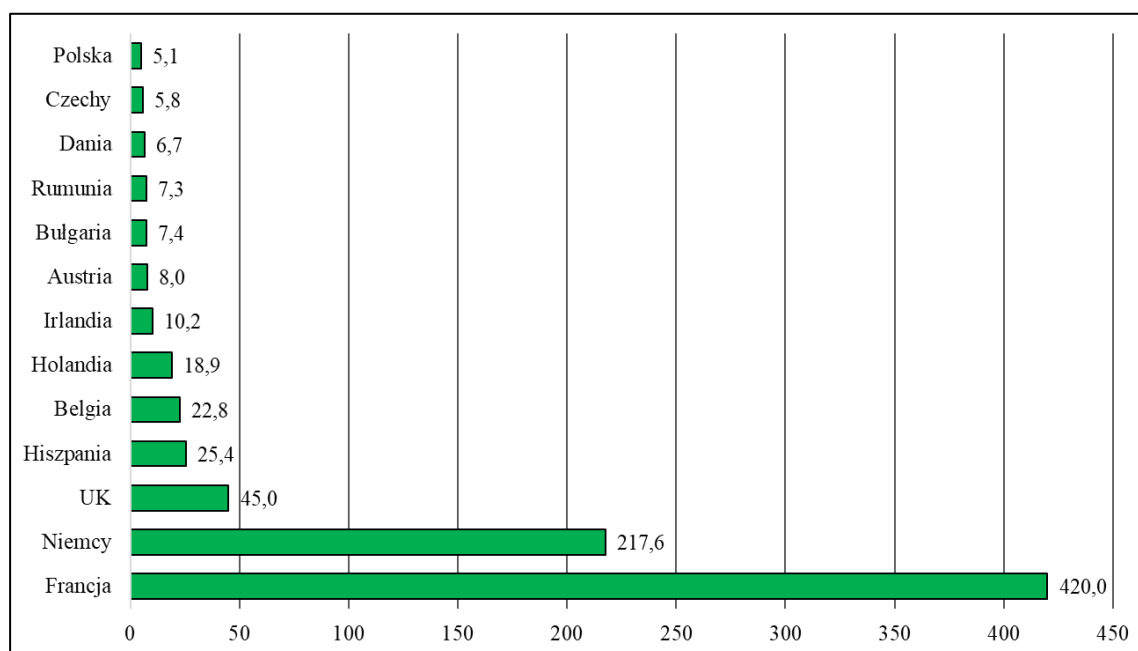
W Ameryce występuje wiele odmian lokalnych daglezi, które dostosowały się do różnorodnych warunków środowiska. Do Europy dendrolodzy sprowadzili trzy odmiany, które najbardziej odpowiadają europejskim klimatom: odmianę *viridis* (zielona lub nizinna) do regionów wilgotnych, położonych bliżej morza, odmianę *glauca* (sina lub górską) do klimatu bardziej kontynentalnego, górskiego oraz odmianę *caesia* (pośrednia) do regionów pomiędzy klimatem nizinnym a górskim (Maciejowski, 1951). W Polsce do czynienia mamy głównie z odmianą siną. Wymagania klimatyczne DG są zbliżone do jodły pospolitej, tj. wymaga dużej wilgotności powietrza i gleby, szybko rośnie na glebach świeżych, żyznych i przepuszczalnych, na siedliskach lasu mieszanego świeżego, lasu świeżego, lasu mieszanego górskiego i lasu górskiego. Jedlica jest gatunkiem cienioznośnym, ale mniej niż świerk, wrażliwym na niskie temperatury (bardziej odporna jest odmiana sina), ale odpornym na zanieczyszczenia powietrza (Beinhofer i Knoke, 2011; Burzyński, 1990; Chylarecki, 2004; Čater, 2021; Debryniuk, 2020; Jaworski, 2011; Witkowska-Żuk, 2013). Chociaż badania Ziemiańskiej z zespołem (2019) wskazują, że drzewostany daglezjowe w pobliżu zakładów przemysłowych w Kędzierzynie-Koźlu w latach 70. XX w. ucierpiały bardziej niż sosnowe.



Ryc. 2. Ogólny pokrój, wygląd igliwia i pąków oraz charakterystycznych szyszek DG (Gach, 2021)

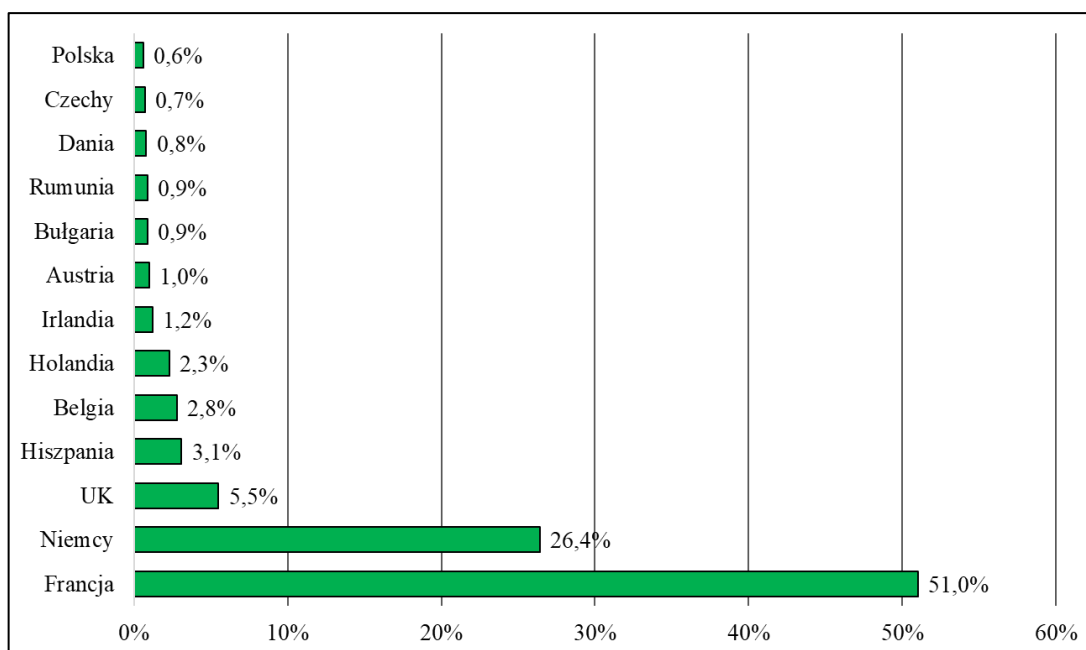
Pod względem botanicznym DG charakteryzuje się (ryc. 2): jednopiennością, prostym pokrojem z regularnie stożkową koroną, sercowatym systemem korzeniowym,

skrętołegłymi, niebieskozielonymi, spłaszczonymi i miękkimi igłami zwykle 2-3 (4,5) cm długości, równowąskimi po całej długości, z ogonkami odstającymi ukośnie od gałązki, wrzecionowatymi, zaostrozonymi, brązowymi i błyszczącymi pąkami długości do 1 cm, zwisającymi szyszkami o długości 5-10 cm z wyraźnymi trójspiczastymi wyrostkami łusek wspierających (Bachofer i Mayer, 2010; Jaworski, 2011; Podbielkowski, 1985; Rutkowski, 2008; Witkowska-Żuk, 2013).

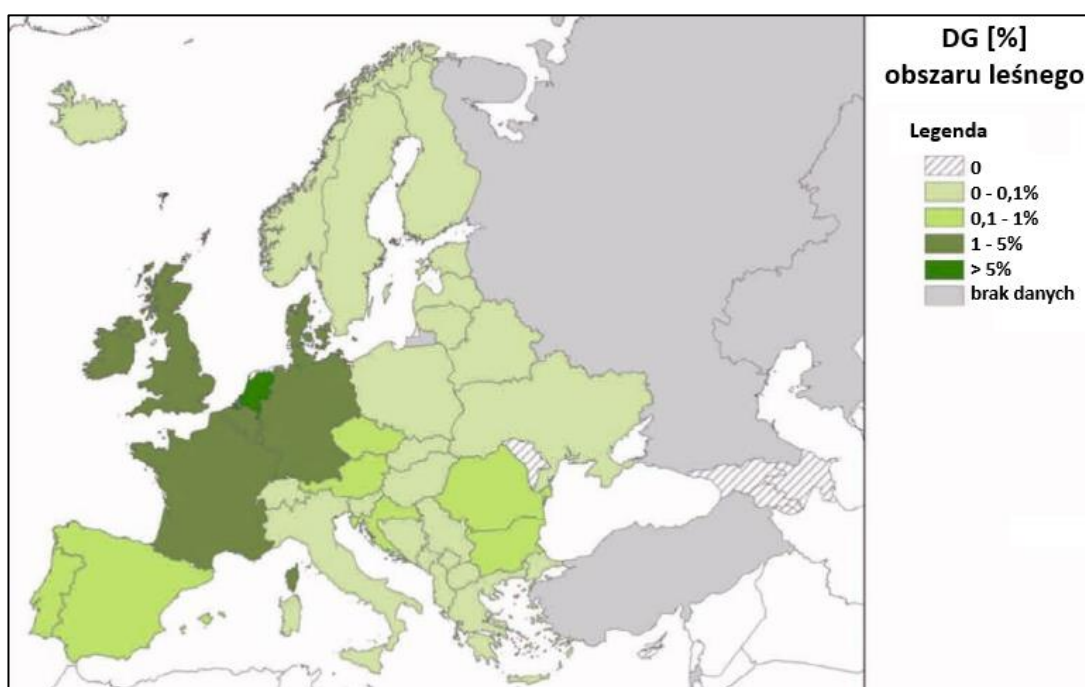


Ryc. 3. Powierzchnia [tys. ha] zajmowana przez DG (opracowanie własne na podstawie van Loo i Dobrowolska, 2019)

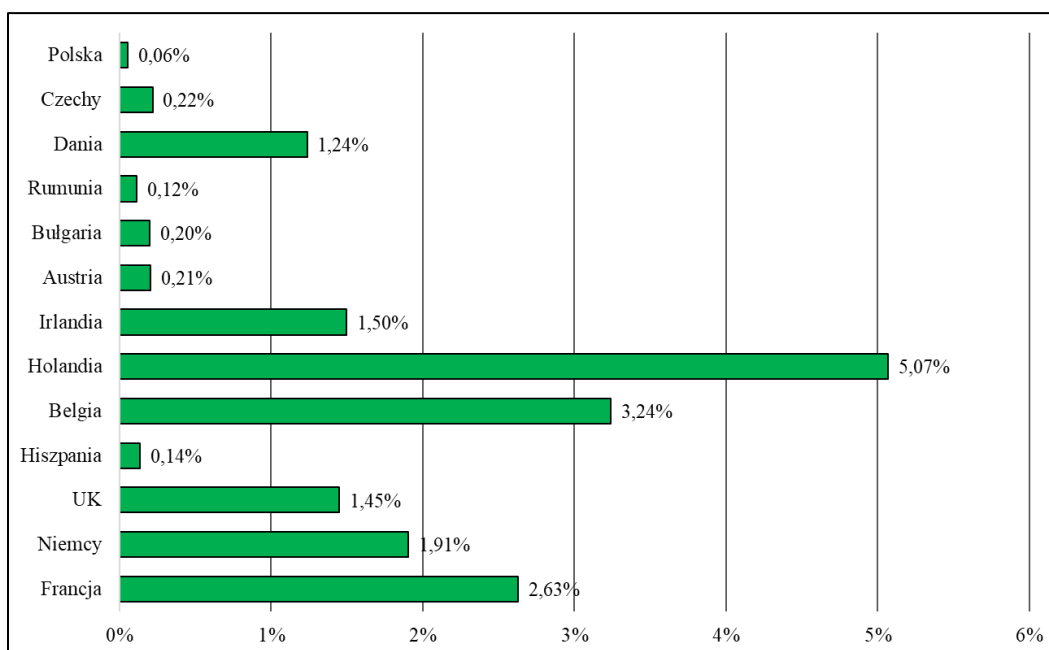
Łącznie DG zajmuje ponad 823 tys. ha lasów 35 europejskich krajów, zajmując tym samym ok. 0,4% powierzchni lasów Europy. Największa powierzchnia z DG występuje we Francji (420,0 tys. ha) i w Niemczech (217,6 tys. ha), zaś Polskę porasta 5,1 tys. ha (ryc. 3). W przeliczeniu na udział procentowy francuskie drzewostany daglezjowe stanowią 51,0% europejskich drzewostanów, niemieckie 26,4%, zaś polskie 0,6% (ryc. 4). Natomiast, jeśli spojrzeć na procentowy udział DG w drzewostanach poszczególnych krajów największy jej udział jest w Holandii, później w Belgii i dopiero na 3. miejscu Francja (ryc. 5-6). W Polsce DG zajmuje 0,06% powierzchni leśnej.



Ryc. 4. Udział procentowy [%] europejskich drzewostanów daglezjowych (opracowanie własne na podstawie van Loo i Dobrowolska, 2019)



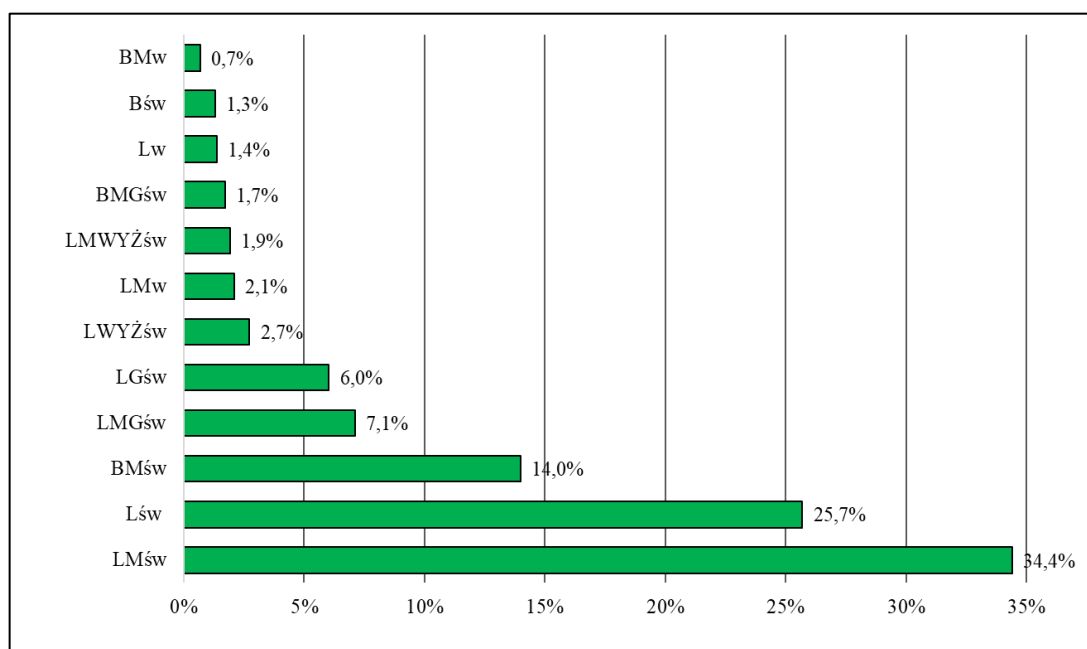
Ryc. 5. DG w Europie (w % powierzchni leśnej poszczególnych krajów) (van Loo i Dobrowolska, 2019)



Ryc. 6. DG w Europie (w % powierzchni leśnej poszczególnych krajów) (opracowanie własne na podstawie van Loo i Dobrowolska, 2019)

DG to jeden z najbardziej rozpowszechnionych gatunków obcych we florze Polski i Europy, którego znaczenie rośnie (Brus i in., 2019; Gazda, 2013; Gazda i Augustynowicz, 2012; Hermann i Lavender, 1999; Jastrzębowski i Klisz, 2014; Johnson i Gartner, 2006; Spiecker, 2019). Naturalizowana w większości europejskich krajów, w których została wprowadzona (Carrillo-Gavilan i Vila, 2010; Puchałka i in., 2023). We florze Polski wciąż uważana za nieinwazyjny gatunek obcy (Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, 2022). Introdukcję tego gatunku w kraju rozpoczął Stanisław Wodzicki w 1833 r. poprzez sprowadzenie osobników ze szkółki Johanna Botha w Klein-Flottbeck (Szymanowski, 1959). Były to jednak głównie nasadzenia parkowe. Do upraw leśnych w Polsce DG została wprowadzona ok. 1880 r. w Beskidzie Śląskim, m.in. w Zawoi i Ujsolach (Będkowska i in., 2012; Jaworski, 2011; Maciejowski, 1951). Daglezja znajduje korzystne dla wzrostu warunki w północno-zachodniej, zachodniej i południowo-zachodniej części Polski. Również tam stanowi największy udział w drzewostanach (SPDiNoPL, 2017). Brak jednak dokładnej informacji o jej powierzchni w Roczniku Statystycznym Leśnictwa wydawanym przez Główny Urząd Statystyczny. Jedyna informacja jaką podaje GUS (2023) dotyczy roku 1945, w którym to daglezja wraz z jodłą zajmowała 175 tys. ha powierzchni leśnej, co stanowiło 2,7%. Według ustaleń Sagana i in. (2013) na podstawie analiz danych z SILP, DG wchodziła w skład około 25 tys. drzewostanów i zajmowała powierzchnię ponad 5200 ha. Z otrzymanych danych z BDL (stan na 01.01.2017) wynika, że DG występuje w ponad

31 tys. wydzieleniach o łącznej powierzchni 125,6 tys. ha, z czego w 1327 drzewostanach o powierzchni 3 tys. ha jej udział wynosi przynajmniej 50%. Według analiz przeprowadzonych przez Sagana (2014) DG jest gatunkiem niezwykle plastycznym i o szerokim spektrum wymagań. Jak wskazuje Puchałka z zespołem (2023) najważniejszą zmienną bioklimatyczną jest roczny zakres temperatur. W Polsce występuje aktualnie na terenie całego kraju, we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, na 19 siedliskowych typach lasu, przy czym najliczniej na LMś i Lśw (ryc. 7). Zasady Hodowli Lasu (2023) ograniczają wprowadzanie DG do plantacji upraw drzew szybko rosnących na siedliskach LMśw i Lśw w krainach I, III i V oraz w zachodniej części krain II, IV i VI. Również takie lokalizacje zaleca Jaworski (2011).



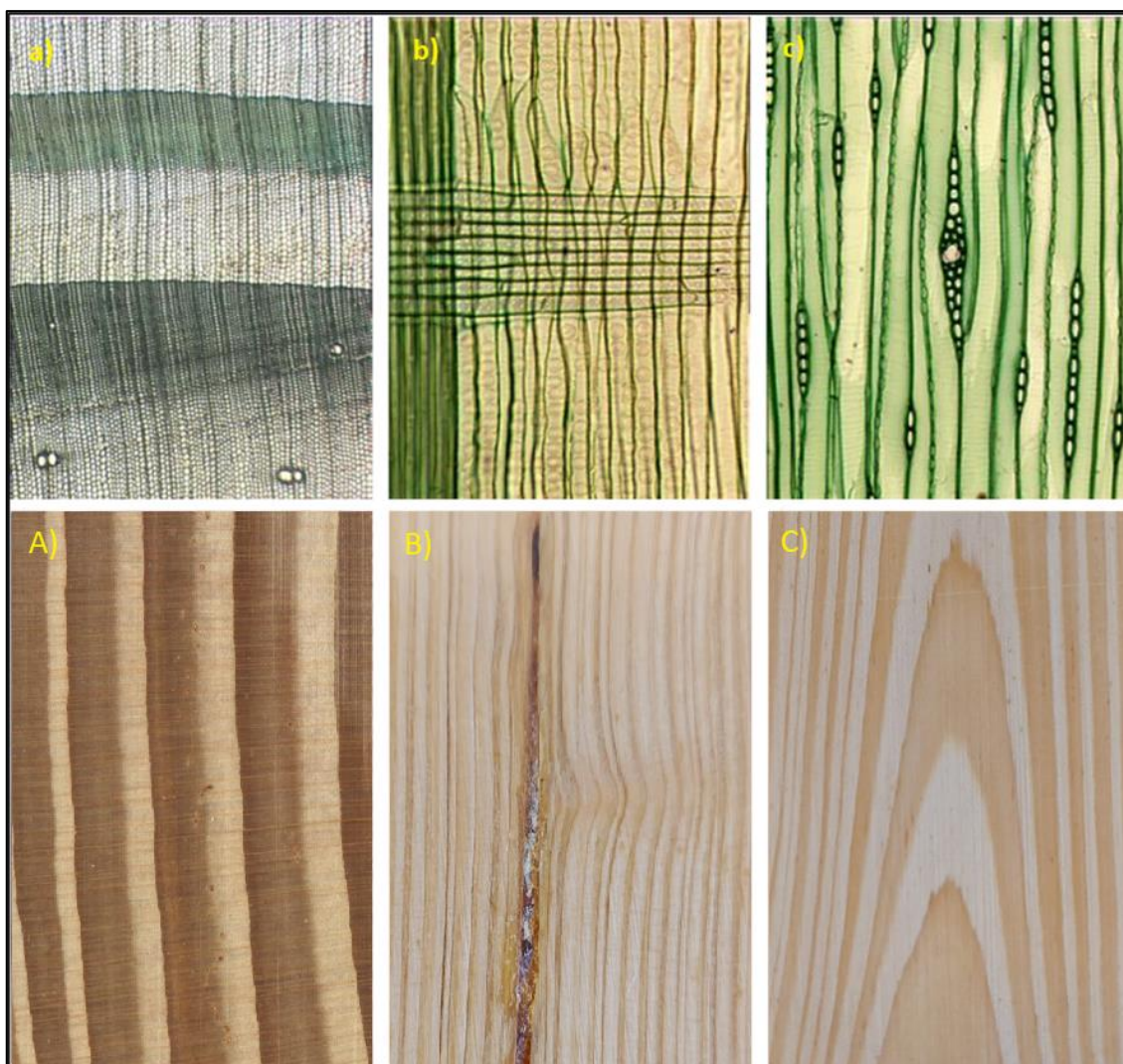
Ryc. 7. Udział procentowy DG w Polsce na wybranych TSL (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych o Lasach)

2.3. Drewno daglezi zielonej

Drewno DG jest cenne, a pod względem właściwości podobne do sosny i modrzewia (Podbielkowski, 1985), dlatego w Stanach Zjednoczonych pod względem zastosowania jest odpowiednikiem surowca sosnowego w Polsce. Biel i twardziel w drewnie DG są dobrze odgraniczone. Biel prawie biały lub żółtawobiały, rzadko powyżej 5 cm. Twardziel pod wpływem światła ciemnieje, uzyskując barwę czerwoną lub czerwono-brązową. Jaśniejsze jest drewno o węższych przyrostach. Słoje roczne wyraźne, zwykle szerokie z dużym udziałem drewna późnego, a przejście między drewnem wczesnym a późnym dość ostre. Przewody żywiczne występują nielicznie,

a promienie drzewne są bardzo drobne i widoczne jedynie na przekroju ściśle promieniowym (ryc. 8A-C).

Głównym elementem budującym drewno daglezi są cewki, które stanowią ok. 93%. Cewki drewna wczesnego są cienkościenne, a na przekroju poprzecznym mają kształt pięcio- lub sześcioboczny. Natomiast cewki drewna późnego są grubościenne i spłaszczone w kierunku promieniowym. Promienie drzewne są niejednorodne, wrzecionowate i głównie jednorzędowe. Warstwy brzeżne promieni składają się z cewek poprzecznych przeważnie o gładkich ścianach. Natomiast wewnętrzne warstwy tworzą komórki miękiszowe o grubych ścianach posiadające na polach krzyżowych jamki proste typu piceoidalnego. Miękiś drzewny podłużny występuje bardzo nielicznie w drewnie późnym przy granicy słoja rocznego. Przewody żywiczne podłużne występują pojedynczo lub po 2, najczęściej w początkowej strefie drewna późnego i stanowią ok. 0,2% (Kokociński, 2005; Kozakiewicz i Krzosek, 2013; Kozakiewicz i Wieruszewski, 2005). Opisane cechy mikroskopowe można zobaczyć na ryc. 8a-c.



Ryc. 8. Obrazy mikroskopowe i makroskopowe drewna DG – (a, A) przekrój poprzeczny, (b, B) przekrój promieniowy, (c, C) przekrój styczny (a-c Kozakiewicz i Wieruszewski, 2005; A zdjęcia własne, B-C fot. H. Lachowicz)

Drewno DG jest twarde, średnio kurcziwe, dość kwasoodporne. Zależnie od szybkości wzrostu może mieć różną szerokość przyrostów rocznych. Drewno łatwo się suszy, bez skłonności do paczenia. Dobrze się klei, struga, skrawa na płasko i obwodowo, wierci, frezuje, szlifuje, poleruje i barwi. Twardziel trudno nasycy się środkami ochrony drewna, a w pięciostopniowej skali naturalnej trwałości wobec grzybów wynosi 3 – drewno średnio trwałe. Dzięki temu DG jest wykorzystywana w budownictwie wodnym oraz szkutnictwie na elementy łodzi i jachtów. Służy również do produkcji oklein, podkładów kolejowych, litych elementów konstrukcyjnych, jak i wyposażenia domów np. podłogi, meble, czy boazerie. Drewno DG wykorzystywane jest także w przemyśle sklejkowym, celulozowym, płyt wiórowych i pilśniowych (Kozakiewicz i Wieruszewski, 2005; Krzysik, 1978; Murat, 2021; Spława-Neyman i Owczarzak, 2006; Wdowiak, 2017). Z rozmów z leśnikami w trakcie badań terenowych oraz przedstawicielami przemysłu

drzewnego wynika, że w badanych regionach z drewna DG najczęściej produkuje się deskę tarasową oraz elementy ogrodowe. Trzeba jednak uwzględnić wady tego gatunku, takie jak sękatość, zgnilizna wewnętrzna, krzywizna i pęknięcia, które obniżają jakość surowca, szczególnie w przypadku DG pochodzenia krajowego (Kozakiewicz, 2020). Najistotniejszą wadą są sęki, które eliminują z wyższych klas jakości od 50 do 90% surowca drzewnego spełniającego wyranki wymiaru w klasyfikacji jakościowo-wymiarowej (Giefing i Pazdrowski, 2012). Obniżają one wytrzymałość drewna na ściskanie wzdłuż włókien i na zginanie statyczne. Ponadto zaburzają one budowę drewna, co utrudnia łupanie i skrawanie surowca (Kimbar, 2012; Mielczarek, 1994).

Wiek rębności DG wynosi 80 lat (Rozporządzenie Ministra Środowiska, 2012; Wagenführ i Scheiber, 1974). W latach 2006-2018 rosło pozyskanie grubizny DG w Polsce, szczególnie w zachodnich regionach, gdzie baza surowcowa tego gatunku jest największa. Ceny drewna daglezji są wyższe od średnich cen gatunków rodzimych, co wskazuje na zainteresowanie rynku tym gatunkiem. Główną część pozyskanego drewna stanowi wysokiej jakości drewno wielkowymiarowe. Obecnie znaczenie drewna DG w Polsce jest niewielkie ze względu na ograniczony udział powierzchniowy i miąższościowy. Jednak ze względu na wysoką rentowność, wynikającą z dużej produktywności, wysokich cen oraz zainteresowania rynkowego, warto rozważyć szersze wykorzystanie DG w gospodarce leśnej (Giedrowicz i in., 2020; Kubeček i in. 2014). Pozyskanie DG wzrosło także w RDLP Olsztyn (Bieniaszewski i in., 2015). Potencjał produkcyjny, specyficzne możliwości wykorzystania surowca, czy adaptacja do zmian klimatu powoduje wzrost zainteresowania surowcem DG na rynku drzewnym i jego potencjalną opłacalność (Bijak i Zastocki, 2021; Jamińska i in., 2018; Kantor, 2008; Kantor i Mareš, 2009). Szczególnie obiecujące jest zakładanie plantacji na gruntach porolnych (Piszczek i in., 2012), ponieważ DG jest mniej podatna na grzyba *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (Da Ronch i in., 2016).

3. Cel, zakres badań i hipotezy badawcze

Jakość drewna jest pojęciem względnym i zależy od przeznaczenia drewna, natomiast jakość techniczna jest możliwa do jednoznacznego określenia na podstawie zbadania wybranych parametrów i wskaźników struktury cewek oraz właściwości strukturalnych, fizycznych i mechanicznych. Decydują one o przeznaczeniu drewna, dlatego ważne jest poznanie czynników, które na nie wpływają. W Polsce dotychczas nie wykonano kompleksowych badań jakości technicznej drewna daglezji na próbkach pozyskanych z drzew ściętych, które umożliwiają poznanie ważnych z punktu widzenia użytkowego cech drewna.

Celem pracy było zbadanie jakości technicznej drewna daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w zależności od położenia geograficznego (lokalizacji drzewostanów), typu siedliskowego lasu i grubości drzew w Polsce.

Zakres prac obejmował wykonanie pomiarów i analizę 38 właściwości drewna:

- a) parametry i wskaźniki struktury cewek drewna (w rozbiciu na drewno wczesne i późne):
 - 1. długość cewek [μm],
 - 2. szerokość cewek [μm],
 - 3. światło cewek [μm],
 - 4. grubość ściany cewek [μm],
 - 5. wskaźnik smukłości S ,
 - 6. wskaźnik giętkości,
 - 7. wskaźnik sztywności ϕ [%],
 - 8. wskaźnik sztywności wg Runkla R ,
 - 9. wskaźnik Mühlstepha M ,
 - 10. wskaźnik zwartości,
- b) właściwości strukturalne:
 - 1. średnia szerokość słoja TRW [mm],
 - 2. procentowy udział drewna późnego LW [%],
- c) właściwości fizyczne:
 - 1. gęstość drewna określona na próbkach $20 \times 20 \times 300$ mm ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
 - 2. gęstość drewna określona na próbkach $20 \times 20 \times 30$ mm ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
 - 3. gęstość drewna absolutnie suchego określona na próbkach $20 \times 20 \times 30$ mm ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
 - 4. gęstość umowna drewna określona na próbkach $20 \times 20 \times 30$ mm ρ_u [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
 - 5. porowatość C [%],

6. procentowy udział substancji drzewnej D [%],
 7. skurcz całkowity w kierunku wzdłuż włókien β_{maxL} [%],
 8. skurcz całkowity w kierunku promieniowym β_{maxR} [%],
 9. skurcz całkowity w kierunku stycznym β_{maxT} [%],
 10. objętościowy skurcz całkowity β_{maxV} [%],
 11. współczynnik skurczu w kierunku wzdłuż włókien $K_{\beta L}$ [%],
 12. współczynnik skurczu w kierunku promieniowym $K_{\beta R}$ [%],
 13. współczynnik skurczu w kierunku stycznym $K_{\beta T}$ [%],
 14. współczynnik objętościowego skurczu całkowitego $K_{\beta V}$ [%],
 15. wskaźnik anizotropii kurczenia się A_{β} ,
 16. prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie c [m/s],
 17. dynamiczny moduł sprężystości E [MPa],
 18. tłumienie dźwięku T [$m^4 \cdot (s \cdot kg)^{-1}$],
 19. oporność akustyczna drewna Z [$kN \cdot s \cdot m^{-3}$],
 20. stała akustyczna k [$(Pa \cdot (kg \cdot m^{-3})^{-3})^{0.5}$],
- d) właściwości mechaniczne:
1. wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien R_c [MPa],
 2. wytrzymałość na zginanie statyczne R_g [MPa],
 3. moduł sprężystości przy zginaniu statycznym E_g [MPa],
 4. współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien JR_c [km],
 5. współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym JR_g [km],
 6. współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym JE_g [km].

Na potrzeby badań przyjęto hipotezę badawczą:

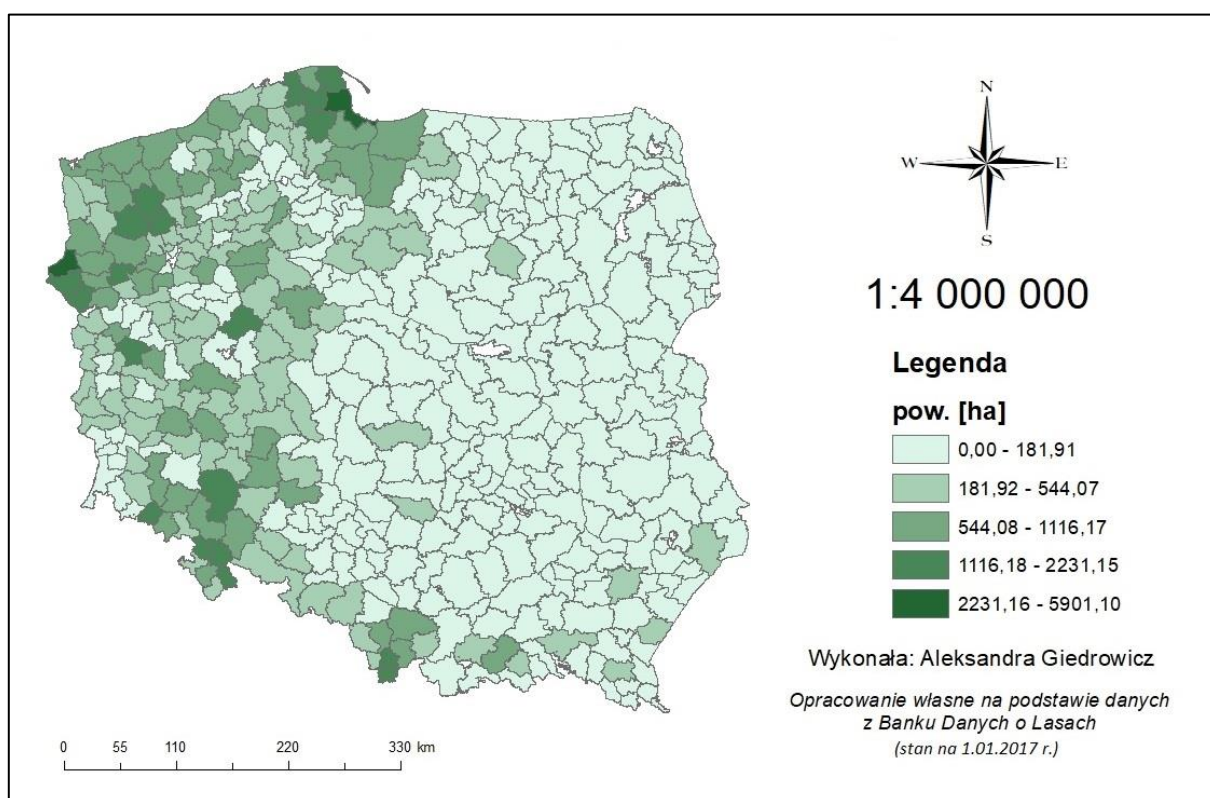
- jakość techniczna drewna daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rosnącej w Polsce określona wybranymi parametrami i wskaźnikami struktury cewek, właściwościami strukturalnymi, fizycznymi i mechanicznymi wykazuje istotne różnice w zależności od lokalizacji powierzchni badawczych, TSL i grubości drzew.

4. Materiały i metodyka badań

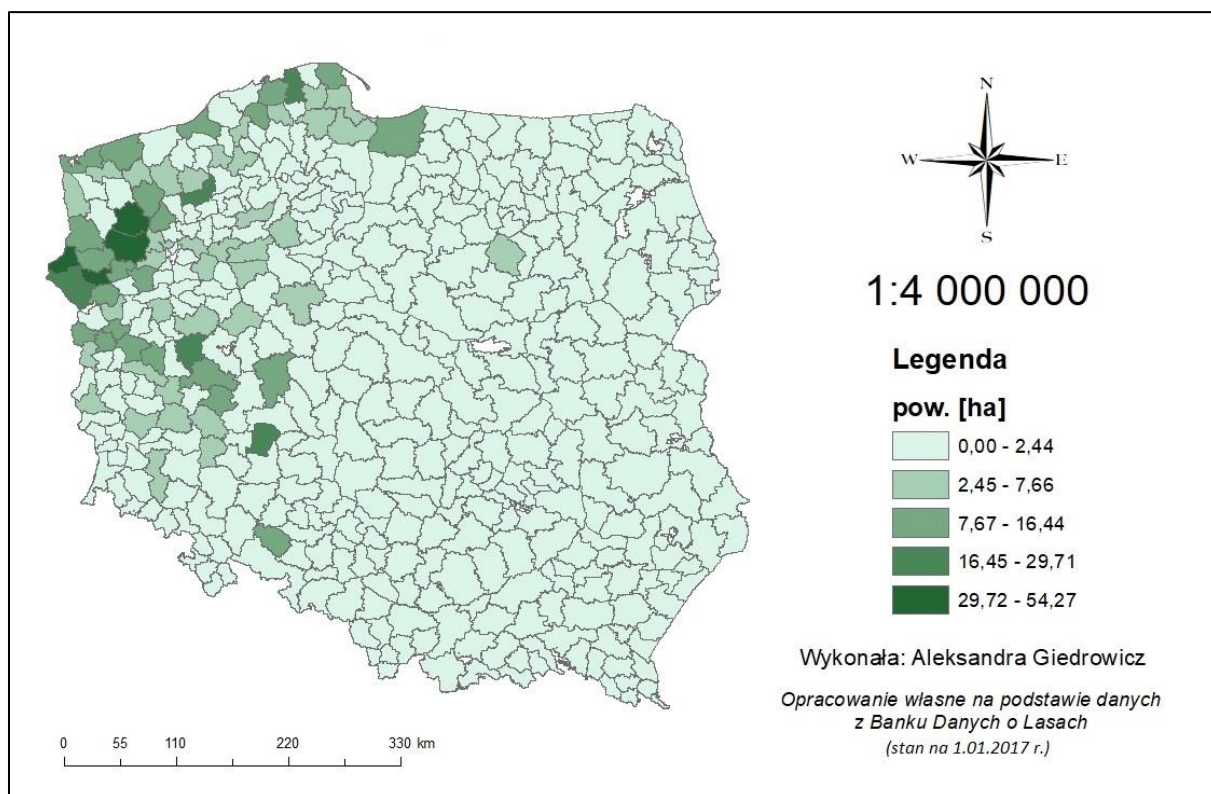
4.1. Wyznaczenie i charakterystyka powierzchni badawczych

W celu wyznaczenia powierzchni badawczych uzyskano dane z BDL (baza SILP; stan na 1.01.2017 r.) do wykonania analiz wszystkich drzewostanów z DG w Polsce. Pozwoliły one określić zasięg występowania oraz udział powierzchniowy (ryc. 9 i 10) i miąższościowy (ryc. 11 i 12) DG w Polsce. Na ich podstawie dokonano wyboru 5 nadleśnictw z największą bazą surowcową jedlicy (ryc. 13), w których potencjalnie można było założyć pary powierzchni badawczych (po jednej powierzchni na siedlisku LMśw i Lśw). Drzewostany zostały wytypowane na podstawie następujących kryteriów:

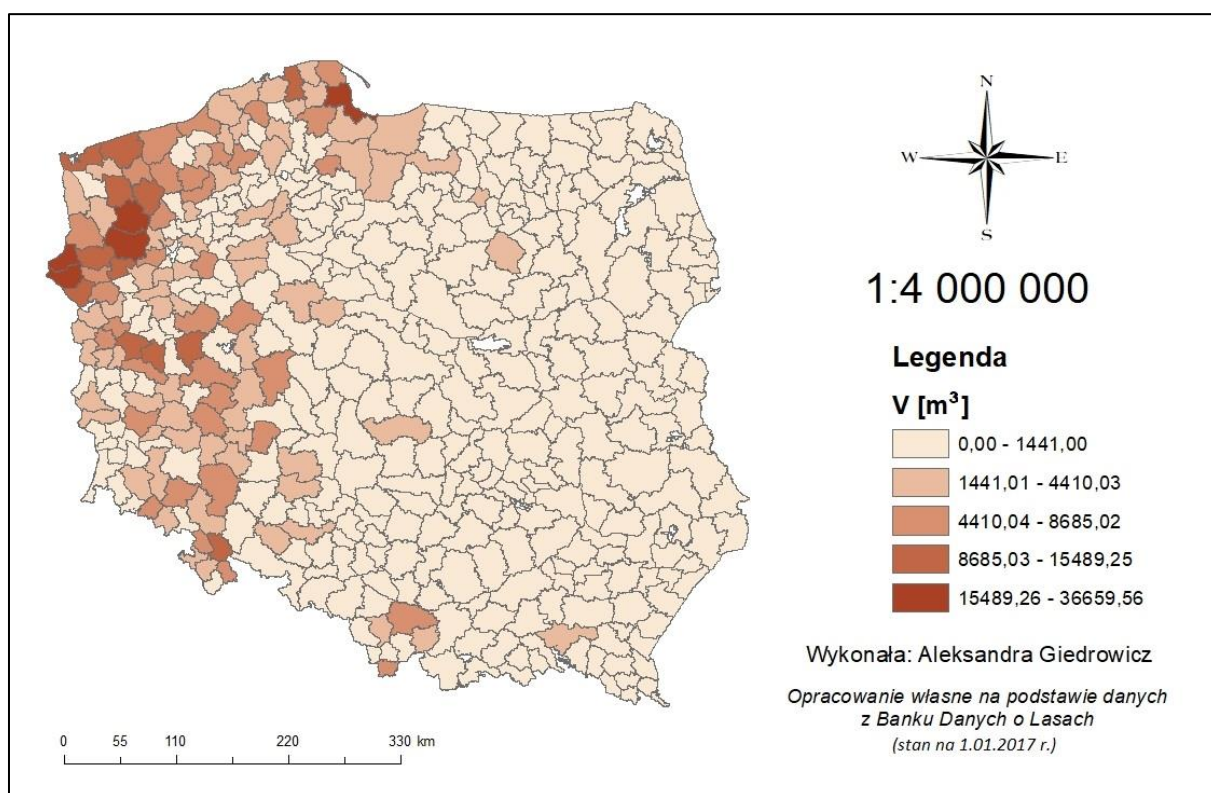
- powierzchnia drzewostanu z daglezią > 1 ha,
- udział daglezi w drzewostanie > 50%,
- V i VI klasa wieku drzewostanu,
- siedlisko LMśw i Lśw.



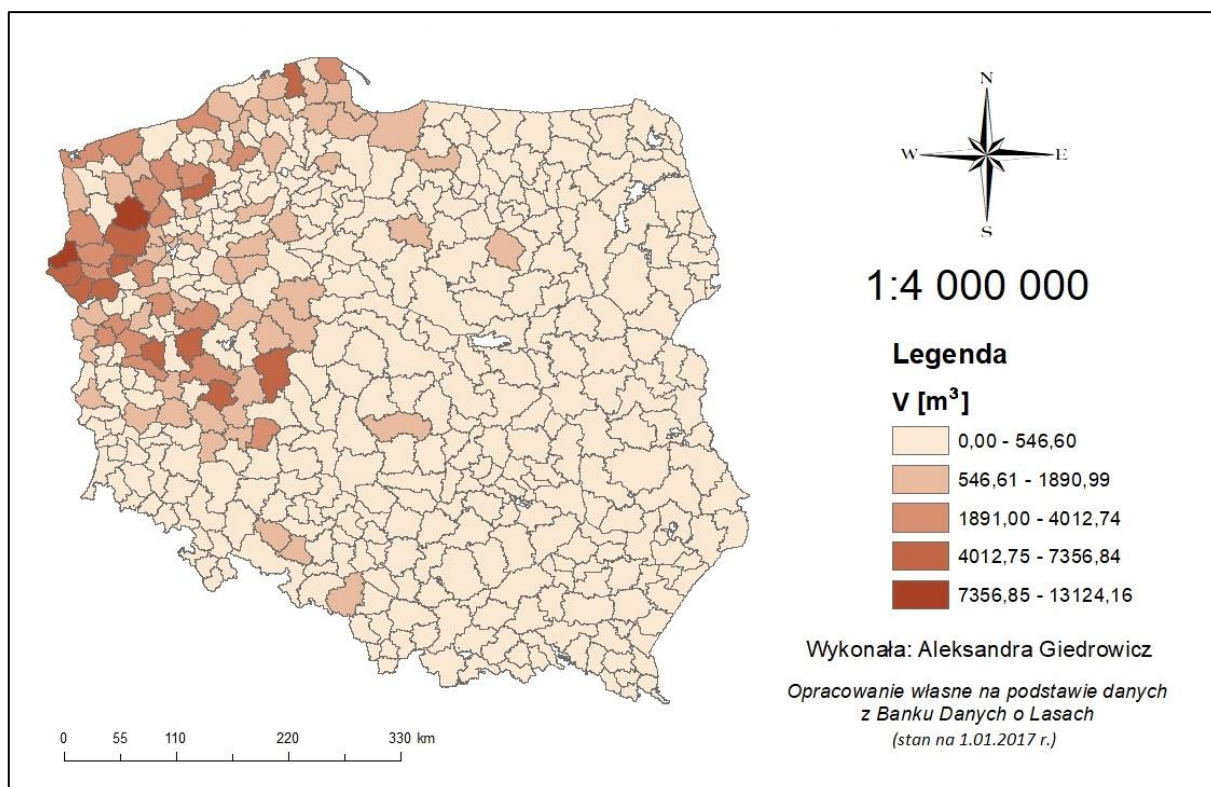
Ryc. 9. Udział powierzchniowy [ha] DG w Polsce



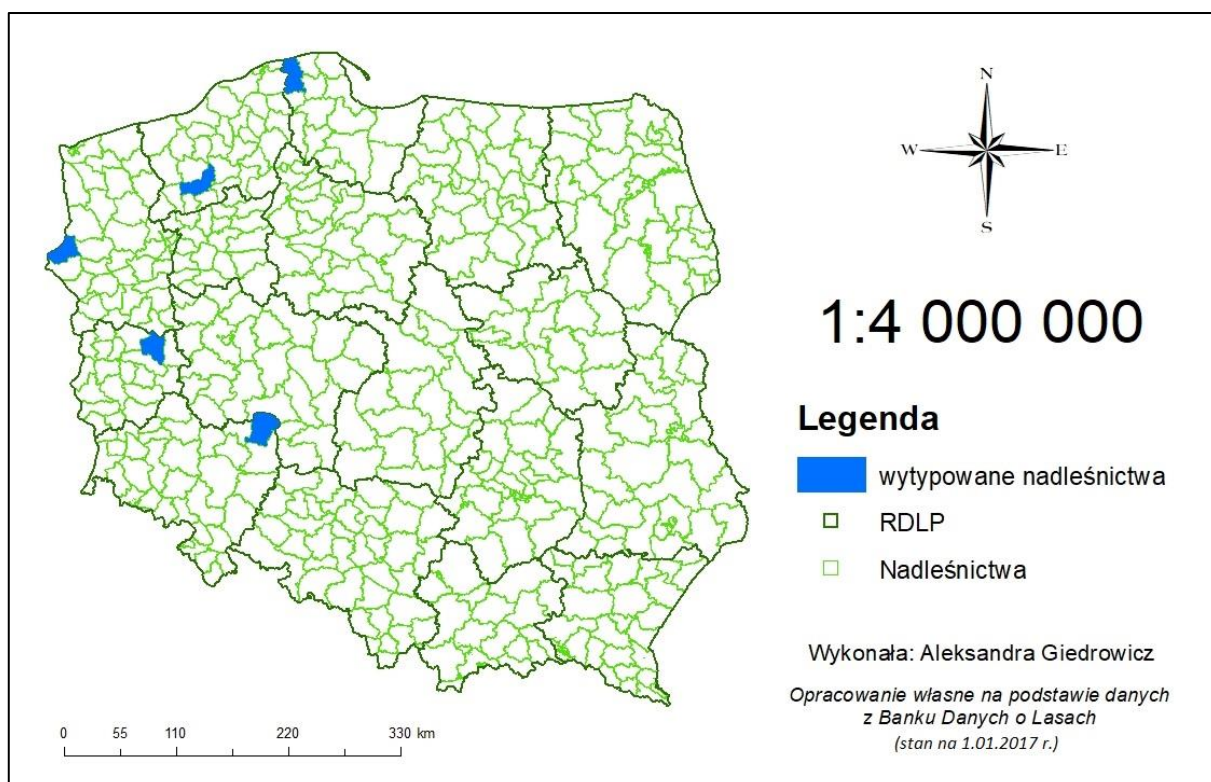
Ryc. 10. Udział powierzchniowy [ha] drzewostanów z DG w Polsce spełniających kryteria badawcze



Ryc. 11. Udział miąższościowy [m³] DG w Polsce



Ryc. 12. Udział miąższościowy [m³] drzewostanów z DG w Polsce spełniających kryteria badawcze

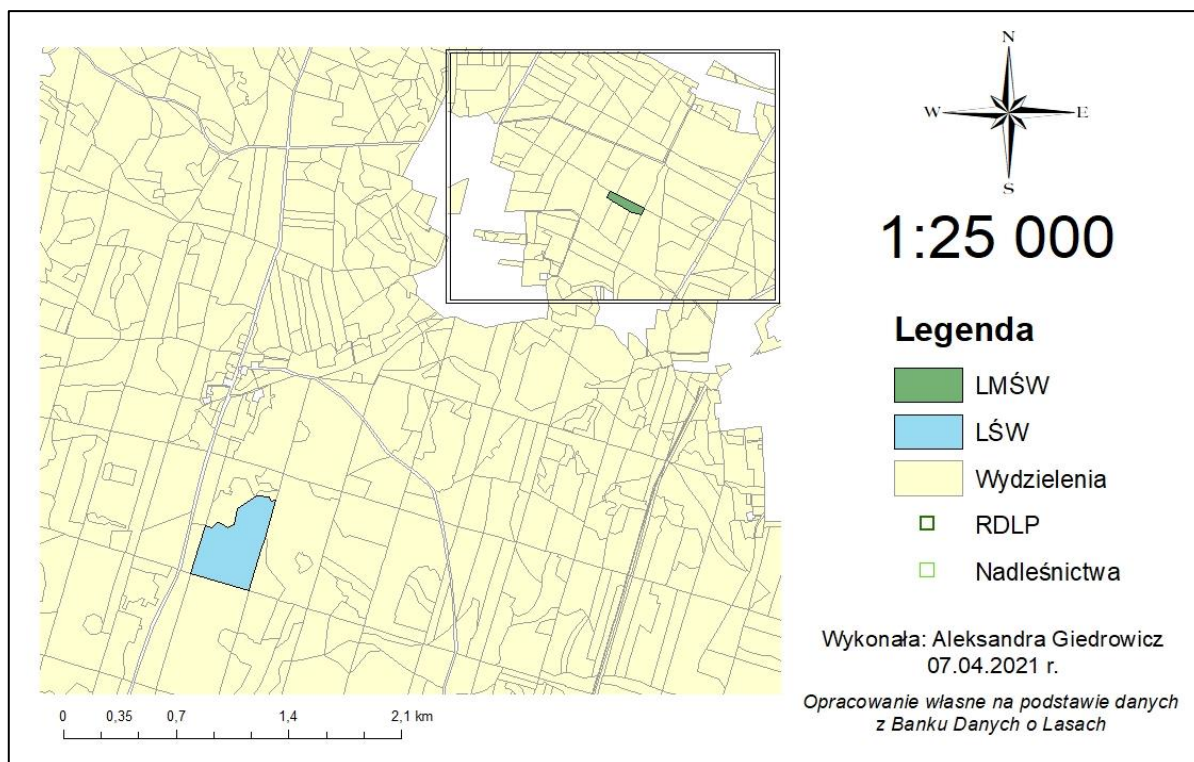


Ryc. 13. Lokalizacja nadleśnictw wytypowanych do badań (od południa Milicz - RDLP Wrocław, Babimost - RDLP Zielona Góra, Chojna - RDLP Szczecin, Czaplinek - RDLP Szczecinek, Lębork - RDLP Gdańsk)

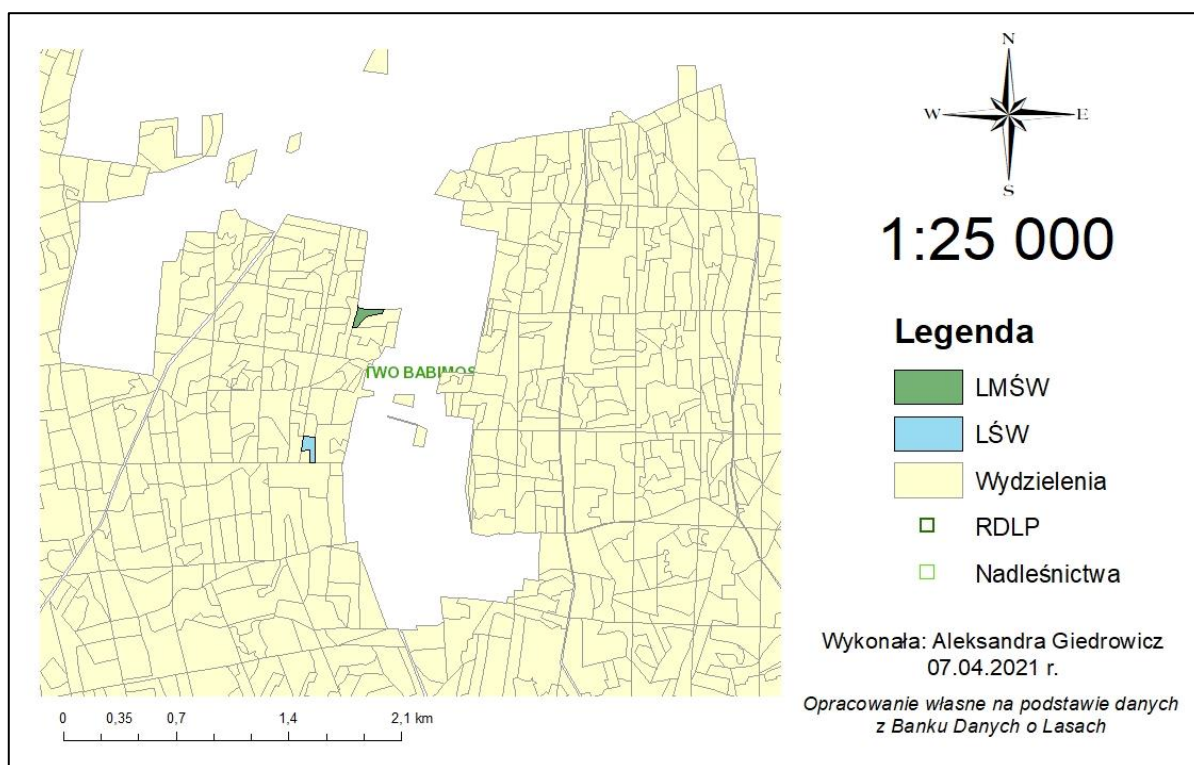
Dzięki wykonanej analizie danych z BDL badania zostały przeprowadzone w głównych bazach surowcowych DG w Polsce na dwóch dominujących typach siedliskowych lasu: LMśw i Lśw. W oparciu o opisy taksacyjne i odległość oddziałów od siebie (zbliżone warunki mikroklimatyczne) dokonano wyboru par powierzchni badawczych w każdym z wytypowanych nadleśnictw (tab. 1, ryc. 14-18). Najdalej od siebie znajdowały się powierzchnie w Nadleśnictwie Milicz - ok. 12 km w linii prostej (ryc. 14), a najbliżej w Nadleśnictwie Chojna – ok. 300 m (ryc. 16).

Tab. 1. Podstawowa charakterystyka powierzchni badawczych

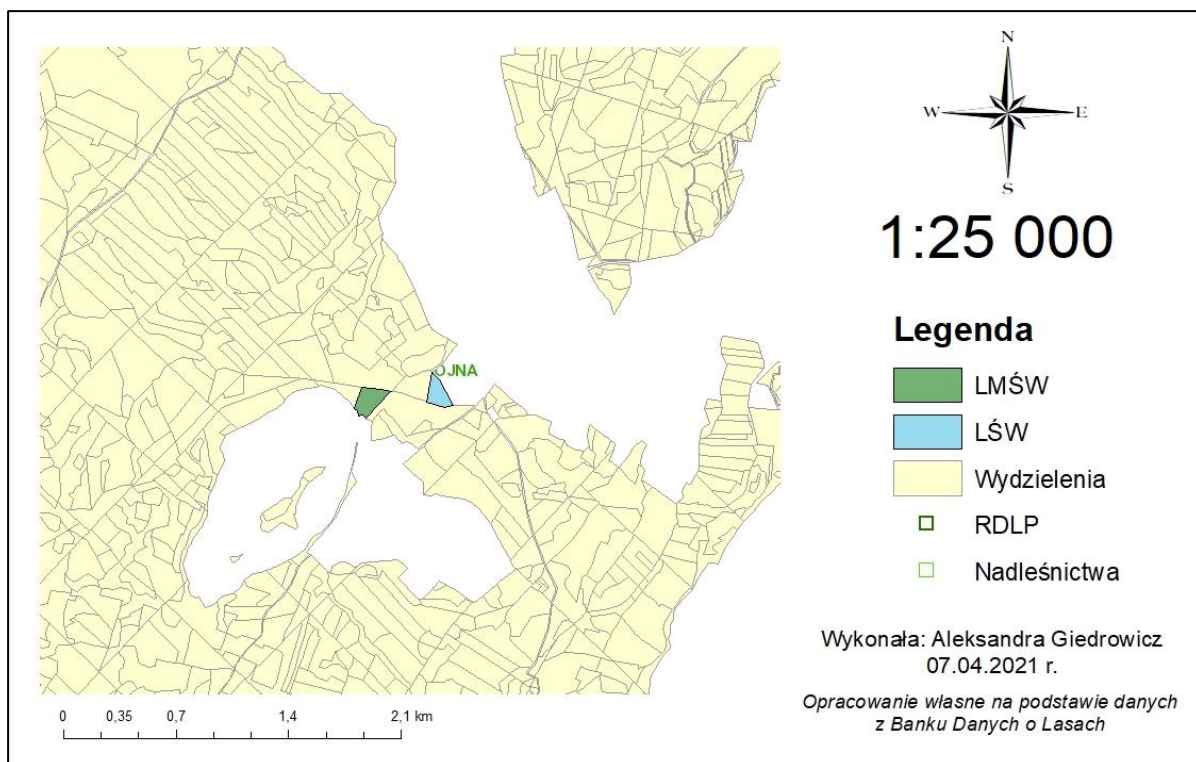
RDLP		Wrocław		Zielona Góra		Szczecin		Szczecinek		Gdańsk	
Nadleśnictwo		Milicz		Babimost		Chojna		Czaplinek		Lębork	
Leśnictwo		09	14	09	09	04	04	02	02	15	10
Oddział		220f	162g	137j	153k	171l	180f	141h	149d	154h	100g
TSL		LMśw	Lśw	LMśw	Lśw	LMśw	Lśw	LMśw	Lśw	LMśw	Lśw
Powierzchnia [ha]		1,1	17	0,98	0,91	2,18	1,95	3,58	1,27	2,23	1,15
Udział DG [%]		80	50	100	90	60	50	60	80	90	90
Wiek		96	89	84	84	96	94	110	115	93	107
Zadrzewienie		0,8	1,0	0,5	0,8	1,0	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8
Bonitacja/Jakość		I/2	I/1	I/2	I/2	I/2	I/2	I/2	I/1	I/1	I/1
Miąższość grubizny [m ³ /ha]		598	476	442	590	598	289	503	610	655	741
D _{1,3} [cm]		49	44	44	43	42	44	55	48	46	57
H [m]		34	33	30	35	33	35	38	36	32	37
Gr [cm]	I	42,7	43,2	35,0	40,8	44,7	41,5	48,1	50,7	42,3	50,4
	II	53,1	53,3	43,0	51,9	53,2	52,5	62,9	64,0	51,4	63,0
	III	63,3	62,1	52,8	61,2	63,3	63,9	71,5	73,6	60,1	76,4



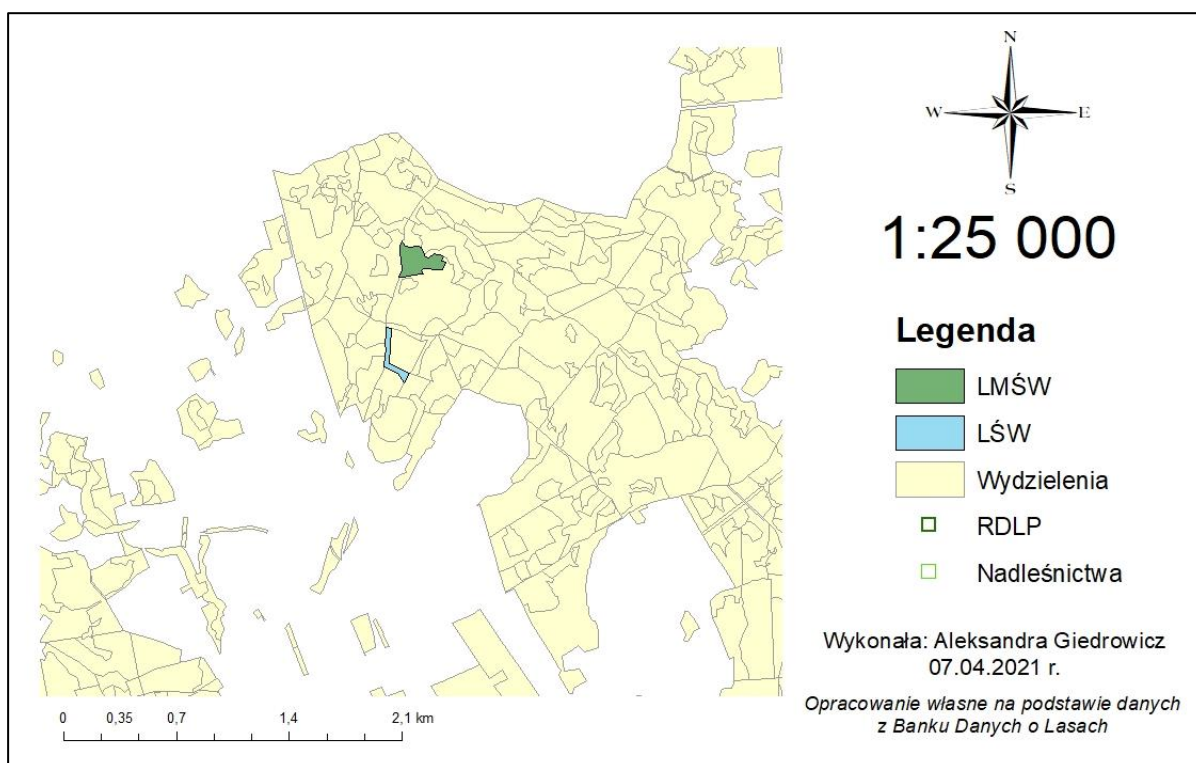
Ryc. 14. Lokalizacja powierzchni wytypowanych do badań w Nadleśnictwie Milicz



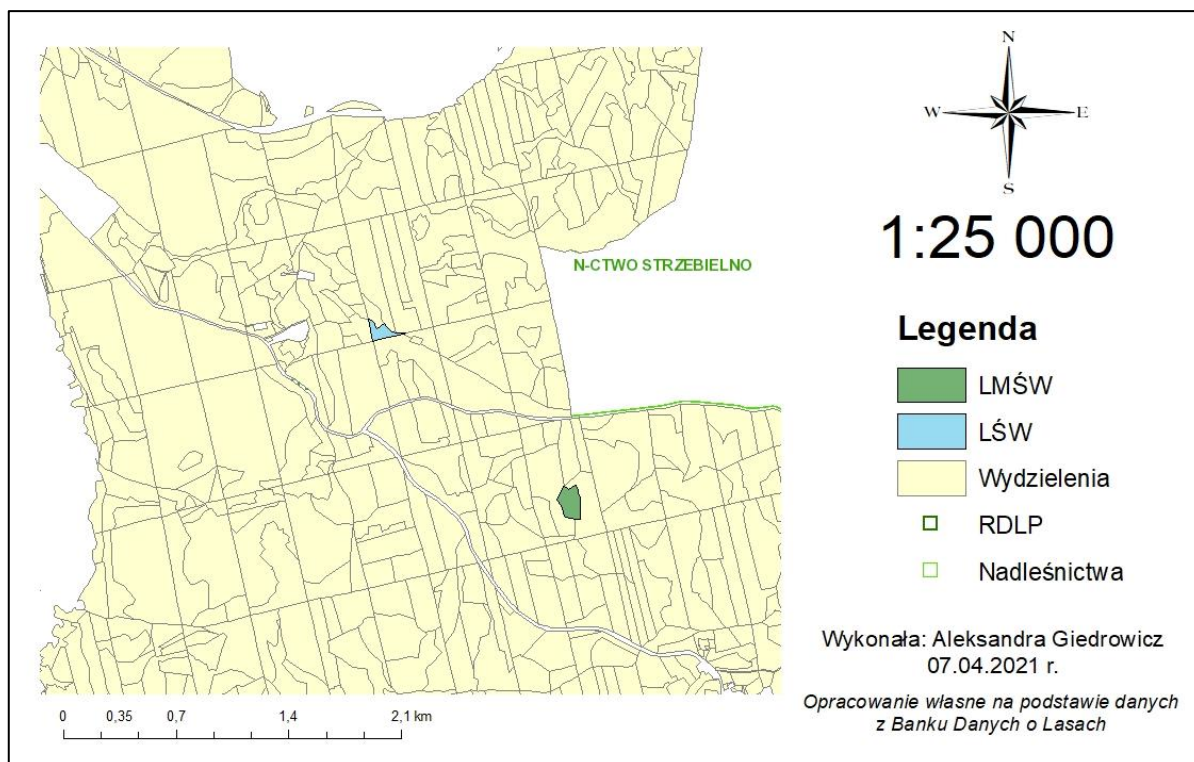
Ryc. 15. Lokalizacja powierzchni wytypowanych do badań w Nadleśnictwie Babimost



Ryc. 16. Lokalizacja powierzchni wytypowanych do badań w Nadleśnictwie Chojna



Ryc. 17. Lokalizacja powierzchni wytypowanych do badań w Nadleśnictwie Czaplinek



Ryc. 18. Lokalizacja powierzchni wytypowanych do badań w Nadleśnictwie Lębork

4.2. Pobranie i przygotowanie drewna do badań

Badania zostały oparte na metodyce wyboru drzew próbnych, która w Katedrze Użytkowania Lasu SGGW od ponad 50 lat jest wykorzystywana przy badaniach drewna dążących do poznania właściwości technicznych kolejnych gatunków drzew w Polsce. Metodą Hartiga (Graves, 1906) na powierzchniach badawczych wybrano po sześć drzew próbnych (po dwa z każdej klasy grubości). Metoda ta bazuje na przeciętnym polu przekroju pierśnicowego z trzema klasami grubości drzew, tj. klasa I - drzewa najcieńsze, klasa II - drzewa średniej grubości, klasa III - drzewa najgrubsze. Każde wyznaczone drzewo zostało oznaczono unikatowym kodem, który umożliwił identyfikację drewna podczas dalszych etapów badań (ryc. 19). Materiał badawczy pochodził z okolopierśnicowych partii drzew, tj. z dwóch wałków o długości 50 cm (od $D_{1,3}$ 50 cm w kierunku czoła dolnego oraz 50 cm w kierunku korony) i został pozyskany łącznie z 60 drzew do końca I kwartału 2021 r. Następnie drewno przewieziono do terenowej pracowni Katedry Użytkowania Lasu SGGW w Rogowie, gdzie wałki zostały okorowane, połupane w szczapy i umieszczone pod wiatą, aby drewno nie zostało zaatakowane przez grzyby powodujące wady z grupy zabarwień. Szczapy były przekładane, aby zapewnić równomierne wysychanie. Tak przygotowany materiał



Ryc. 19. Przykładowe oznaczenie drzewa próbnego na powierzchni badawczej (pierwsza cyfra pozwala określić lokalizację i siedlisko, druga cyfra nr drzewa i klasę grubości; kropka po środku oznacza $D_{1,3}$)

ułożono w specjalne stopy i poddano naturalnemu procesowi sezonowania aż do momentu kiedy drewno osiągnęło wilgotność ok. 15%. Wyrobiono próbki zgrubne o długości około 40 cm, a następnie próbki właściwe zgodnie z obowiązującymi Polskimi Normami PN-77/D-04227 (1977) oraz międzynarodowymi normami ISO 4471:1982 (1982). Szczapy z takimi wadami jak: sęki, zawoje, skręt włókien zostały odrzucone w trakcie wyrobu próbek.

W zależności od badanych parametrów wyrobiono próbki z przyobwodowej części pnia w kształcie prostopadłościanu o wymiarach:

- 20 mm × 20 mm × 300 mm (próbki długie) – do badań gęstości drewna, prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie, dynamicznego modułu sprężystości, tłumienia dźwięku, oporności akustycznej drewna, stałej akustycznej, wytrzymałości na zginanie statyczne, modułu sprężystości przy zginaniu statycznym, współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym, współczynnika jakości

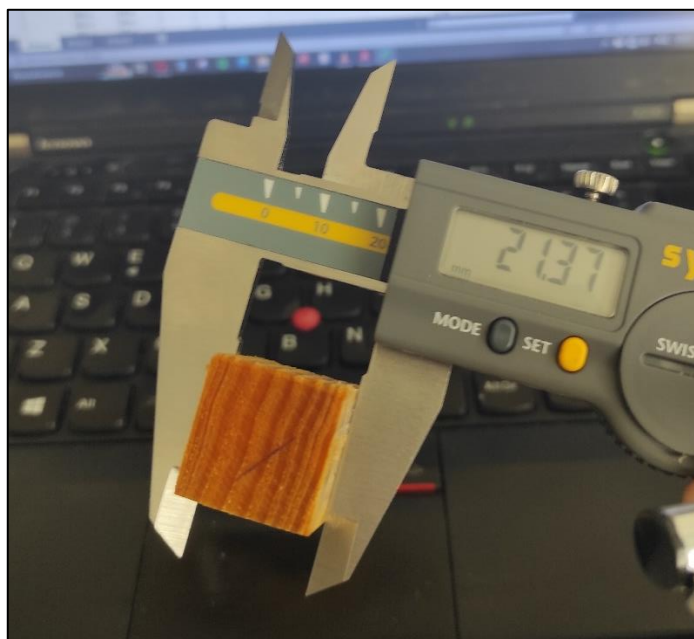
wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym (897 próbek: 447 z LMśw i 450 z Lśw),

- 20 mm × 20 mm × 30 mm (próbki krótkie) - do badań pozostałych wybranych parametrów drewna DG (2691 próbek: 1341 z LMśw i 1350 z Lśw),

gdzie największy wymiar był w kierunku wzdłuż włókien (podłużnym). Próbki do badań wybrano na podstawie określonych cech makroskopowych np. brak twardzicy, równomierna szerokość słoików rocznych. Każda próbka została oznaczona numerem drzewostanu, klasy grubości, drzewa oraz kolejnością próbki na drzewie.

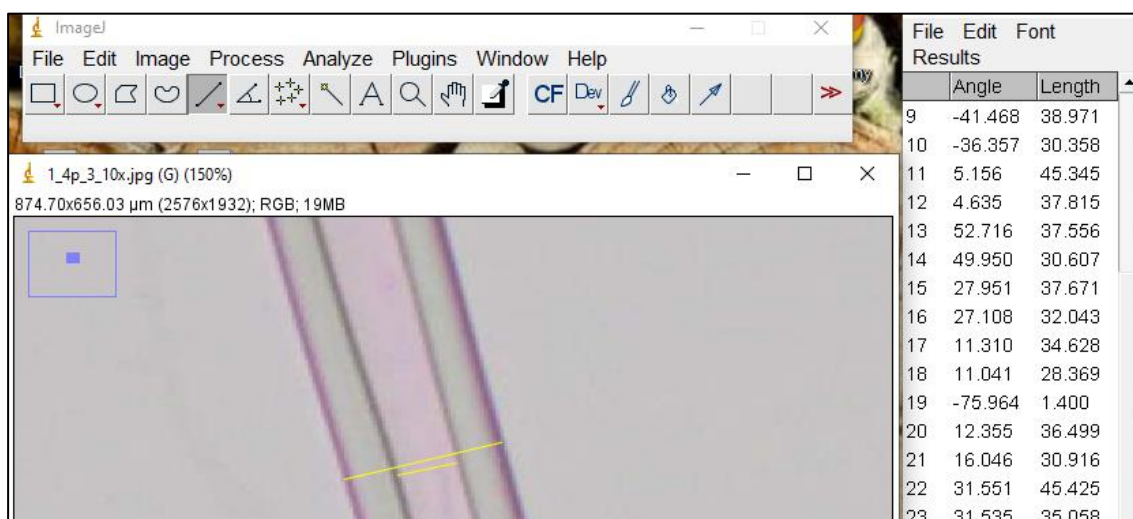
4.3. Oznaczenie wybranych właściwości drewna

Badania przeprowadzono w laboratoriach Instytutu Nauk Drzewnych i Meblarstwa oraz Instytutu Nauk Leśnych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W zależności od badanych parametrów, pomiary były wykonywane na próbkach doprowadzonych do punktu nasycenia włókien drzewnych (ok. 30%; skurcze, współczynniki skurczu, wskaźnik anizotropii kurczenia się, gęstość umowna), na próbkach o wilgotności 12% (właściwości strukturalne, pozostałe fizyczne, mechaniczne) oraz na próbkach absolutnie suchych (wilgotność 0%; skurcze, współczynniki skurczu, wskaźnik anizotropii kurczenia się, gęstość umowna, gęstość drewna absolutnie suchego). Każde pomiary stereometryczne w trzech kierunkach wykonane zostały za pomocą suwmiarki elektronicznej sylvac IP67 z dokładnością do 0,01 mm (ryc. 20), a pomiary masy za pomocą wagi laboratoryjnej sartorius z dokładnością do 0,001 g.



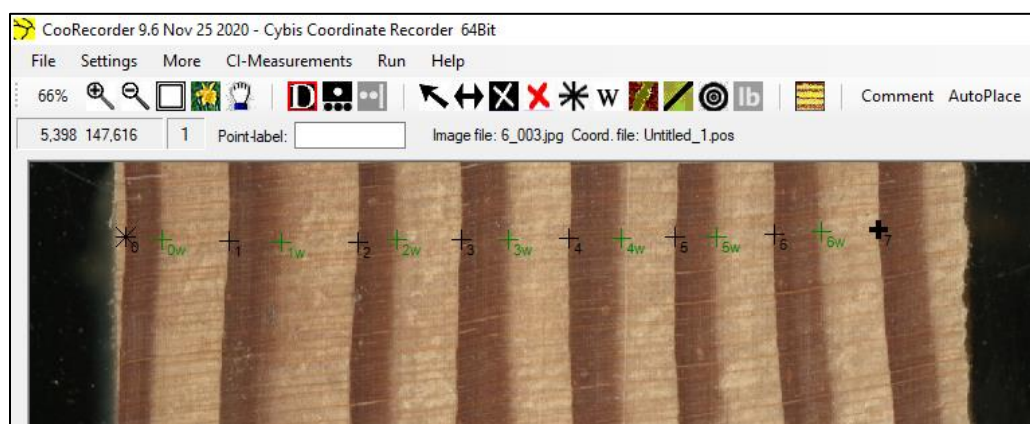
Ryc. 20. Przykładowy pomiar stereometryczny w kierunku promieniowym

Do badań parametrów i wskaźników cewek drewna wczesnego i późnego przygotowano za pomocą mikrotomu saneczkowego Leica SM2000R skrawki przekrojów stycznych klocków daglezwjowych. Następnie skrawki macerowano przez 24 h w temperaturze 60°C w mieszaninie 1:1 kwasu octowego lodowatego i perhydrolu (35%), po czym zabarwiono mucykarminem, który wybarwia ściany komórkowe na jasny czerwony (Łotocka, 2023). Tak przygotowane próbki posłużyły do zrobienia preparatów mikroskopowych. Obserwacje przeprowadzono pod mikroskopem OLYMPUS BX6 sprzężonym z kontrolerem CORVUS oraz kamerą OLUMPUS ColorView IIIu. Do zrobienia zdjęć preparatów wykorzystano oprogramowanie komputerowe Cell^P, a pomiarów dokonano w programie ImageJ 1.53e (ryc. 21).



Ryc. 21. Pomiar szerokości i światła cewki drewna późnego w programie ImageJ

Do ustalenia średniej szerokości słoja rocznego i udziału drewna późnego próbki krótkie zeszlifowano na kierunku poprzecznym i zeskanowano w rozdzielczości 1200 dpi. Następnie z wykorzystaniem pakietu CooRecorder i CDendro wyznaczono granice słojów i drewna wczesnego (ryc. 22) oraz określono badane właściwości strukturalne.



Ryc. 22. Przykładowe oznaczenie granic słojów rocznych i drewna wczesnego w programie CooRecorder

W celu określenia całkowitego skurczu próbek oraz gęstości drewna zupełnie suchego wykorzystana została metoda bezpośrednia (Krzysik, 1978) jaką jest metoda suszarkowo-wagowa wg norm PN-77/D-04100 (1977). Drewno. Oznaczanie wilgotności i ISO 13061-1:2014 (2014). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests oraz PN-77/D-04101 (1977). Drewno. Oznaczanie gęstości i ISO 13061-2:2014 (2014). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests. Badanie przeprowadzono także zgodnie z normami: PN-82/D-04111 (1982). Drewno. Oznaczanie skurczu i spęcznienia oraz ISO 13061-15:2017 (2017). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 15: Determination of radial and tangential swelling. Pierwsze pomiary stereometryczne wykonano na próbkach doprowadzonych do punktu nasycenia włókien drzewnych (czyli punktu maksymalnego spęcznienia), który dla gatunków rosnących w Polsce wynosi ok. 30% wilgotności (Krzysik, 1961). Następnie próbki pozostawiono w temperaturze pokojowej przez 4 miesiące, dzięki czemu wyschły do ok. 12-15% wilgotności. Po tym czasie próbki suszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105°C przez 24 h do osiągnięcia wilgotności 0% (drewno absolutnie suche). Dokonano powtórnych pomiarów stereometrycznych, co pozwoliło określić maksymalny skurcz drewna.

Badania akustyczne przeprowadzono z użyciem testera materiałów UMT 01 firmy UNIPAN wraz z oprogramowaniem do wizualizacji oraz analizy sygnałów pomiarowych UMT- LINK. Metoda ta wykorzystuje dwie głowice o średnicy 40 mm i polega na pomiarze czasu w jakim ultradźwięki wysyłane przez głowicę nadawczą dotrą przez badany materiał do głowicy odbiorczej (ryc. 23). Oznaczenia właściwości wykonano przy ściśle określonych ustawieniach testera: energia przy napięciu 60V, transmisja 12 Hz, wzmocnienie 40 dB, impulsowy tryb pracy, częstotliwość fal ultradźwiękowych 40 kHz oraz w zależności od dnia pomiaru czas opóźnienia wynosił 8,58, 8,68 lub 8,56 μ s. Powyższe parametry testera zoptymalizowano we wcześniejszych badaniach np. Hadinata i Kozakiewicz (2020), czy Zawadzka i Kozakiewicz (2019).

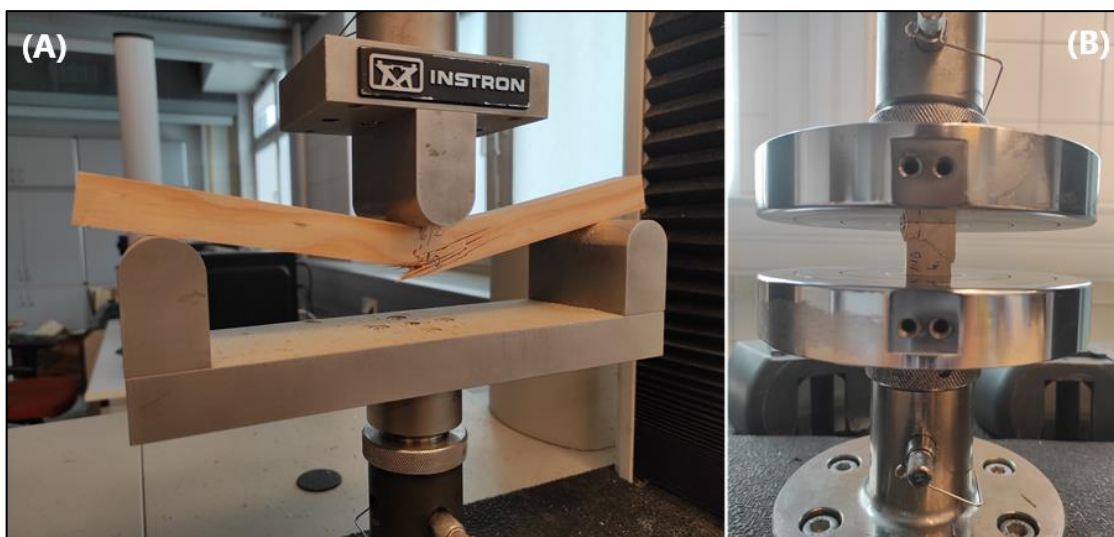


Ryc. 23. Tester materiałów UMT 01 (A) oraz pomiar czasu przepływu ultradźwięków przez DG (B)

Badania właściwości mechanicznych zostały wykonane wg następujących norm:

- PN-63/D-04117 (1963). Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczanie współczynnika sprężystości przy zginaniu statycznym,
- ISO 13061-4:2014 (2014). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending,
- PN-77/D-04103 (1977). Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Oznaczanie wytrzymałości na zginanie statyczne,
- ISO 13061-3:2014 (2014). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 3: Determination of ultimate strength in static bending,
- PN-79/D-04102 (1979). Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien,
- ISO 13061-17:2017 (2017). Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain.

Badanie wytrzymałości na zginanie statyczne oraz modułu sprężystości przy zginaniu statycznym przeprowadzono na urządzeniu INSTRON 3369, natomiast wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien na INSTRON 3382 (ryc. 24).



Ryc. 24. Badanie wytrzymałości na zginanie statyczne (A) oraz na ściskanie wzdłuż włókien (B)

Do oznaczenia badanych parametrów i właściwości zastosowano następujące wzory:

- wskaźnik smukłości:

$$S = \frac{L}{D}$$

gdzie: S - wskaźnik smukłości
L - długość cewek drewna [mm]
D - szerokość cewek drewna [mm]

- wskaźnik sztywności wg Runkla:

$$R = \frac{2G}{d}$$

gdzie: R - wskaźnik sztywności wg Runkla
2G - podwojona grubość ściany cewek drewna [mm]
d - światło cewek drewna [mm]

- wskaźnik sztywności [%]:

$$\varphi = \frac{G}{D} \times 100\%$$

gdzie: φ - wskaźnik sztywności [%]
G - grubość ściany cewki drewna [mm]
D - szerokość cewek drewna [mm]

- wskaźnik Mühlstepha:

$$M = \frac{D^2 - d^2}{D^2}$$

gdzie: M - wskaźnik Mühlstepha
D² - kwadrat szerokości cewek drewna [mm²]
d² - kwadrat światła cewek drewna [mm²]

- wskaźnik giętkości:

$$\frac{d}{D}$$

gdzie: d - światło cewek drewna [mm]
 D - szerokość cewek drewna [mm]

- wskaźnik zwartości:

$$\frac{D^2 - d^2}{L}$$

gdzie: D^2 - kwadrat szerokości cewek drewna [mm²]
 d^2 - kwadrat światła cewek drewna [mm²]
 L - długość cewek drewna [mm]

- porowatość [%]:

$$C = \left(1 - \frac{\rho_0}{1500}\right) \times 100$$

gdzie: C – porowatość [%]
 ρ_0 - gęstość drewna absolutnie suchego [kg·m⁻³]

- procentowy udział substancji drzewnej [%]:

$$D = \frac{\rho_0}{1500} \times 100$$

gdzie: D - udział substancji drzewnej [%]
 ρ_0 - gęstość drewna absolutnie suchego [kg·m⁻³]

- gęstość drewna [kg·m⁻³]:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

gdzie: ρ - gęstość drewna [kg·m⁻³]
 m - masa drewna [kg]
 V - objętość drewna [m³]

- gęstość umowna drewna [kg·m⁻³]:

$$\rho_u = \frac{m_0}{V_w}$$

gdzie: ρ_u - gęstość umowna drewna [kg·m⁻³]
 m_0 - masa drewna absolutnie suchego
 V_w - objętość drewna w stanie maksymalnego spęcznienia

- skurcz całkowity $\beta_{\max}$ [%]:

$$\beta_{\max} = \frac{l_w - l_0}{l_w} \times 100$$

gdzie: $\beta_{\max}$ - skurcz całkowity w danym kierunku anatomicznym [%]
 l_w - wymiar liniowy w stanie maksymalnego spęcznienia [mm]
 l_0 - wymiar liniowy w stanie absolutnie suchym [mm]

- objętościowy skurcz całkowity $\beta_{\max V}$ [%]:

$$\beta_{\max V} = \frac{V_w - V_l}{V_w} \times 100$$

gdzie: $\beta_{\max V}$ - objętościowy skurcz całkowity [%]
 V_w - objętość drewna w stanie maksymalnego spęcznienia [m³]
 V_l - objętość drewna w stanie absolutnie suchym [m³]

- prędkość fal ultradźwiękowych wzdłuż włókien c [m·s⁻¹]:

$$c = \frac{L}{t}$$

gdzie: c - prędkość przejścia fal wzdłuż włókien [m·s⁻¹]
 L - długość próbki (wymiar wzdłuż włókien) [m] (zakładamy, że $L \gg \lambda$)
 $t = t_1 - t_0$ - rzeczywisty czas przejścia fali podłużnej [s]
 t_1 - czas przejścia fali odczytany przez program komputerowy [s]
 t_0 - czas opóźnienia [s]

- dynamiczny moduł sprężystości E [MPa]:

$$E = c^2 \cdot \rho \cdot \frac{(1 + \mu_o) \cdot (1 - 2 \cdot \mu_o)}{(1 - \mu_o)}$$

gdzie: E - dynamiczny moduł sprężystości wzdłuż włókien [MPa]
 c - prędkość przejścia fal wzdłuż włókien [m·s⁻¹]
 ρ - gęstość drewna [kg·m⁻³]
 μ_o zredukowana liczba Poissona ($\mu_o = 0,3$)

- tłumienie dźwięku T [m⁴·(s·kg)⁻¹]:

$$T = \frac{5 \cdot 10^{-8} \cdot c}{\rho} = \frac{5 \cdot 10^{-8} \sqrt{\frac{E}{\rho}}}{\rho}$$

gdzie: T - tłumienie dźwięku [m⁴·(s·kg)⁻¹]
 c - prędkość przejścia fal wzdłuż włókien [m·s⁻¹]
 ρ - gęstość drewna [kg·m⁻³]
 E - dynamiczny moduł sprężystości wzdłuż włókien [MPa]

- oporność akustyczna drewna Z [$\text{kN} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$]:

$$Z = \rho \cdot c = \rho \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\rho \cdot E}$$

gdzie: Z - oporność akustyczna drewna [$\text{kN} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$]

c - prędkość przejścia fal wzdłuż włókien [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

ρ - gęstość drewna [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

E - dynamiczny moduł sprężystości wzdłuż włókien [MPa]

- stała akustyczna k [$(\text{Pa} \cdot (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})^{-3})^{0,5}$]:

$$k = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}$$

gdzie: k - stała akustyczna [$(\text{Pa} \cdot (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})^{-3})^{0,5}$]

ρ - gęstość drewna [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

E - dynamiczny moduł sprężystości wzdłuż włókien [Pa]

- wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien (na próbkach krótkich) [MPa]:

$$R_{c12} = \frac{F_{\max}}{ab}$$

gdzie: R_{c12} - wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien [MPa]

$F_{\max}$ - odczytana na siłomierzu siła niszcząca [N]

a - wymiar próbki w kierunku promieniowym [mm]

b - wymiar próbki w kierunku stycznym [mm]

- wytrzymałość na zginanie statyczne (na próbkach długich) [MPa]:

$$R_{g12} = \frac{3P_{\max}l}{2bh^2}$$

gdzie: R_{g12} - wytrzymałość na zginanie statyczne [MPa]

$P_{\max}$ - siła zużyta do niszczenia próbki [N]

b - szerokość próbki [mm]

h - wysokość próbki [mm]

l - rozstaw podpór [mm]

- moduł sprężystości przy zginaniu statycznym [MPa]:

$$E_{g12} = \frac{(P_i - P_l)l^3}{4(f_l - f_i)bh^3}$$

gdzie: E_{g12} - moduł sprężystości przy zginaniu statycznym [MPa]

P_i - obciążenie danego okresu [N]

P_l - obciążenie wstępne [N]

l - rozstaw podpór [mm]

f_l - strzałka ugięcia przy obciążeniu danego okresu [mm]
 f_1 - strzałka ugięcia przy obciążeniu wstępnym [mm]
 b - szerokość próbki [mm]
 h - wysokość próbki [mm]

Dysponując wartościami powyższych parametrów obliczono kolejno:

- współczynnik skurczu całkowitego K_β :

$$K_\beta = \frac{\beta_{\max}}{30}$$

gdzie: K_β - współczynnik skurczu całkowitego
 $\beta_{\max}$ - skurcz całkowity w danym kierunku anatomicznym

- współczynnik objętościowego skurczu całkowitego $K_{\beta V}$:

$$K_{\beta V} = \frac{\beta_{\max V}}{30}$$

gdzie: $K_{\beta V}$ - współczynnik objętościowego skurczu całkowitego
 $\beta_{\max V}$ - objętościowy skurcz całkowity

- wskaźnik anizotropii kurczenia się A_β :

$$A_\beta = \frac{\beta_{\max T}}{\beta_{\max R}}$$

gdzie: A_β - wskaźnik anizotropii kurczenia się
 $\beta_{\max T}$ - skurcz całkowity w kierunku stycznym [%]
 $\beta_{\max R}$ - skurcz całkowity w kierunku promieniowym [%]

- współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien [km]:

$$JR_{C12} = \frac{R_{C12}}{\rho} \times 100$$

gdzie: JR_{C12} - współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien [km]

R_{C12} - wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien [MPa]
 ρ - gęstość [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

- współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym [km]:

$$JR_{g12} = \frac{R_{g12}}{\rho} \times 100$$

gdzie: JR_{g12} - współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym [km]

R_{g12} - wytrzymałość na zginanie statyczne [MPa]
 ρ - gęstość [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

- współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym [km]:

$$J_{Eg_{12}} = \frac{Eg_{12}}{\rho} \times 100$$

gdzie: $J_{Eg_{12}}$ - współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym [km]

Eg_{12} - moduł sprężystości przy zginaniu statycznym [MPa]

ρ - gęstość [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

4.4. Testy i analizy statystyczne

Wyniki zestawiono i pogrupowano pod względem: lokalizacji, typu siedliskowego lasu i klasy grubości. Otrzymane dane wprowadzono do arkusza kalkulacyjnego Excel z oprogramowania Microsoft Office 365. Następnie posłużyły one do obliczenia parametrów podanych w metodyce. Dla każdej właściwości określone następujące statystyki opisowe: liczebność próby, średnia, mediana, minimum, maksimum, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Dla interpretacji współczynnika zmienności przyjęto przedziały:

- < 25 % – mała zmienność,
- (25%; 45%) – przeciętna zmienność,
- (45%; 100%) – silna zmienność,
- > 100% – bardzo silna zmienność.

W celu sprawdzenia zależności każdej badanej właściwości drewna od:

- lokalizacji i typu siedliskowego lasu oraz interakcji między nimi,
- lokalizacji i klasy grubości oraz interakcji między nimi,
- typu siedliskowego lasu i klasy grubości oraz interakcji między nimi,

zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji z testem HSD Tukeya jako test post-hoc. Gdy wykazano co najmniej 2 grupy jednorodne (czyli podzbiory średnich, które można uznać za takie same), oznaczono je na wykresach literami, gdzie „a” zawsze przypisano do grupy z najmniejszą średnią wartością badanej właściwości. Do analiz statystycznych użyto oprogramowani STATISTICA 13.3 (TIBCO Software Inc., 2017), a za poziom istotności przyjęto $\alpha=0,05$.

5. Wyniki

5.1. Parametry i wskaźniki struktury cewek drewna

5.1.1. Długość cewek

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksyma długości cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 3.

Najwyższą średnią wartość długości cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 3693,93 μm , najniższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości – 2696,43 μm . Najwyższą medianę uzyskano również w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 3765,00 μm , a najniższą w Babimoście na Lśw w II klasie grubości – 2685,00 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnia długość cewki drewna wczesnego wyniosła 3148,81 μm , zaś mediana 3145,50 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 3205,22 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej długości cewek drewna wczesnego wzrastały wraz ze wzrostem grubości – 3061,16 μm w I klasie, 3156,40 μm w II klasie oraz 3228,87 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (1807,00 μm), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w II klasie grubości (4806,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 17,05 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 3).

Analiza zależności długości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ tylko TSL na badaną właściwość (tab. 2). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

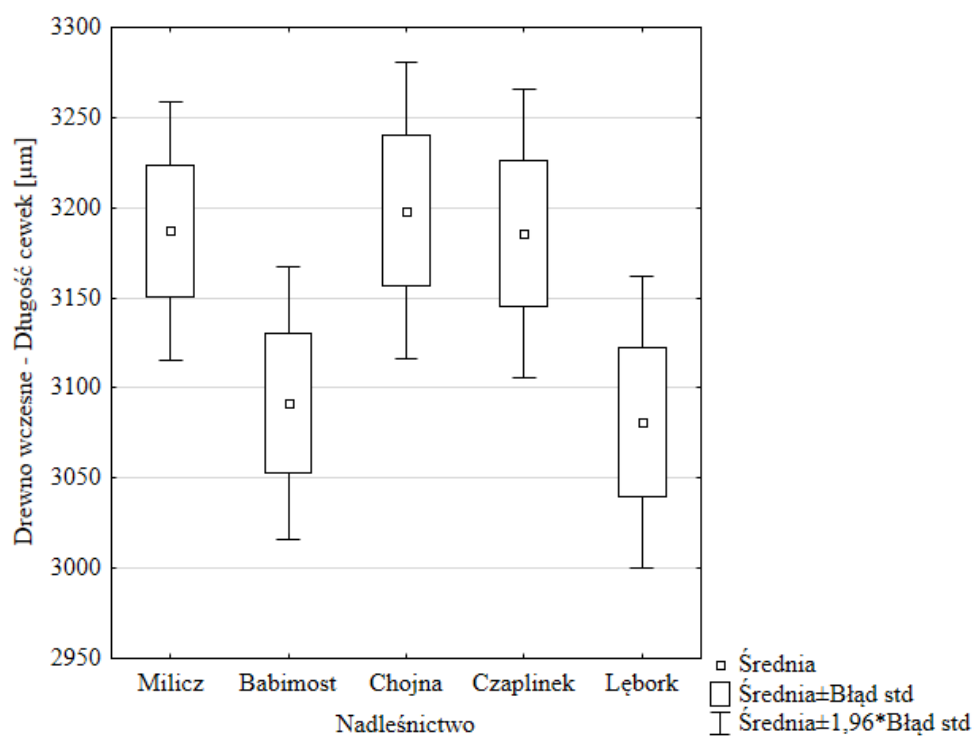
Tab. 2. Analiza wariancji między długością cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	8,923504E+09	1	8,923504E+09	31395,24	< 0,0001 *
Lokalizacja	2,365005E+06	4	5,912514E+05	2,08	0,0815
TSL	2,864105E+06	1	2,864105E+06	10,08	0,0016 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	8,782870E+05	4	2,195717E+05	0,77	0,5432
Błąd	2,529657E+08	890	2,842311E+05		

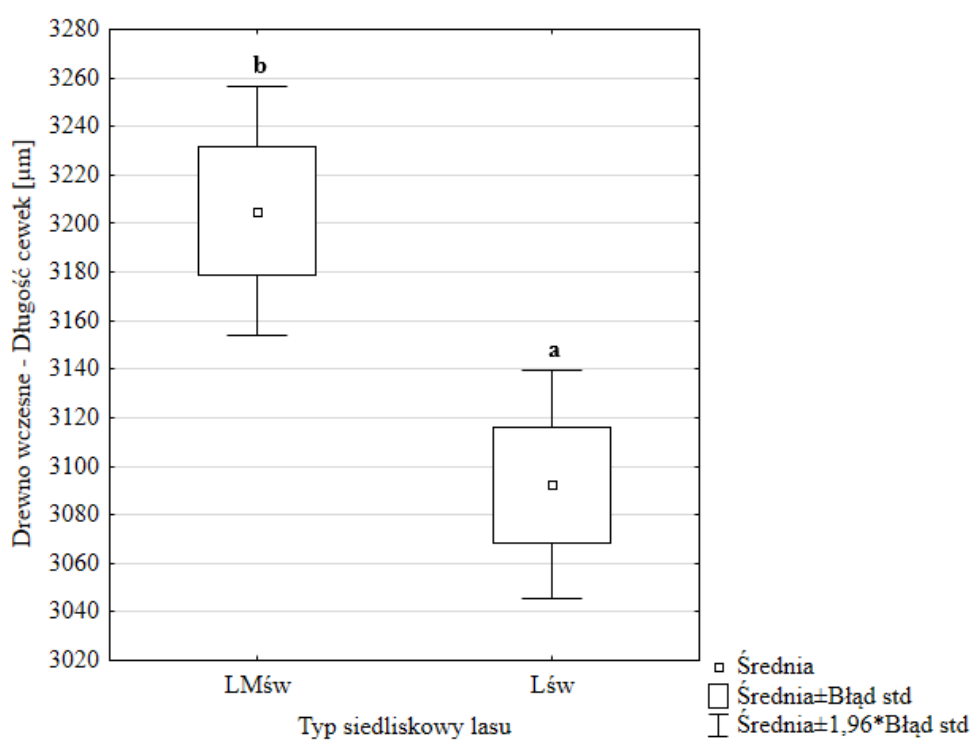
Tab. 3. Statystyka opisowa długości cewek drewna wczesnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	3272,37	3283,50	2606,00	4217,00	398,60	12,18
		2	30	3486,07	3364,50	2557,00	4467,00	531,20	15,24
		3	30	2855,70	2904,50	2257,00	3750,00	397,52	13,92
		Razem	90	3204,71	3137,50	2257,00	4467,00	514,29	16,05
	Lśw	1	30	3337,57	3372,50	2556,00	4421,00	430,80	12,91
		2	30	3086,20	3161,00	2257,00	3880,00	463,68	15,02
		3	30	3084,57	3054,50	2106,00	4248,00	494,84	16,04
		Razem	90	3169,44	3163,50	2106,00	4421,00	473,93	14,95
	Razem		180	3187,08	3147,00	2106,00	4467,00	493,45	15,48
Babimost	LMśw	1	30	2912,30	2852,50	2252,00	3544,00	331,03	11,37
		2	30	3095,53	3043,50	2045,00	3969,00	544,96	17,60
		3	30	3443,33	3408,50	2466,00	4132,00	442,25	12,84
		Razem	90	3150,39	3082,50	2045,00	4132,00	495,23	15,72
	Lśw	1	30	3298,00	3320,00	2339,00	4324,00	541,24	16,41
		2	30	2842,43	2685,00	2159,00	3845,00	538,78	18,95
		3	30	2958,47	2981,00	2249,00	3655,00	418,78	14,16
		Razem	90	3032,97	3021,00	2159,00	4324,00	533,83	17,60
	Razem		180	3091,68	3072,50	2045,00	4324,00	516,81	16,72
Chojna	LMśw	1	30	2696,43	2695,00	1807,00	3686,00	427,74	15,86
		2	30	3388,73	3513,00	2424,00	4806,00	542,92	16,02
		3	30	3693,93	3765,00	2256,00	4450,00	533,29	14,44
		Razem	90	3259,70	3224,50	1807,00	4806,00	651,50	19,99
	Lśw	1	30	3107,97	3168,50	2126,00	4191,00	375,51	12,08
		2	30	3100,70	3156,50	2274,00	4001,00	496,83	16,02
		3	30	3202,33	3235,00	2317,00	4154,00	491,16	15,34
		Razem	90	3137,00	3171,00	2126,00	4191,00	455,14	14,51
	Razem		180	3198,35	3199,00	1807,00	4806,00	563,76	17,63
Czaplinek	LMśw	1	30	3101,73	3078,00	2414,00	3947,00	381,81	12,31
		2	30	3261,50	3296,00	2040,00	4298,00	607,88	18,64
		3	30	3297,63	3300,50	2352,00	4316,00	479,29	14,53
		Razem	90	3220,29	3247,50	2040,00	4316,00	500,08	15,53
	Lśw	1	30	2841,67	2883,00	1912,00	3664,00	536,88	18,89
		2	30	3458,97	3463,50	2504,00	4747,00	611,91	17,69
		3	30	3153,57	3183,00	2158,00	4082,00	453,28	14,37
		Razem	90	3151,40	3183,00	1912,00	4747,00	589,16	18,70
	Razem		180	3185,84	3202,00	1912,00	4747,00	546,00	17,14
Lębork	LMśw	1	30	2915,93	3012,00	1982,00	4214,00	537,53	18,43
		2	30	3004,67	2995,00	2154,00	4012,00	549,76	18,30
		3	30	3652,47	3704,00	2756,00	4760,00	487,02	13,33
		Razem	90	3191,02	3212,50	1982,00	4760,00	615,55	19,29
	Lśw	1	30	3127,63	3100,50	2048,00	4047,00	516,71	16,52
		2	30	2839,20	2856,00	2230,00	3697,00	326,54	11,50
		3	30	2946,70	2853,00	2025,00	3714,00	493,11	16,73
		Razem	90	2971,18	2917,00	2025,00	4047,00	464,00	15,62
	Razem		180	3081,10	3084,50	1982,00	4760,00	554,61	18,00
LMśw			450	3205,22	3186,50	1807,00	4806,00	557,79	17,40
Lśw			450	3092,40	3086,00	1912,00	4747,00	509,40	16,47
1			300	3061,16	3077,50	1807,00	4421,00	490,92	16,04
2			300	3156,40	3103,50	2040,00	4806,00	565,34	17,91
3			300	3228,87	3219,50	2025,00	4760,00	540,05	16,73
Razem			900	3148,81	3145,50	1807,00	4806,00	536,82	17,05

W wyniku braku istotnego wpływu lokalizacji nie wyróżniono grup jednorodnych (ryc. 25). Natomiast porównanie wartości długości cewki drewna wczesnego między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 26).

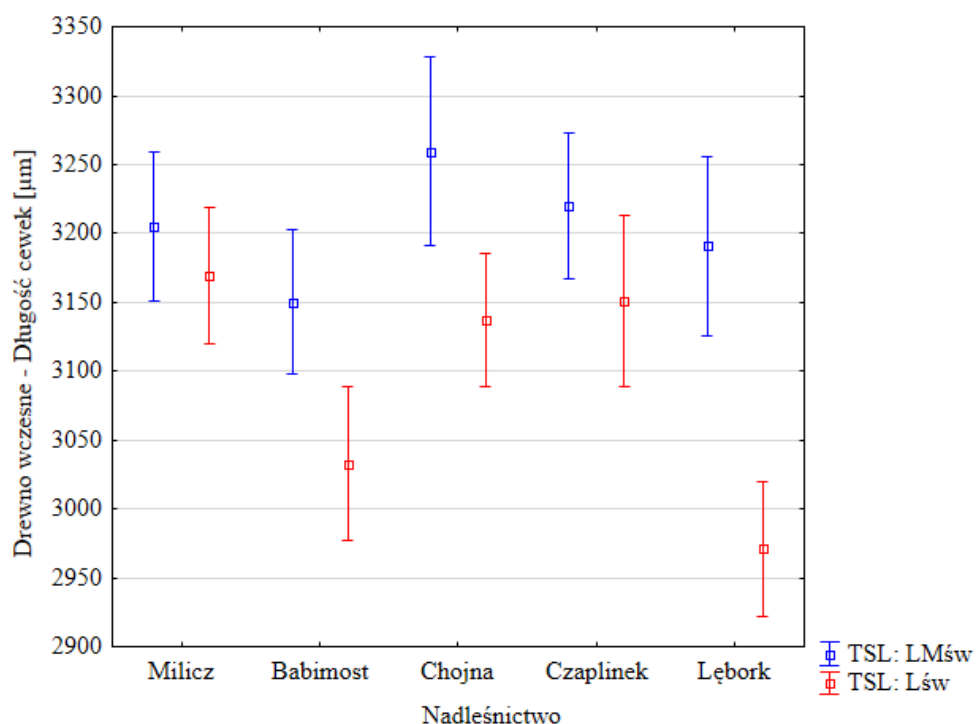


Ryc. 25. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 26. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 27 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach.



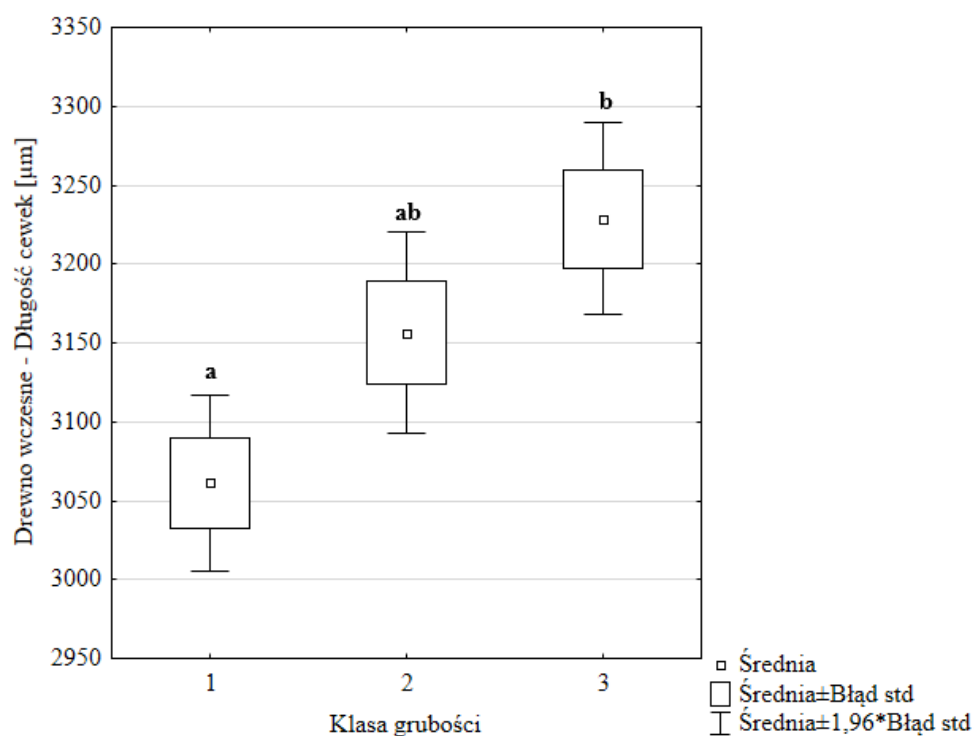
Ryc. 27. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności długości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ Gr i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 4). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 4. Analiza wariancji między długością cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

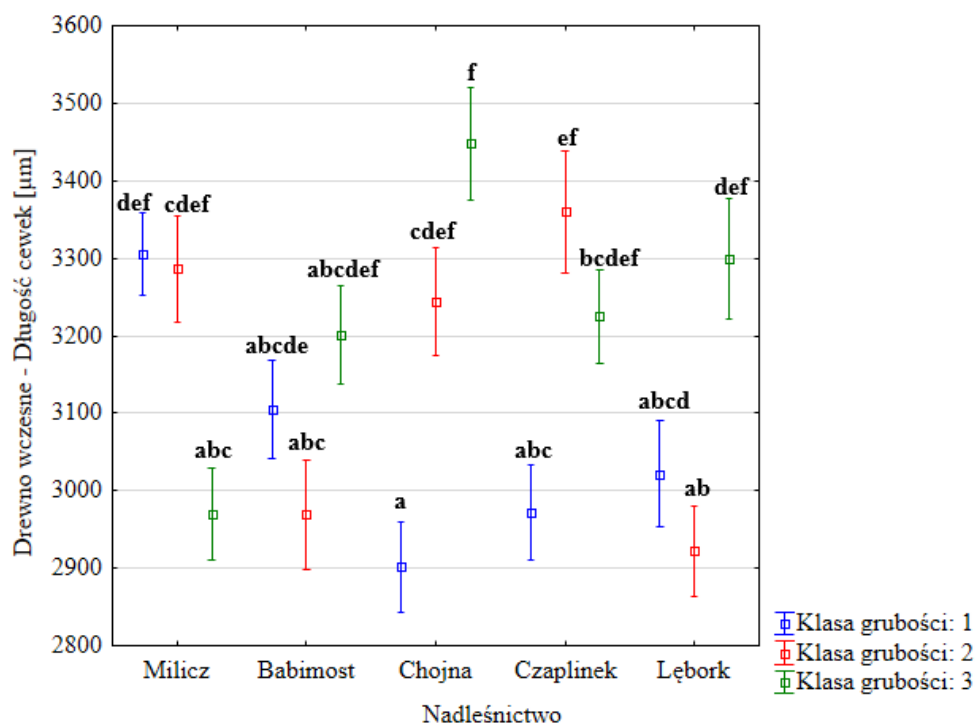
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	8,923504E+09	1	8,923504E+09	33977,01	< 0,0001 *
Lokalizacja	2,365005E+06	4	5,912514E+05	2,25	0,0619
Gr	4,244920E+06	2	2,122460E+06	8,08	0,0003 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	2,003248E+07	8	2,504060E+06	9,53	< 0,0001 *
Błąd	2,324307E+08	885	2,626336E+05		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 28).



Ryc. 28. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 29 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



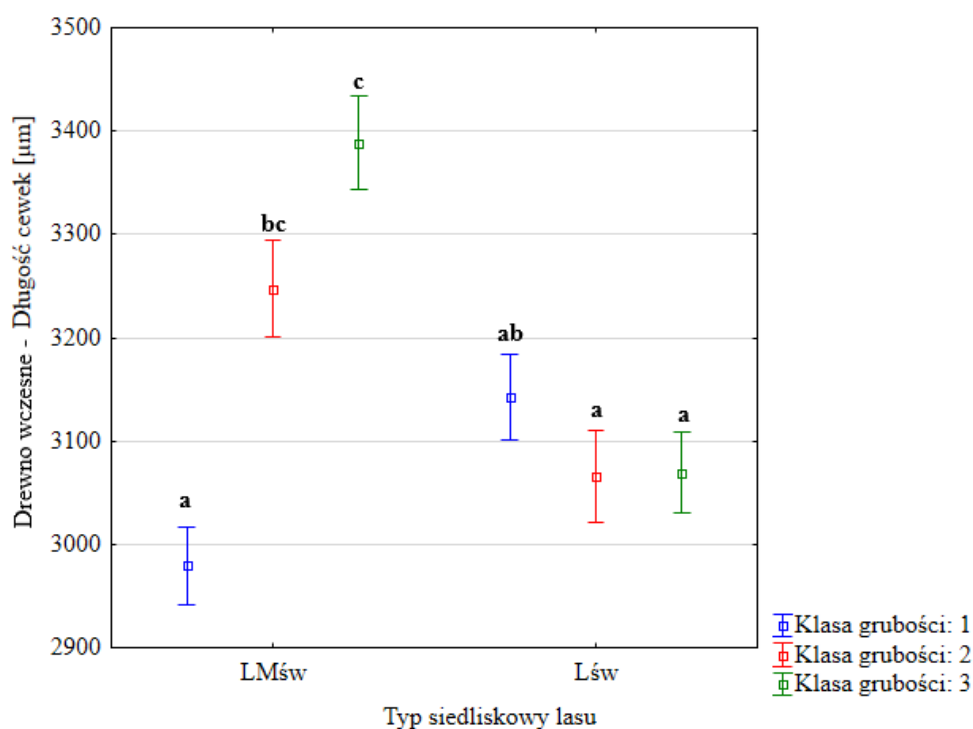
Ryc. 29. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności długości cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 5). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 5. Analiza wariancji między długości cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	8,923504E+09	1	8,923504E+09	32869,47	< 0,0001 *
Gr	4,244920E+06	2	2,122460E+06	7,82	0,0004 *
TSL	2,864105E+06	1	2,864105E+06	10,55	0,0012 *
TSL*Gr (interakcja)	9,258231E+06	2	4,629116E+06	17,05	< 0,0001 *
Błąd	2,427058E+08	894	2,714831E+05		

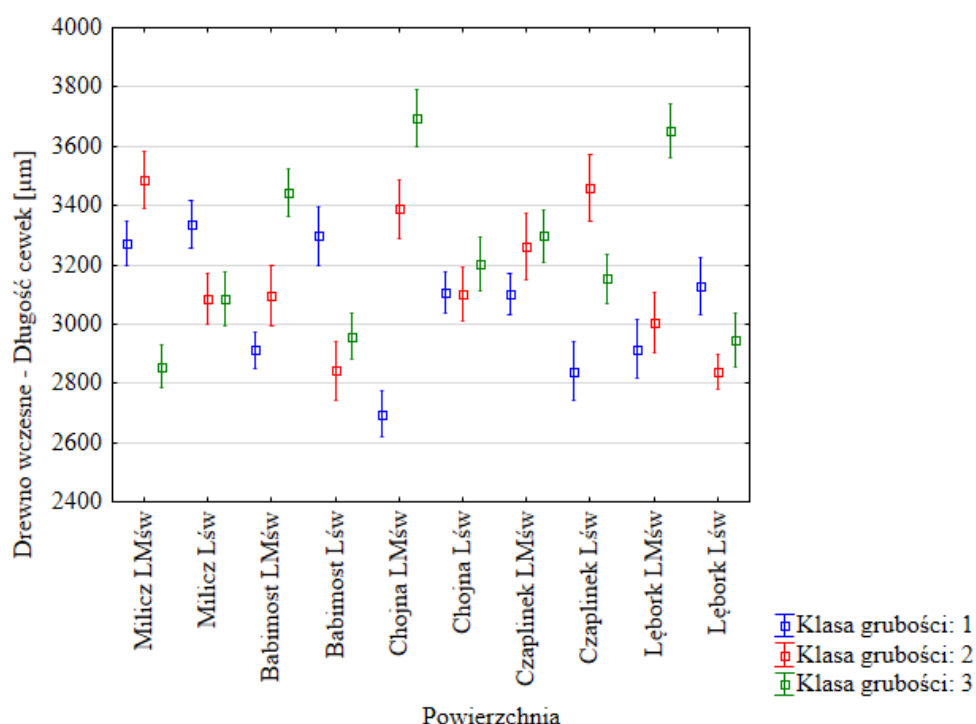
Na rycinie nr 30 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 30. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 31, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między długością cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 31. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima długości cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 6.

Najwyższą średnią wartość długości cewek drewna późnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości – 4200,87 µm, najniższą w Babimostcie na LMśw w II klasie grubości – 2986,03 µm. Największą medianę otrzymano również w Chojnie na LMśw w II klasie grubości – 4199,50 µm, a najmniejszą w Babimostcie na LMśw w II klasie grubości – 2986,00 µm. Dla całego materiału poddanego analizie średnia długość cewki drewna późnego wyniosła 3527,23 µm, zaś mediana 3500,00 µm. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 3588,84 µm. Natomiast w klasach grubości wartości średniej długości cewek drewna późnego wzrastały wraz ze wzrostem grubości – 3467,49 µm w I klasie, 3520,17 µm w II klasie oraz 3594,03 µm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostcie na LMśw

w II klasie grubości (2086,00 μm), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w II klasie grubości (5532,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 15,94 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 6).

Tab. 6. Statystyka opisowa długości cewek drewna późnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

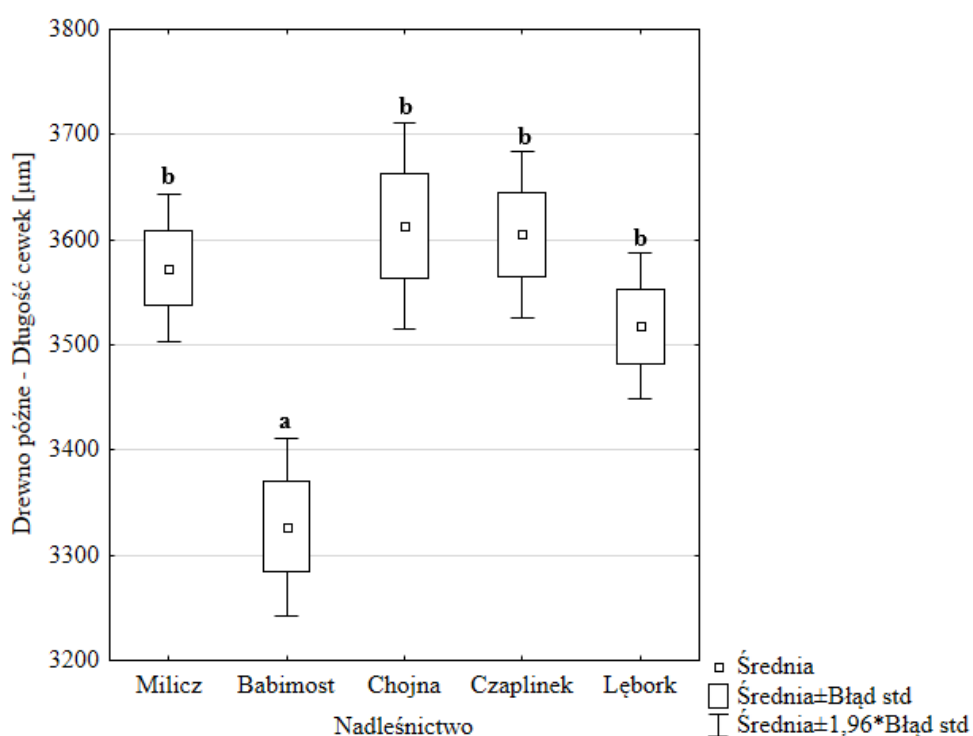
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	3519,80	3518,00	2609,00	4095,00	369,73	10,50
		2	30	3743,50	3806,00	2466,00	4506,00	460,00	12,29
		3	30	3411,10	3408,50	2726,00	4130,00	423,32	12,41
		Razem	90	3558,13	3635,00	2466,00	4506,00	437,31	12,29
	Lśw	1	30	3699,83	3638,00	2977,00	4644,00	472,35	12,77
		2	30	3668,33	3655,50	2740,00	4850,00	569,90	15,54
		3	30	3395,57	3503,50	2503,00	4122,00	479,09	14,11
		Razem	90	3587,91	3572,00	2503,00	4850,00	521,72	14,54
	Razem		180	3573,02	3606,00	2466,00	4850,00	480,26	13,44
Babimost	LMśw	1	30	3427,27	3232,00	2761,00	4457,00	491,80	14,35
		2	30	2986,03	2986,00	2086,00	3762,00	382,68	12,82
		3	30	3908,83	3832,00	3007,00	5162,00	671,52	17,18
		Razem	90	3440,71	3276,50	2086,00	5162,00	645,81	18,77
	Lśw	1	30	3349,93	3292,00	2416,00	4064,00	453,44	13,54
		2	30	3097,40	3041,50	2300,00	4115,00	423,51	13,67
		3	30	3192,97	3180,50	2388,00	4198,00	523,70	16,40
		Razem	90	3213,43	3192,50	2300,00	4198,00	475,15	14,79
	Razem		180	3327,07	3242,50	2086,00	5162,00	576,72	17,33
Chojna	LMśw	1	30	3258,67	3307,00	2496,00	4067,00	462,29	14,19
		2	30	4200,87	4199,50	2893,00	5532,00	612,45	14,58
		3	30	3888,43	4102,00	2432,00	4998,00	782,49	20,12
		Razem	90	3782,66	3811,50	2432,00	5532,00	739,35	19,55
	Lśw	1	30	3385,53	3252,00	2627,00	4537,00	546,32	16,14
		2	30	3444,33	3421,00	2390,00	4729,00	610,56	17,73
		3	30	3502,30	3547,00	2631,00	4400,00	489,37	13,97
		Razem	90	3444,06	3437,50	2390,00	4729,00	546,86	15,88
	Razem		180	3613,36	3551,50	2390,00	5532,00	670,30	18,55
Czaplinek	LMśw	1	30	3322,00	3263,00	2554,00	4318,00	450,27	13,55
		2	30	3558,13	3450,50	2757,00	4261,00	376,34	10,58
		3	30	3756,07	3754,00	3018,00	4988,00	528,22	14,06
		Razem	90	3545,40	3450,50	2554,00	4988,00	484,73	13,67
	Lśw	1	30	3567,63	3475,00	2797,00	4626,00	494,11	13,85
		2	30	3687,00	3637,50	2765,00	4589,00	614,37	16,66
		3	30	3739,27	3950,00	2272,00	4619,00	664,45	17,77
		Razem	90	3664,63	3771,00	2272,00	4626,00	592,98	16,18
	Razem		180	3605,02	3567,00	2272,00	4988,00	543,35	15,07
Lębork	LMśw	1	30	3504,90	3596,00	2429,00	4146,00	411,15	11,73
		2	30	3570,97	3705,00	2390,00	4343,00	524,09	14,68
		3	30	3775,97	3788,00	2626,00	4633,00	522,34	13,83
		Razem	90	3617,28	3643,00	2390,00	4633,00	496,94	13,74
	Lśw	1	30	3639,37	3636,00	2978,00	4491,00	408,68	11,23
		2	30	3245,17	3226,50	2607,00	4108,00	403,13	12,42
		3	30	3369,83	3435,50	2315,00	3925,00	390,82	11,60
		Razem	90	3418,12	3454,50	2315,00	4491,00	429,55	12,57
	Razem		180	3517,70	3544,50	2315,00	4633,00	473,81	13,47
LMśw		450	3588,84	3569,50	2086,00	5532,00	580,62	16,18	
Lśw		450	3465,63	3470,50	2272,00	4850,00	537,11	15,50	
1		300	3467,49	3441,00	2416,00	4644,00	471,63	13,60	
2		300	3520,17	3513,50	2086,00	5532,00	600,44	17,06	
3		300	3594,03	3560,50	2272,00	5162,00	599,83	16,69	
Razem		900	3527,23	3500,00	2086,00	5532,00	562,36	15,94	

Analiza zależności długości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 7). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

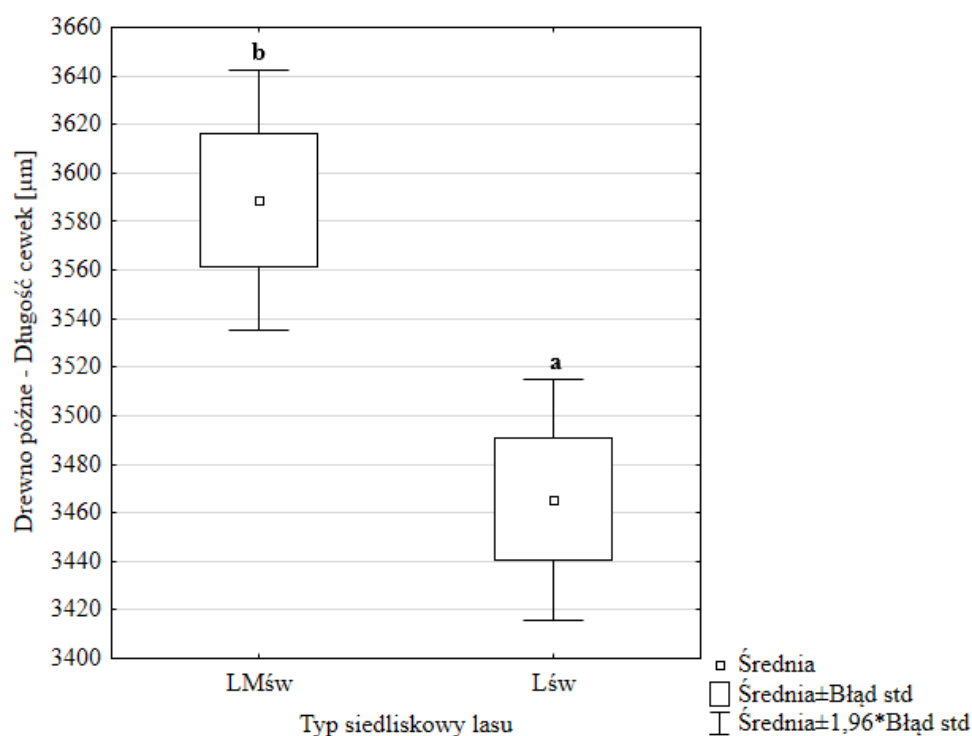
Tab. 7. Analiza wariancji między długością cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,119724E+10	1	1,119724E+10	37700,75	< 0,0001 *
Lokalizacja	1,002947E+07	4	2,507367E+06	8,44	< 0,0001 *
TSL	3,415350E+06	1	3,415350E+06	11,50	0,0007 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	6,532862E+06	4	1,633216E+06	5,50	0,0002 *
Błąd	2,643327E+08	890	2,970031E+05		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 32). Również porównanie wartości długości cewki drewna późnego między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 33).

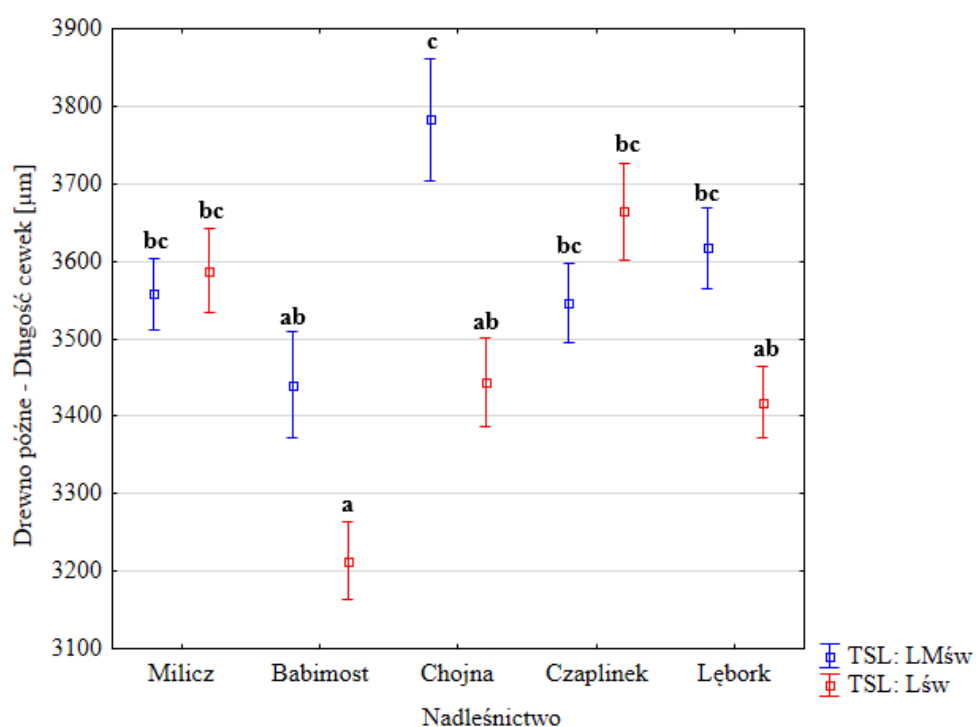


Ryc. 32. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna późnego w lokalizacjach



Ryc. 33. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna późnego w TSL

Na rycinie nr 34 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



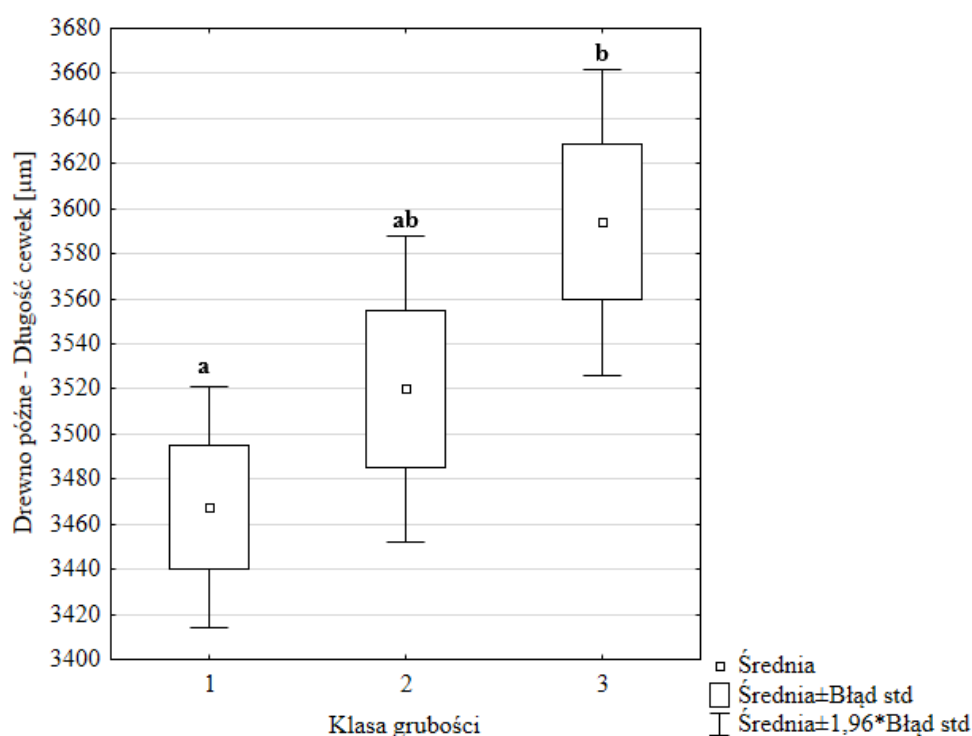
Ryc. 34. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności długości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 8). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 8. Analiza wariancji między długością cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

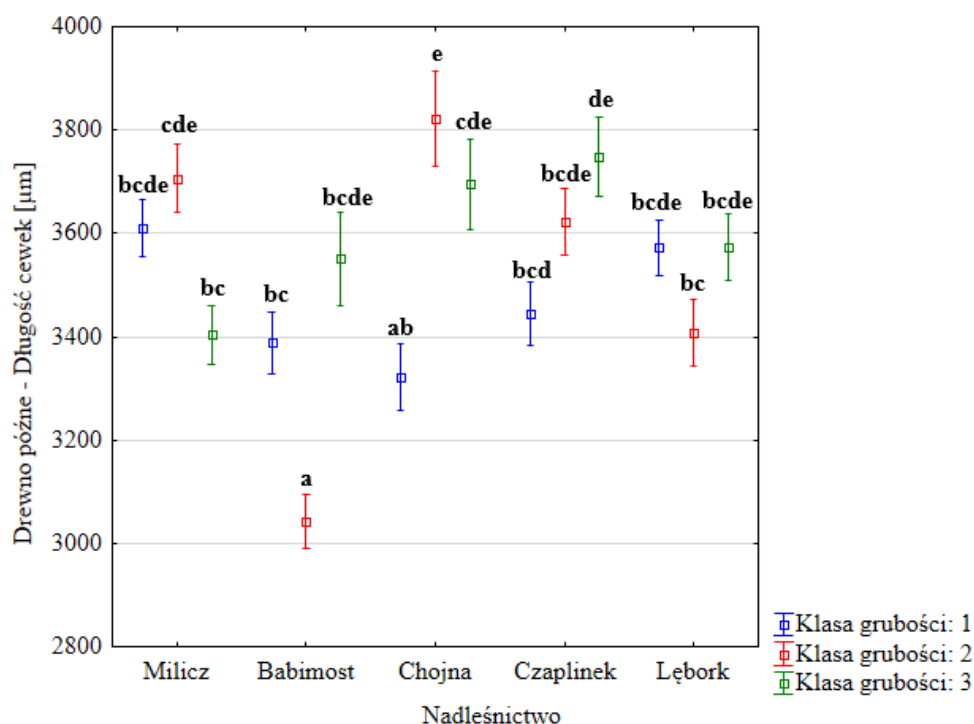
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,119724E+10	1	1,119724E+10	39431,24	< 0,0001 *
Lokalizacja	1,002947E+07	4	2,507367E+06	8,83	< 0,0001 *
Gr	2,424285E+06	2	1,212143E+06	4,27	0,0143 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	2,054436E+07	8	2,568046E+06	9,04	< 0,0001 *
Błąd	2,513123E+08	885	2,839687E+05		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 35).



Ryc. 35. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 36 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



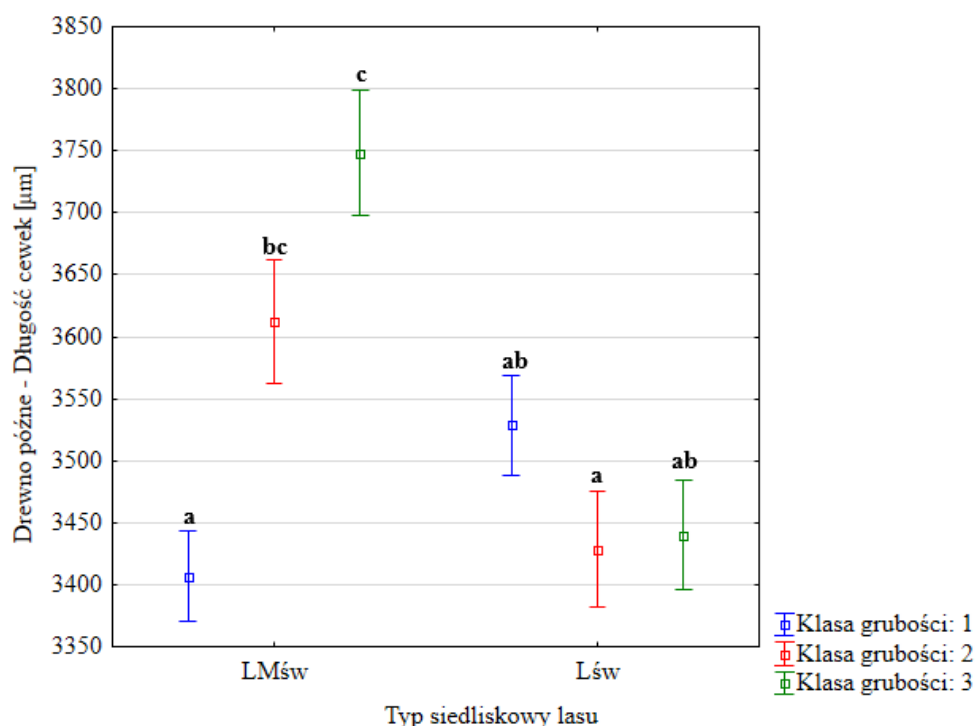
Ryc. 36. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności długości cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 9). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

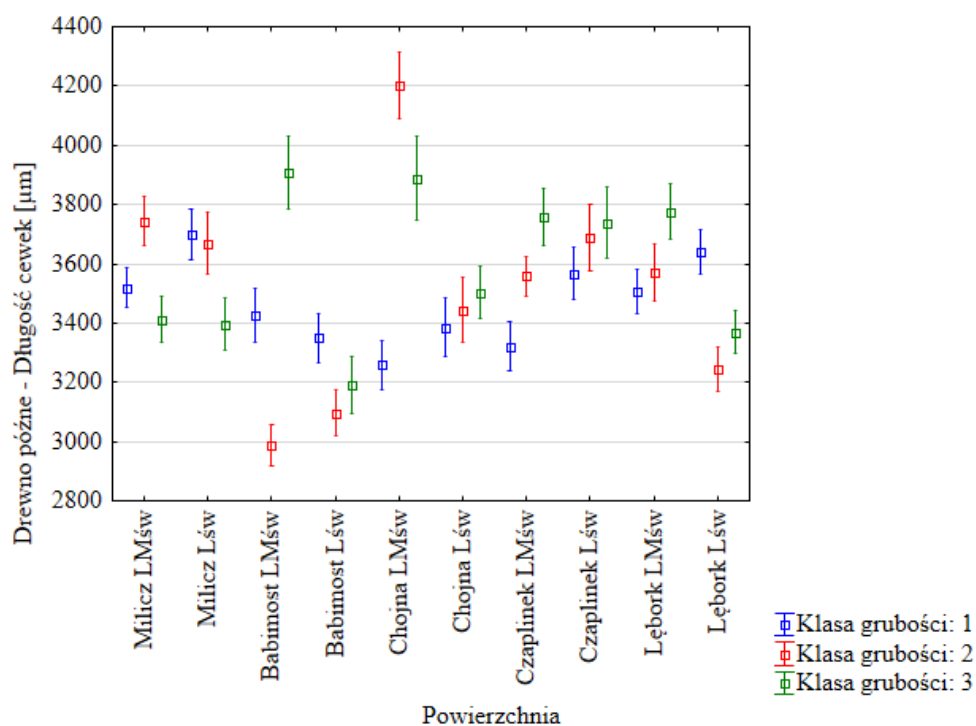
Tab. 9. Analiza wariancji między długości cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,119724E+10	1	1,119724E+10	36921,08	< 0,0001 *
Gr	2,424285E+06	2	1,212143E+06	4,00	0,0187 *
TSL	3,415350E+06	1	3,415350E+06	11,26	0,0008 *
TSL*Gr (interakcja)	7,342977E+06	2	3,671488E+06	12,11	< 0,0001 *
Błąd	2,711278E+08	894	3,032749E+05		

Na rycinie nr 37 przedstawiono relację między przeciętną długością cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 37. Średnie wartości i błędy standardowe długości cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 38. Porównanie średnich wartości długości cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 38, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między długością cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.2. Szerokość cewek

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima szerokości cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 11.

Najwyższą średnią wartość szerokości cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Lęborku na LMśw w III klasie grubości – 51,57 μm , najniższą w Babimoście na Lśw w II klasie grubości – 38,03 μm . Największą medianę otrzymano w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 52,00 μm , a najmniejszą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości – 36,50 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnia szerokość cewki drewna wczesnego wyniosła 45,59 μm , a mediana 45,00 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 45,80 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej szerokości cewek drewna wczesnego wyniosły: 45,78 μm w I klasie, 44,94 μm w II klasie oraz 46,05 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (20,00 μm), natomiast najwyższą w Babimoście na LMśw w I klasie grubości (72,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 16,65 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 11).

Analiza zależności szerokości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 10). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

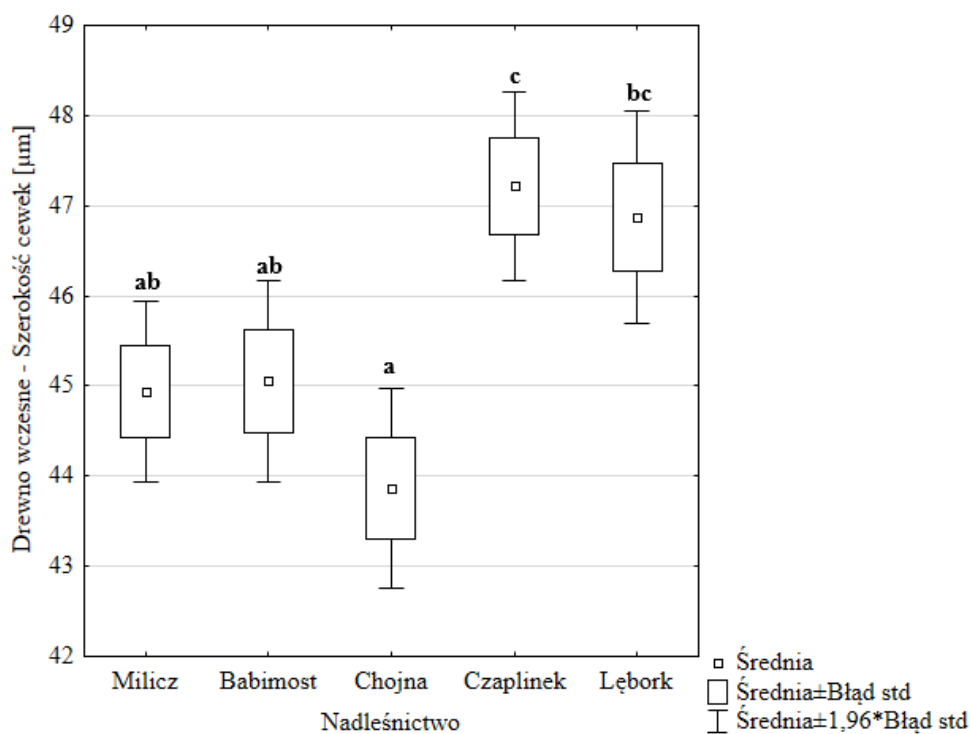
Tab. 10. Analiza wariancji między szerokością cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1870603	1	1870603	34465,81	< 0,0001 *
TSL	41	1	41	0,76	0,3828
Lokalizacja	1435	4	359	6,61	< 0,0001 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2032	4	508	9,36	< 0,0001 *
Błąd	48304	890	54		

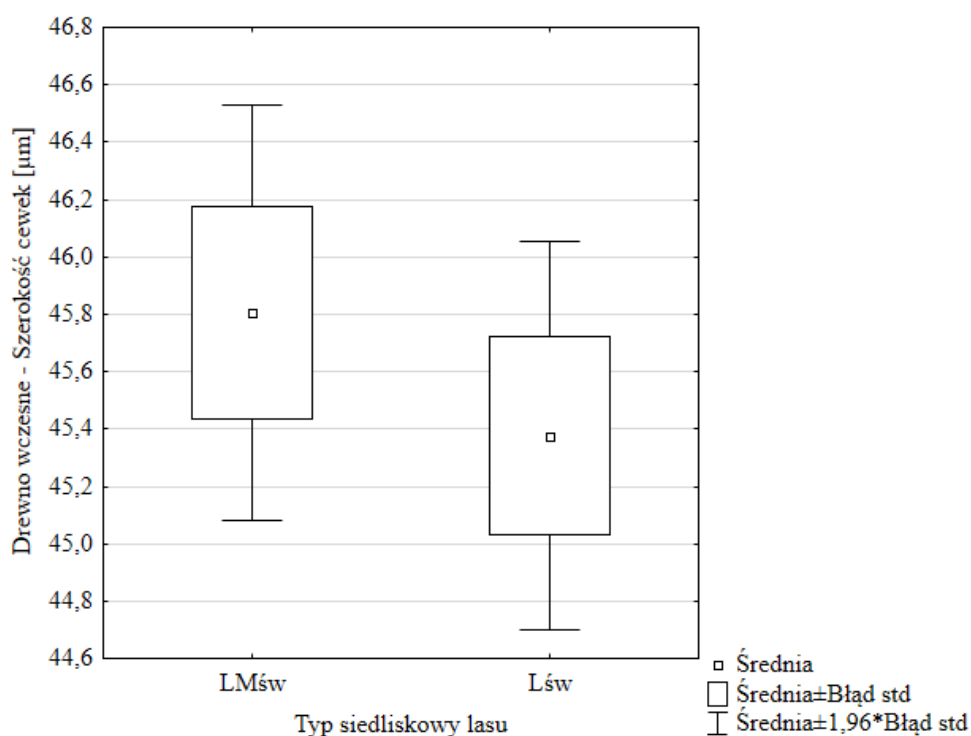
Tab. 11. Statystyka opisowa szerokości cewek drewna wczesnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	49,90	52,00	34,00	65,00	8,40	16,83
		2	30	43,93	45,00	33,00	61,00	6,70	15,25
		3	30	42,57	44,00	25,00	49,00	5,20	12,21
		Razem	90	45,47	46,00	25,00	65,00	7,53	16,56
	Lśw	1	30	44,80	45,00	35,00	59,00	6,24	13,93
		2	30	46,83	47,00	33,00	57,00	5,21	11,12
		3	30	41,60	42,50	26,00	50,00	6,19	14,88
		Razem	90	44,41	45,00	26,00	59,00	6,22	14,01
	Razem		180	44,94	45,00	25,00	65,00	6,91	15,37
Babimost	LMśw	1	30	49,30	48,00	33,00	72,00	7,18	14,56
		2	30	46,70	47,00	35,00	56,00	5,41	11,58
		3	30	45,30	44,50	34,00	59,00	7,87	17,38
		Razem	90	47,10	47,00	33,00	72,00	7,02	14,91
	Lśw	1	30	48,80	49,00	33,00	60,00	6,41	13,14
		2	30	38,03	37,50	25,00	49,00	6,23	16,39
		3	30	42,20	41,00	31,00	56,00	6,73	15,96
		Razem	90	43,01	43,00	25,00	60,00	7,79	18,12
	Razem		180	45,06	45,00	25,00	72,00	7,67	17,03
Chojna	LMśw	1	30	37,23	36,50	20,00	50,00	7,41	19,90
		2	30	44,17	45,00	29,00	62,00	7,31	16,54
		3	30	44,47	44,00	26,00	59,00	8,66	19,48
		Razem	90	41,96	42,50	20,00	62,00	8,43	20,08
	Lśw	1	30	43,90	44,00	33,00	54,00	6,26	14,25
		2	30	46,50	46,00	37,00	58,00	5,35	11,50
		3	30	46,93	47,00	33,00	60,00	6,41	13,66
		Razem	90	45,78	46,00	33,00	60,00	6,11	13,34
	Razem		180	43,87	44,00	20,00	62,00	7,58	17,29
Czaplinek	LMśw	1	30	48,27	48,00	32,00	65,00	7,75	16,07
		2	30	47,90	48,00	37,00	61,00	5,94	12,41
		3	30	49,97	50,00	33,00	66,00	7,12	14,25
		Razem	90	48,71	48,50	32,00	66,00	6,96	14,29
	Lśw	1	30	46,23	45,00	34,00	65,00	6,51	14,07
		2	30	43,00	43,00	28,00	56,00	6,87	15,97
		3	30	47,93	47,50	33,00	62,00	7,46	15,57
		Razem	90	45,72	45,00	28,00	65,00	7,18	15,70
	Razem		180	47,22	47,00	28,00	66,00	7,21	15,27
Lębork	LMśw	1	30	42,23	41,50	34,00	57,00	5,65	13,39
		2	30	43,57	43,50	32,00	59,00	5,81	13,34
		3	30	51,57	49,50	40,00	65,00	8,11	15,74
		Razem	90	45,79	44,00	32,00	65,00	7,75	16,92
	Lśw	1	30	47,10	45,50	32,00	64,00	7,19	15,26
		2	30	48,77	47,50	39,00	69,00	6,42	13,17
		3	30	48,00	48,50	25,00	68,00	10,84	22,58
		Razem	90	47,96	47,00	25,00	69,00	8,31	17,33
	Razem		180	46,87	45,00	25,00	69,00	8,08	17,25
LMśw			450	45,80	46,00	20,00	72,00	7,85	17,14
Lśw			450	45,38	45,00	25,00	69,00	7,33	16,15
1			300	45,78	45,00	20,00	72,00	7,78	16,99
2			300	44,94	45,00	25,00	69,00	6,75	15,03
3			300	46,05	46,00	25,00	68,00	8,16	17,71
Razem			900	45,59	45,00	20,00	72,00	7,59	16,65

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 39). Natomiast przy braku istotności wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 40).

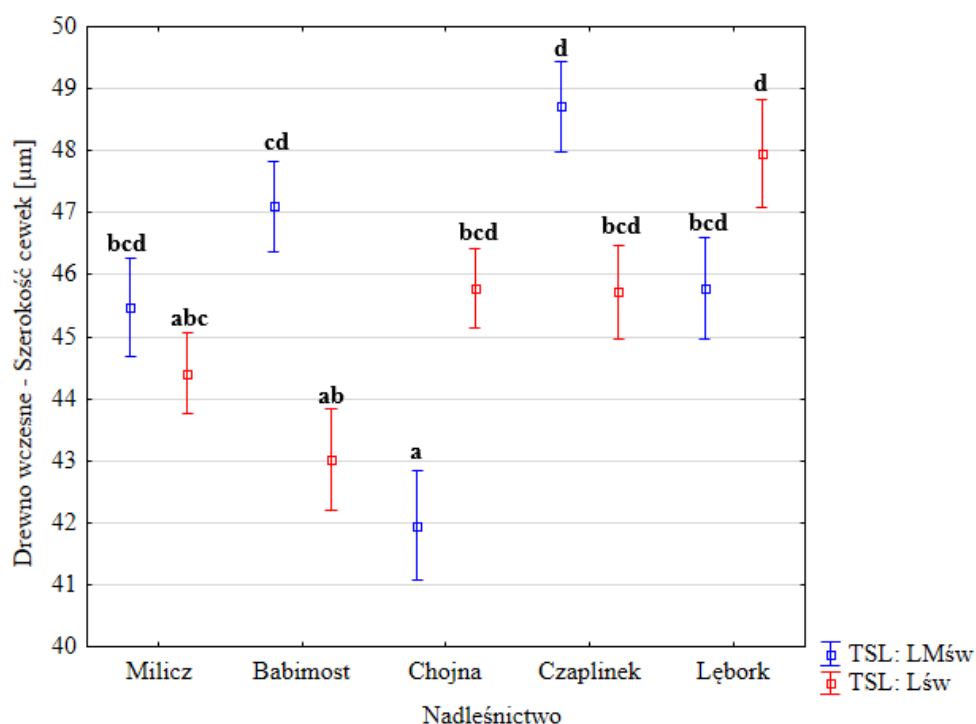


Ryc. 39. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 40. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 41 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



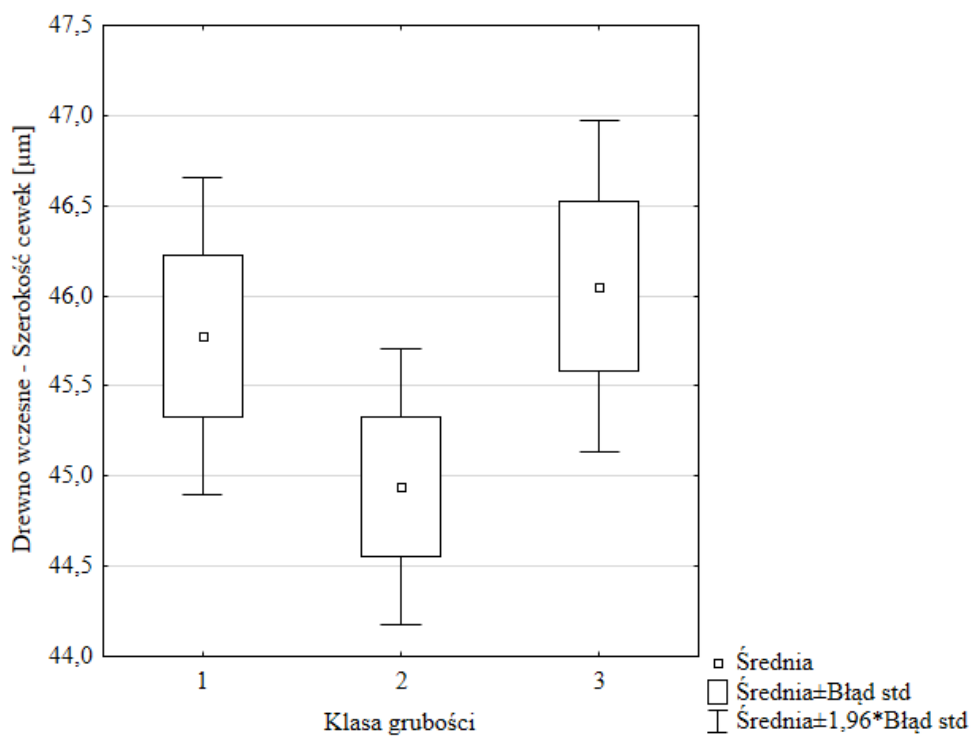
Ryc. 41. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna wczesnego w rozbięciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności szerokości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 12). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 12. Analiza wariancji między szerokością cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

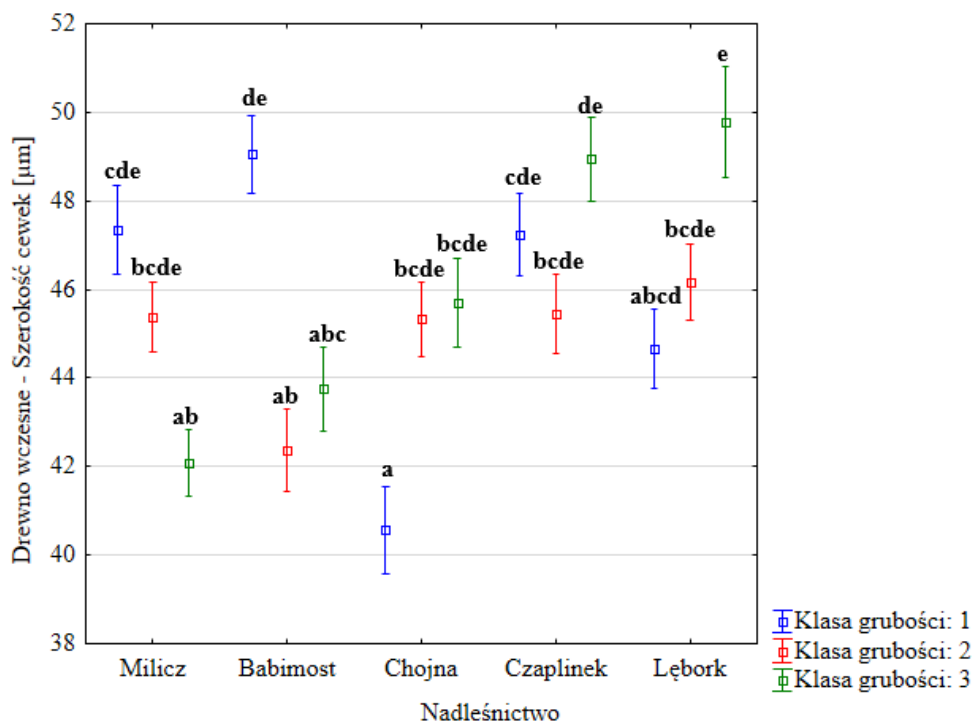
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1870603	1	1870603	36105,01	< 0,0001 *
Lokalizacja	1435	4	359	6,92	< 0,0001 *
Gr	202	2	101	1,95	0,1435
Lokalizacja*Gr (interakcja)	4324	8	540	10,43	< 0,0001 *
Błąd	45852	885	52		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 42).



Ryc. 42. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 43 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



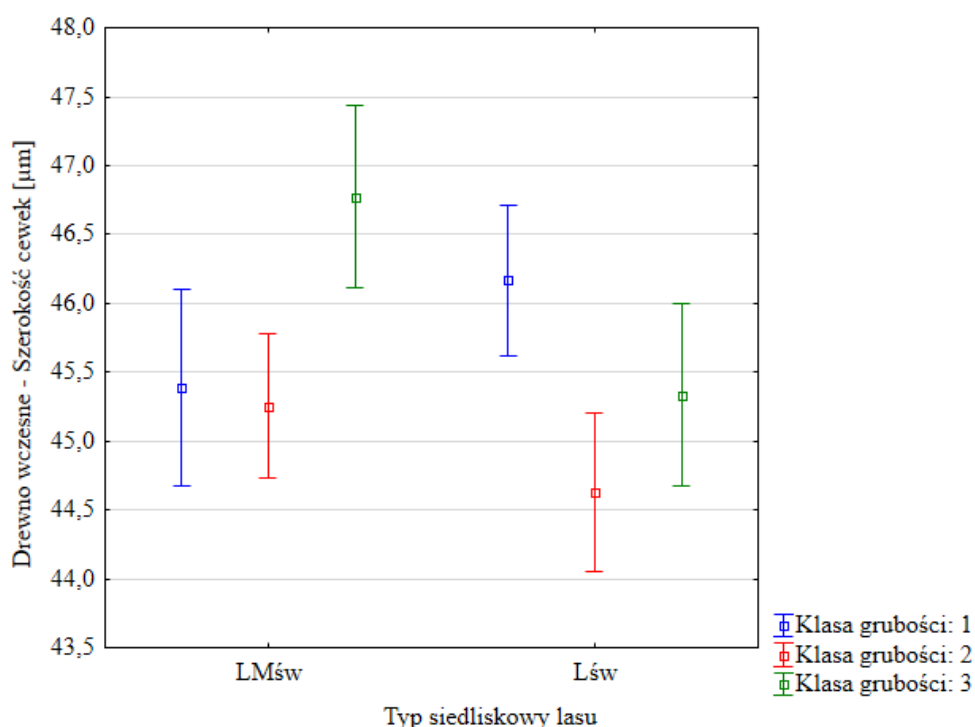
Ryc. 43. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności szerokości cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała brak istotnego wpływu obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 13). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 13. Analiza wariancji między szerokości cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

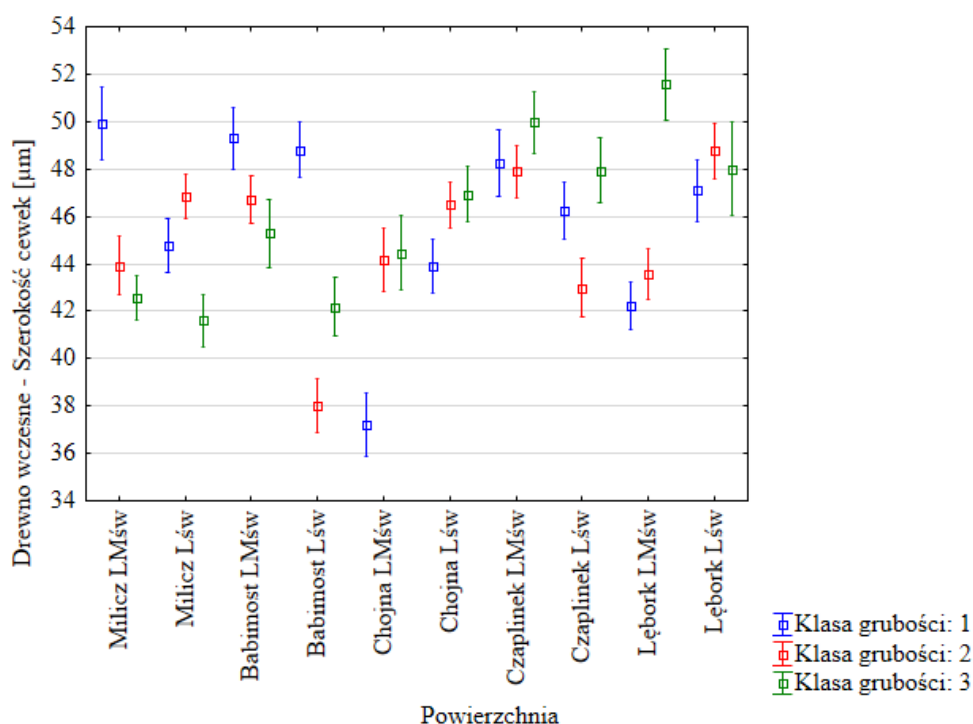
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1870603	1	1870603	32548,38	< 0,0001 *
Gr	202	2	101	1,75	0,1737
TSL	41	1	41	0,72	0,3963
TSL*Gr (interakcja)	189	2	95	1,65	0,1934
Błąd	51379	894	57		

Na rycinie nr 45 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 45. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 46, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między szerokością cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 46. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima szerokości cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 14.

Najwyższą średnią wartość szerokości cewek drewna późnego DG uzyskano w Babimocie na LMśw w III klasie grubości – 38,00 μm , najniższą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 28,27 μm . Największą medianę otrzymano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 37,50 μm , a najmniejszą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 26,00 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnia szerokość cewki drewna późnego wyniosła 33,58 μm , a mediana 34,00 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 33,67 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej szerokości cewek drewna późnego wyniosły: 33,43 μm w I klasie, 33,19 μm w II klasie oraz 34,11 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimocie na Lśw w II klasie grubości (16,00 μm), natomiast najwyższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości (57,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 19,25 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 14).

Tab. 14. Statystyka opisowa szerokości cewek drewna późnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

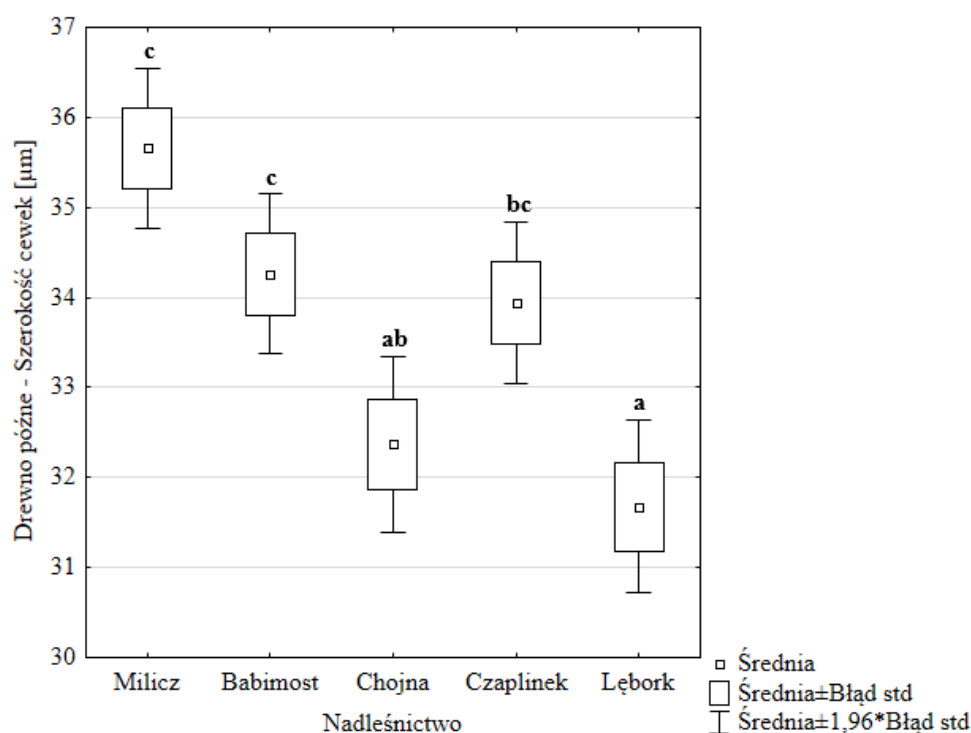
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	36,00	35,50	28,00	57,00	5,73	15,92
		2	30	36,03	34,50	27,00	49,00	5,65	15,69
		3	30	34,20	34,00	22,00	51,00	6,00	17,53
		Razem	90	35,41	35,00	22,00	57,00	5,79	16,36
	Lśw	1	30	36,73	36,00	25,00	52,00	7,00	19,06
		2	30	34,40	34,50	22,00	45,00	6,05	17,58
		3	30	36,57	37,00	25,00	49,00	6,12	16,75
		Razem	90	35,90	36,50	22,00	52,00	6,42	17,89
	Razem		180	35,66	35,00	22,00	57,00	6,10	17,12
Babimost	LMśw	1	30	31,67	32,00	21,00	43,00	5,21	16,45
		2	30	34,97	35,00	26,00	49,00	5,25	15,01
		3	30	38,00	37,00	31,00	50,00	5,00	13,15
		Razem	90	34,88	34,00	21,00	50,00	5,72	16,40
	Lśw	1	30	36,47	35,50	25,00	47,00	5,70	15,62
		2	30	30,73	31,00	16,00	41,00	6,01	19,56
		3	30	33,73	32,50	22,00	47,00	6,41	19,00
		Razem	90	33,64	33,50	16,00	47,00	6,43	19,10
	Razem		180	34,26	34,00	16,00	50,00	6,10	17,80
Chojna	LMśw	1	30	31,97	30,50	21,00	44,00	6,40	20,01
		2	30	35,90	34,50	21,00	55,00	7,72	21,51
		3	30	33,03	33,50	20,00	43,00	6,83	20,68
		Razem	90	33,63	33,50	20,00	55,00	7,12	21,18
	Lśw	1	30	30,67	30,00	22,00	41,00	4,60	14,99
		2	30	32,03	32,50	21,00	44,00	6,61	20,63
		3	30	30,60	31,50	20,00	40,00	6,37	20,82
		Razem	90	31,10	31,00	20,00	44,00	5,90	18,96
	Razem		180	32,37	33,00	20,00	55,00	6,64	20,53
Czaplinek	LMśw	1	30	30,30	29,00	18,00	46,00	5,82	19,21
		2	30	34,03	34,50	17,00	44,00	6,24	18,35
		3	30	35,90	35,00	26,00	50,00	5,46	15,21
		Razem	90	33,41	33,00	17,00	50,00	6,24	18,68
	Lśw	1	30	33,07	34,00	22,00	43,00	4,83	14,62
		2	30	35,90	34,50	26,00	48,00	6,65	18,51
		3	30	34,40	34,00	19,00	47,00	6,36	18,49
		Razem	90	34,46	34,00	19,00	48,00	6,05	17,54
	Razem		180	33,93	34,00	17,00	50,00	6,15	18,12
Lębork	LMśw	1	30	30,07	29,00	20,00	48,00	6,71	22,32
		2	30	28,27	26,00	21,00	40,00	5,30	18,76
		3	30	34,70	35,00	22,00	43,00	5,74	16,55
		Razem	90	31,01	30,50	20,00	48,00	6,48	20,90
	Lśw	1	30	37,40	37,50	26,00	47,00	6,09	16,28
		2	30	29,67	30,00	22,00	42,00	5,22	17,60
		3	30	29,97	30,50	19,00	43,00	5,69	18,99
		Razem	90	32,34	32,00	19,00	47,00	6,67	20,61
	Razem		180	31,68	31,50	19,00	48,00	6,59	20,81
LMśw			450	33,67	34,00	17,00	57,00	6,45	19,15
Lśw			450	33,49	33,00	16,00	52,00	6,49	19,37
1			300	33,43	33,00	18,00	57,00	6,40	19,14
2			300	33,19	33,00	16,00	55,00	6,60	19,87
3			300	34,11	34,00	19,00	51,00	6,38	18,71
Razem			900	33,58	34,00	16,00	57,00	6,46	19,25

Analiza zależności szerokości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 15). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 15. Analiza wariancji między szerokością cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

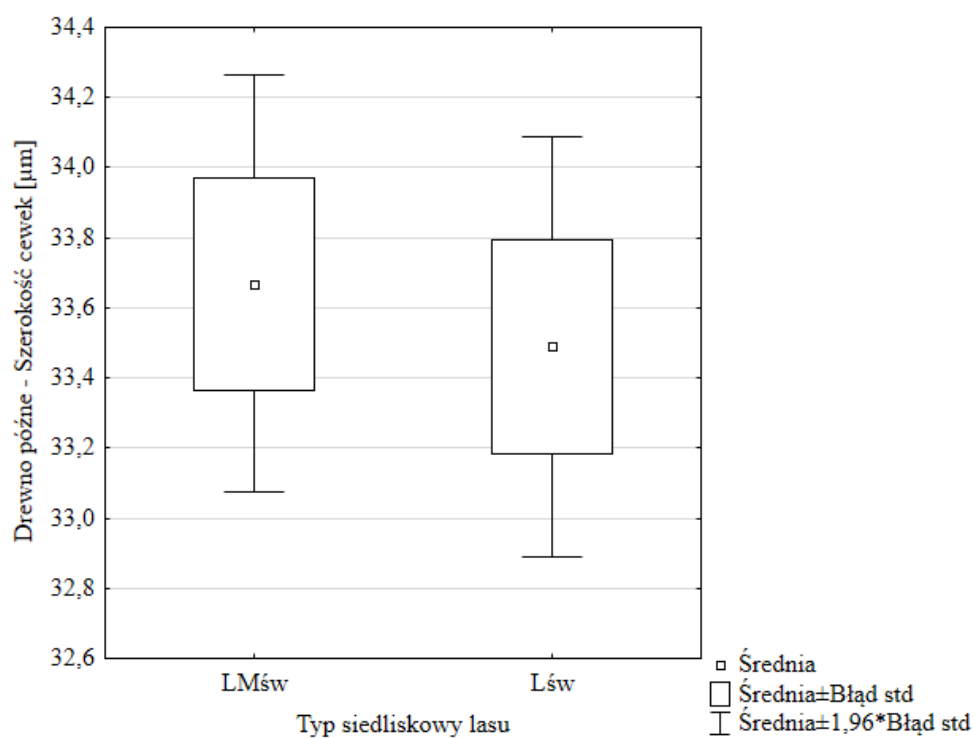
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1014788	1	1014788	25605,18	< 0,0001 *
Lokalizacja	1798	4	449	11,34	< 0,0001 *
TSL	7	1	7	0,18	0,6681
Lokalizacja * TSL (interakcja)	490	4	122	3,09	0,0153 *
Błąd	35273	890	40		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 47). Natomiast przy braku istotności wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 48).

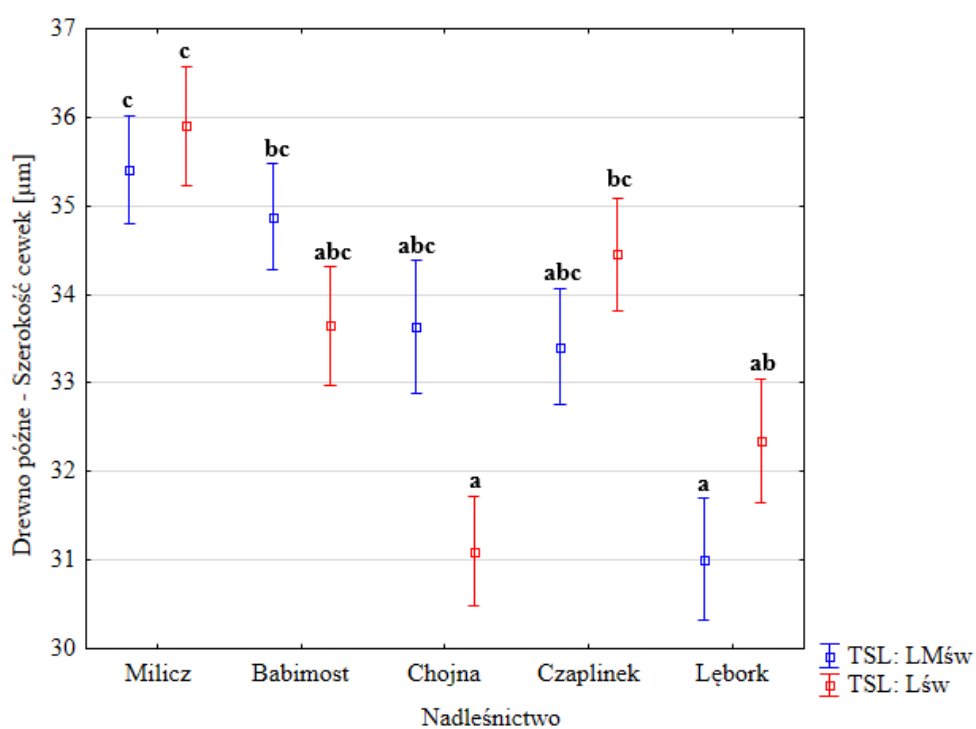


Ryc. 47. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 49 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 48. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna późnego w TSL



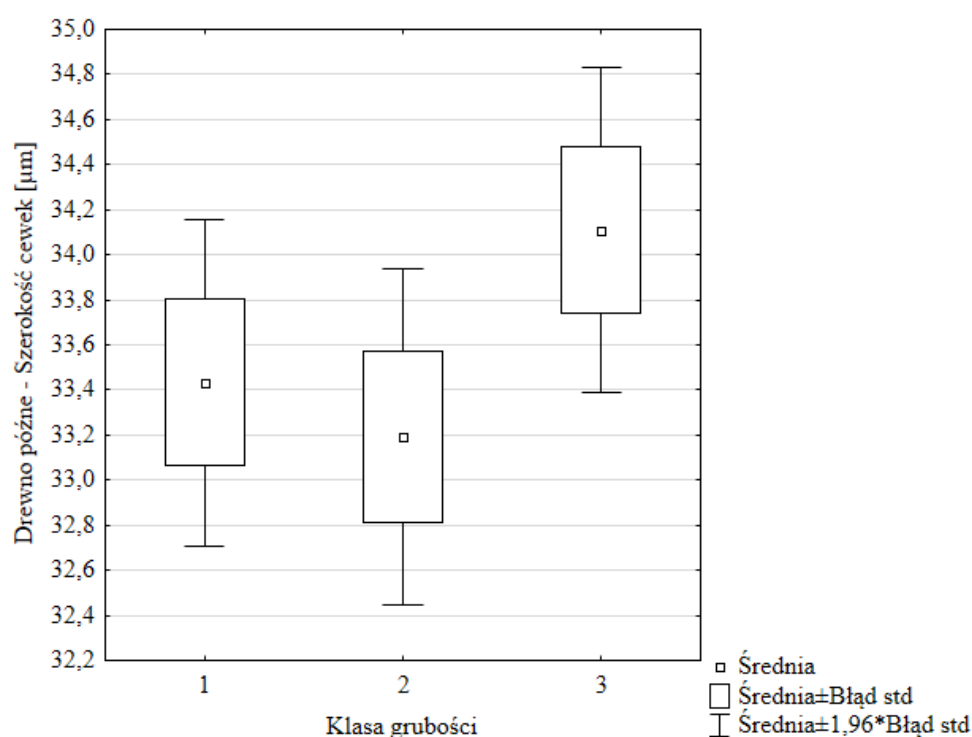
Ryc. 49. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności szerokości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 16). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 16. Analiza wariancji między szerokością cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

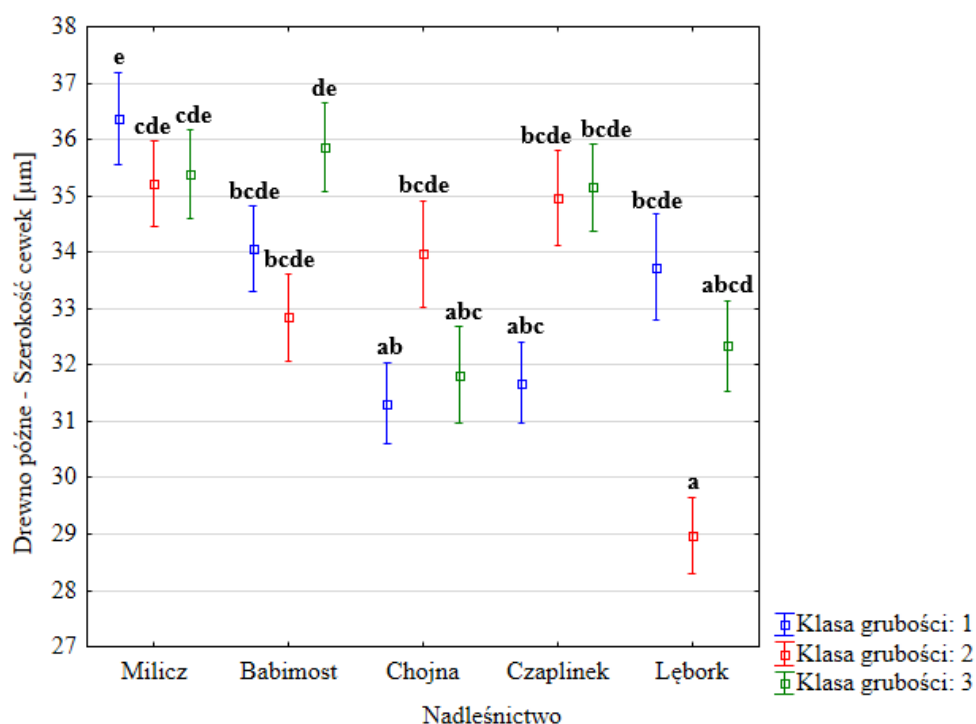
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1014788	1	1014788	26389,42	< 0,0001 *
Lokalizacja	1798	4	449	11,69	< 0,0001 *
Gr	136	2	68	1,76	0,1721
Lokalizacja*Gr (interakcja)	1602	8	200	5,21	< 0,0001 *
Błąd	34032	885	38		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 50).



Ryc. 50. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 51 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



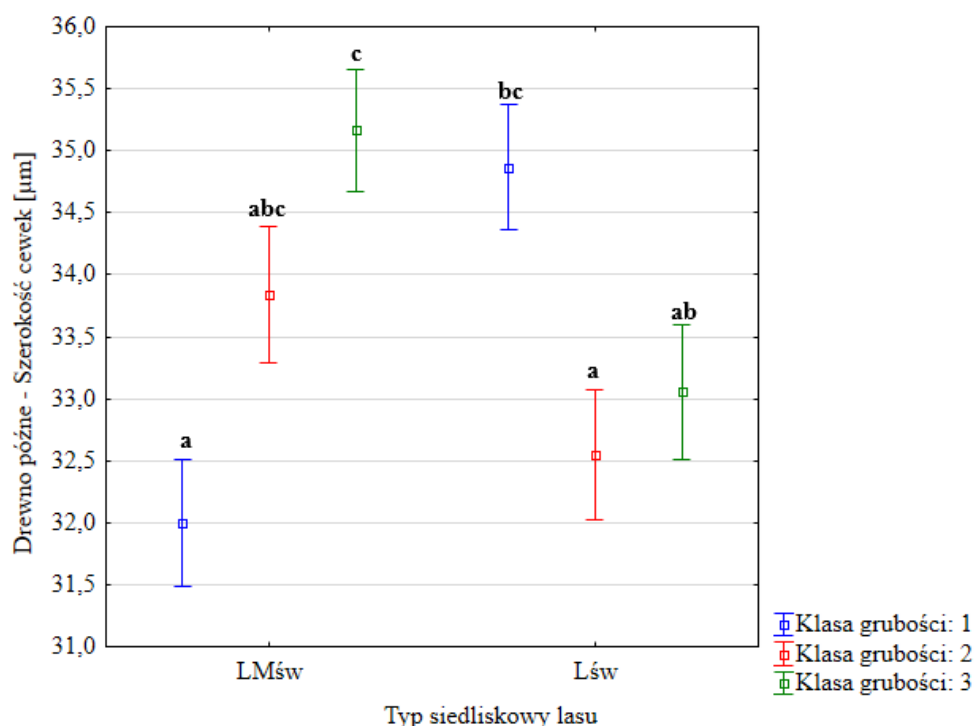
Ryc. 51. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności szerokości cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała brak istotnego wpływu obu czynników, natomiast interakcja między nimi wpływa istotnie na badaną właściwość (tab. 17). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

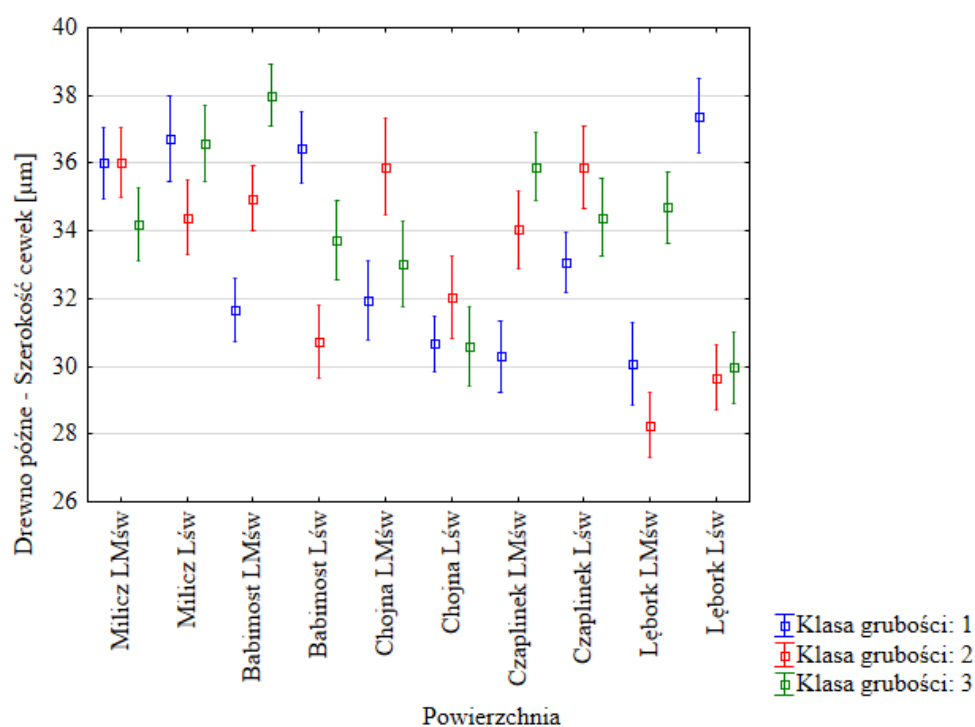
Tab. 17. Analiza wariancji między szerokości cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1014788	1	1014788	24954,43	< 0,0001 *
Gr	136	2	68	1,67	0,1894
TSL	7	1	7	0,18	0,6721
TSL*Gr (interakcja)	1069	2	535	13,15	< 0,0001 *
Błąd	36355	894	41		

Na rycinie nr 52 przedstawiono relację między przeciętną szerokością cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 52. Średnie wartości i błędy standardowe szerokości cewki drewna późnego w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 53. Porównanie średnich wartości szerokości cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 53, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między szerokością cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.3. Światło cewek

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima światła cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 19.

Najwyższą średnią wartość światła cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Lęborku na LMśw w III klasie grubości – 43,50 μm , najniższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości – 30,53 μm . Najwyższą medianę uzyskano w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 44,50 μm , a najniższą w Babimoście na Lśw w II klasie grubości oraz w Chojnie na LMśw w I klasie grubości – 30,00 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnie światło cewki drewna wczesnego wyniosła 38,17 μm , zaś mediana 38,00 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 38,54 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej światła cewek drewna wczesnego wyniosły: 38,68 μm w I klasie, 37,49 μm w II klasie oraz 38,34 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (11,00 μm), natomiast najwyższą w Babimoście na LMśw w I klasie grubości (64,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 19,53%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 19).

Analiza zależności światła cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 18). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

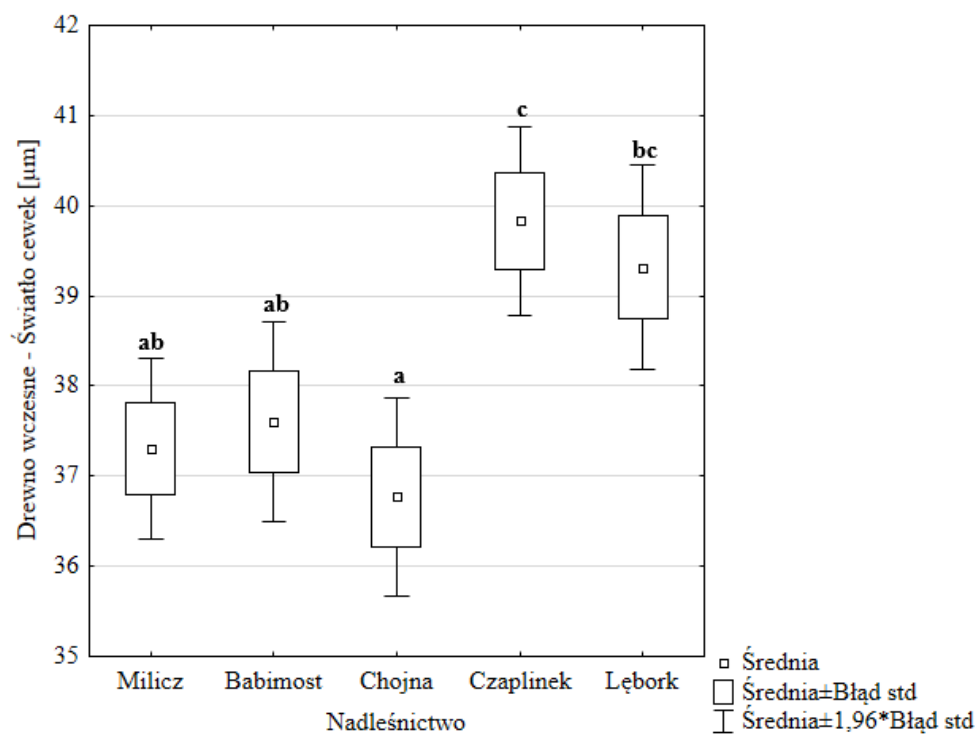
Tab. 18. Analiza wariancji między światłem cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1311101	1	1311101	25245,79	< 0,0001 *
Lokalizacja	1276	4	319	6,14	< 0,0001 *
TSL	128	1	128	2,46	0,1172
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2345	4	586	11,29	< 0,0001 *
Błąd	46221	890	52		

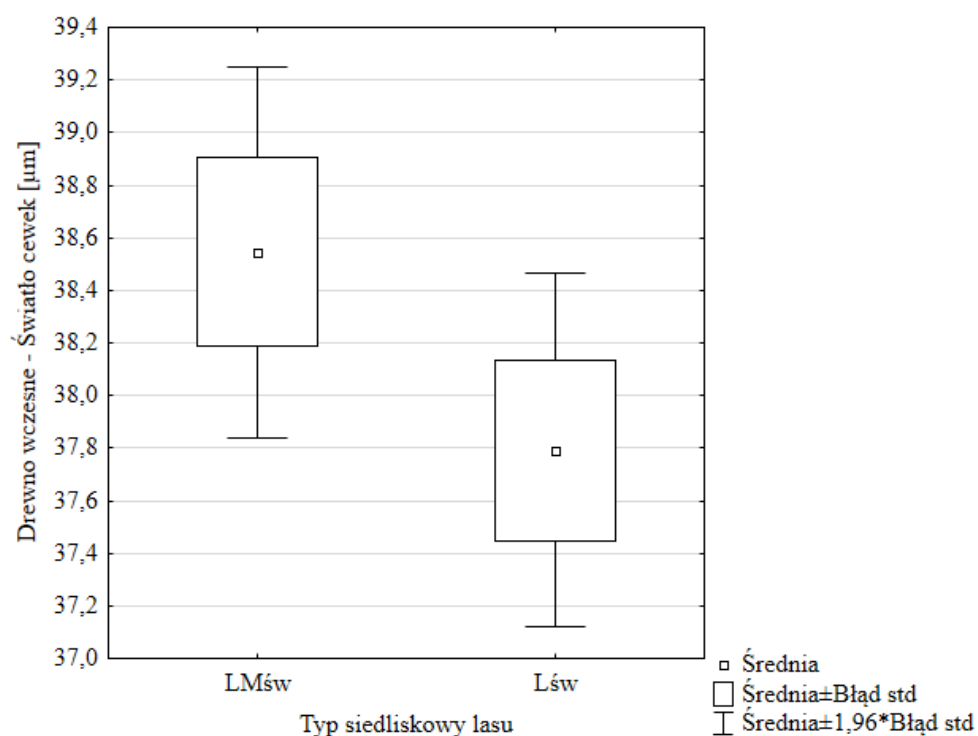
Tab. 19. Statystyka opisowa światła cewek drewna wczesnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	42,97	44,50	26,00	58,00	8,12	18,89
		2	30	36,83	38,00	26,00	53,00	6,50	17,65
		3	30	34,97	36,00	21,00	41,00	4,60	13,15
		Razem	90	38,26	38,00	21,00	58,00	7,34	19,20
	Lśw	1	30	36,67	36,50	25,00	52,00	6,39	17,42
		2	30	39,07	40,00	26,00	48,00	5,04	12,89
		3	30	33,37	34,00	18,00	43,00	6,07	18,20
		Razem	90	36,37	37,00	18,00	52,00	6,25	17,19
	Razem		180	37,31	37,00	18,00	58,00	6,87	18,40
	Babimost	LMśw	1	30	42,20	41,50	28,00	64,00	7,00
2			30	39,33	40,00	28,00	49,00	5,29	13,46
3			30	37,97	37,50	27,00	52,00	7,51	19,78
Razem			90	39,83	40,00	27,00	64,00	6,83	17,14
Lśw		1	30	40,83	41,00	25,00	52,00	6,35	15,56
		2	30	30,60	30,00	17,00	41,00	6,56	21,45
		3	30	34,70	33,50	24,00	48,00	6,56	18,91
		Razem	90	35,38	36,00	17,00	52,00	7,69	21,73
Razem		180	37,61	38,00	17,00	64,00	7,59	20,17	
Chojna		LMśw	1	30	30,53	30,00	11,00	43,00	6,90
	2		30	37,23	38,00	23,00	55,00	7,35	19,73
	3		30	36,17	35,00	17,00	52,00	9,17	25,34
	Razem		90	34,64	35,00	11,00	55,00	8,32	24,01
	Lśw	1	30	37,77	37,50	28,00	48,00	6,00	15,90
		2	30	39,57	39,50	29,00	50,00	5,34	13,50
		3	30	39,37	40,00	27,00	53,00	6,31	16,03
		Razem	90	38,90	39,00	27,00	53,00	5,89	15,14
	Razem		180	36,77	37,00	11,00	55,00	7,50	20,39
	Czaplinek	LMśw	1	30	41,47	41,00	25,00	58,00	7,51
2			30	40,13	40,00	31,00	55,00	5,54	13,80
3			30	42,83	42,50	28,00	57,00	6,75	15,76
Razem			90	41,48	41,00	25,00	58,00	6,67	16,07
Lśw		1	30	39,67	39,00	27,00	59,00	6,81	17,18
		2	30	34,40	34,50	22,00	45,00	6,50	18,89
		3	30	40,50	41,00	26,00	55,00	7,13	17,60
		Razem	90	38,19	37,50	22,00	59,00	7,27	19,03
Razem		180	39,83	39,00	22,00	59,00	7,15	17,94	
Lębork		LMśw	1	30	35,07	35,00	27,00	48,00	5,17
	2		30	36,97	37,00	26,00	51,00	5,76	15,59
	3		30	43,50	42,50	32,00	58,00	7,84	18,02
	Razem		90	38,51	37,00	26,00	58,00	7,26	18,85
	Lśw	1	30	39,63	38,00	25,00	56,00	6,56	16,55
		2	30	40,73	39,00	31,00	60,00	6,36	15,61
		3	30	40,00	40,50	17,00	57,00	10,99	27,46
		Razem	90	40,12	39,00	17,00	60,00	8,17	20,36
	Razem		180	39,32	38,00	17,00	60,00	7,75	19,71
	LMśw		450	38,54	38,00	11,00	64,00	7,62	19,76
Lśw		450	37,79	38,00	17,00	60,00	7,28	19,26	
1		300	38,68	39,00	11,00	64,00	7,54	19,49	
2		300	37,49	38,00	17,00	60,00	6,65	17,75	
3		300	38,34	38,00	17,00	58,00	8,08	21,08	
Razem		900	38,17	38,00	11,00	64,00	7,46	19,53	

W wyniku porównania wartości światła cewki drewna wczesnego między lokalizacjami wykazano 3 grupy jednorodne (ryc. 54). Natomiast w związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wyróżniono grup jednorodnych (ryc. 55).

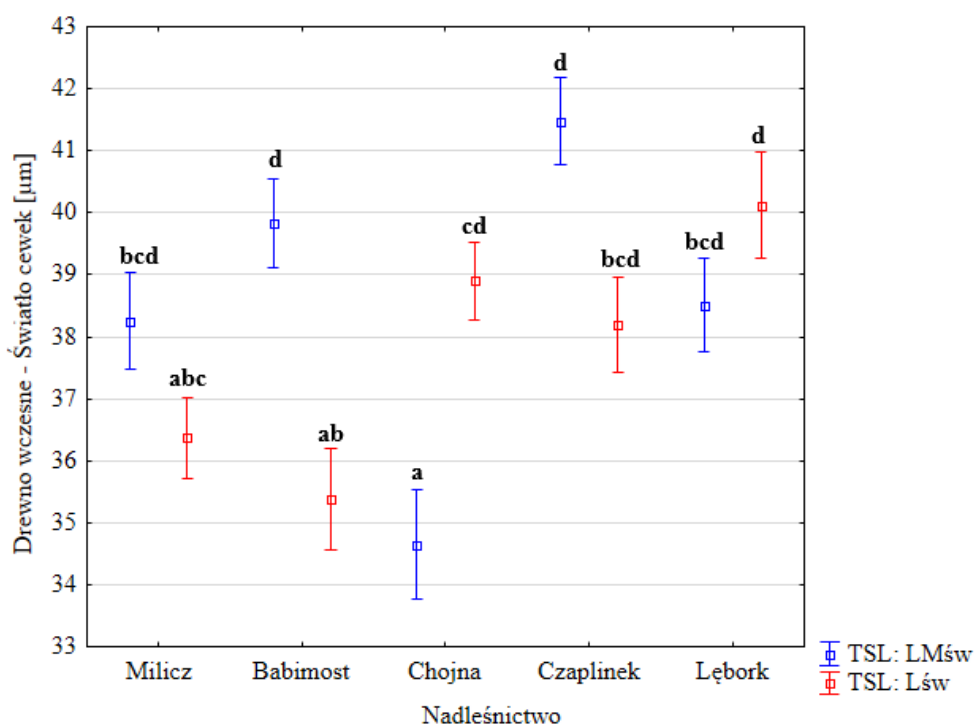


Ryc. 54. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 55. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 56 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



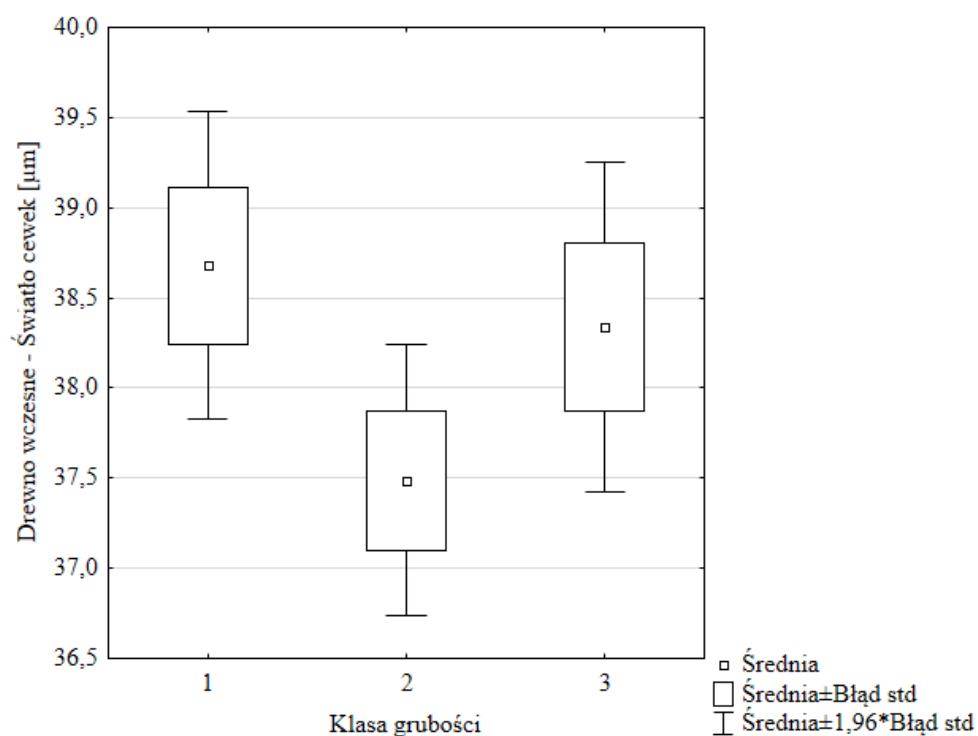
Ryc. 56. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna wczesnego w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności światła cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 20). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 20. Analiza wariancji między światłem cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

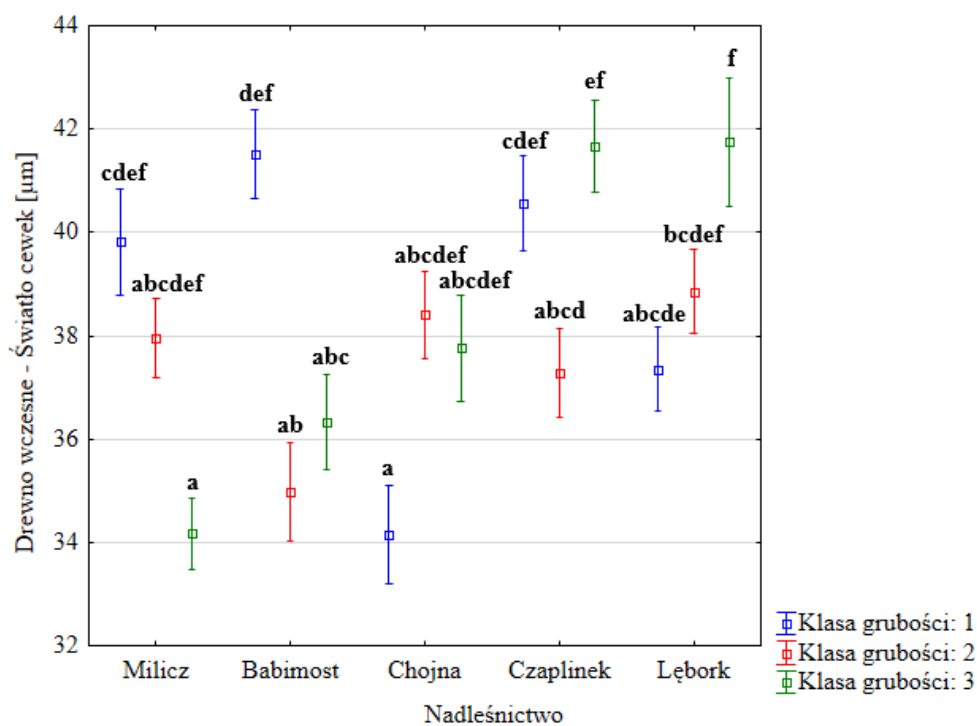
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1311101	1	1311101	26130,17	< 0,0001 *
Lokalizacja	1276	4	319	6,36	< 0,0001 *
Gr	226	2	113	2,26	0,1053
Lokalizacja*Gr (interakcja)	4061	8	508	10,12	< 0,0001 *
Błąd	44406	885	50		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 57).



Ryc. 57. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 58 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna wczesnego dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



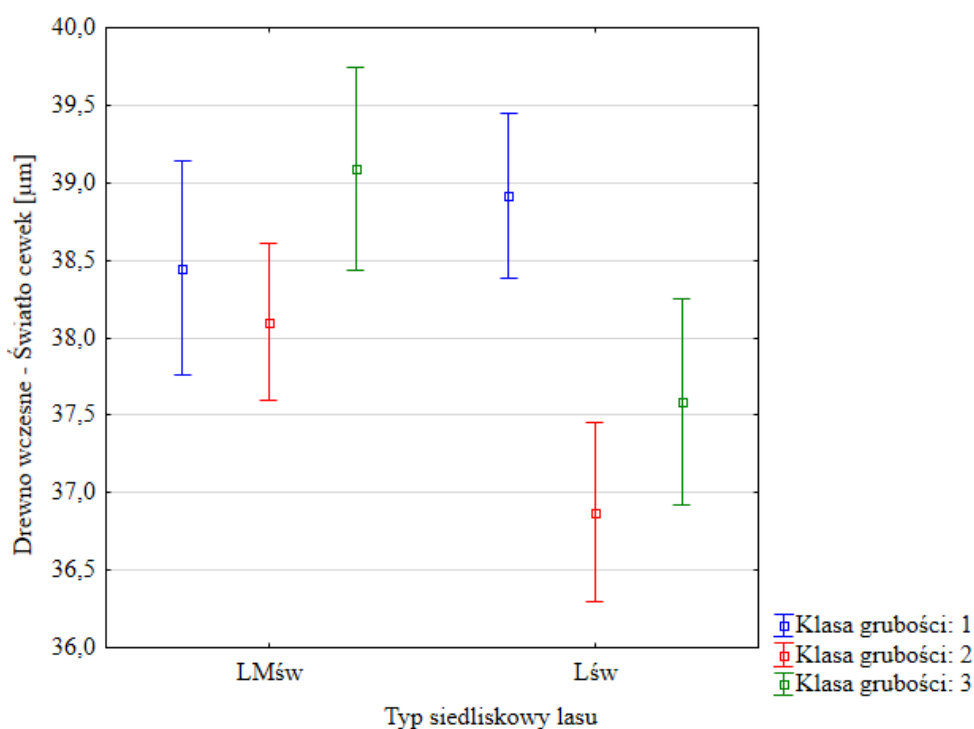
Ryc. 58. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności światła cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała brak istotnego wpływu obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 21). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 21. Analiza wariancji między światłem cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

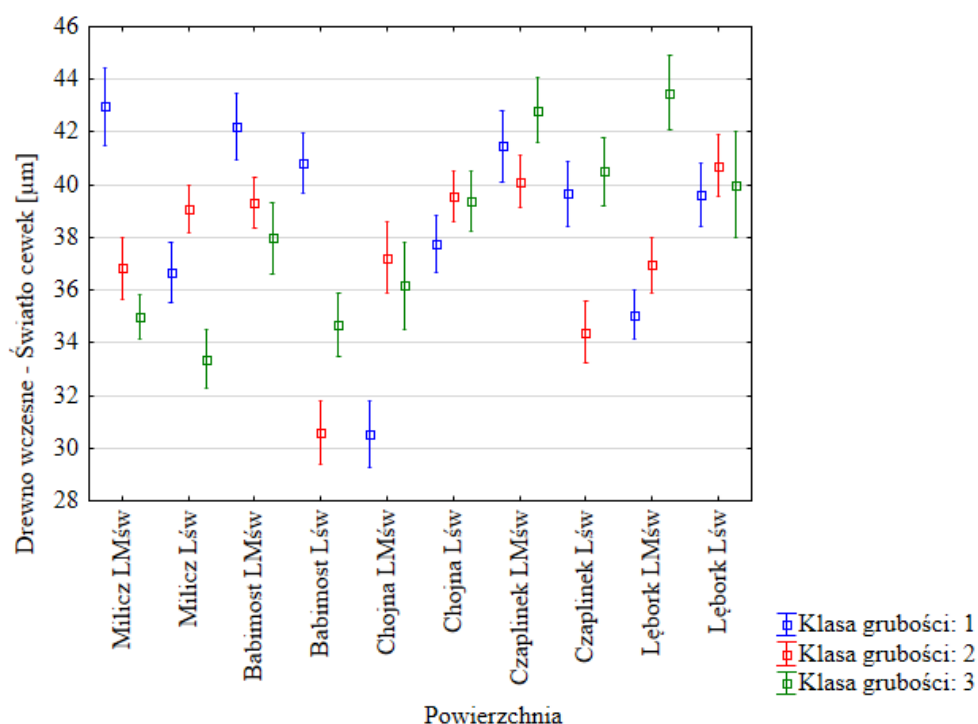
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1311101	1	1311101	23705,49	< 0,0001 *
Gr	226	2	113	2,05	0,1297
TSL	128	1	128	2,31	0,1290
TSL*Gr (interakcja)	170	2	85	1,54	0,2151
Błąd	49445	894	55		

Na rycinie nr 59 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 59. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 60, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między światłem cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 60. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima światła cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 22.

Najwyższą średnią wartość światła cewek drewna późnego DG uzyskano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 20,67 μm , najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 11,40 μm . Najwyższą medianę uzyskano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 21,00 μm , a najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 11,50 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnie światło cewki drewna późnego wyniosła 15,03 μm , zaś mediana 14,00 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 15,12 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej światła cewek drewna późnego malały wraz ze wzrostem grubości – 15,44 μm w I klasie, 15,16 μm w II klasie oraz 14,49 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostcie na LMśw w III klasie grubości (4,00 μm), natomiast najwyższą w Miliczu na LMśw w III klasie grubości (36,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 33,33%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 22).

Tab. 22. Statystyka opisowa światła cewek drewna późnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

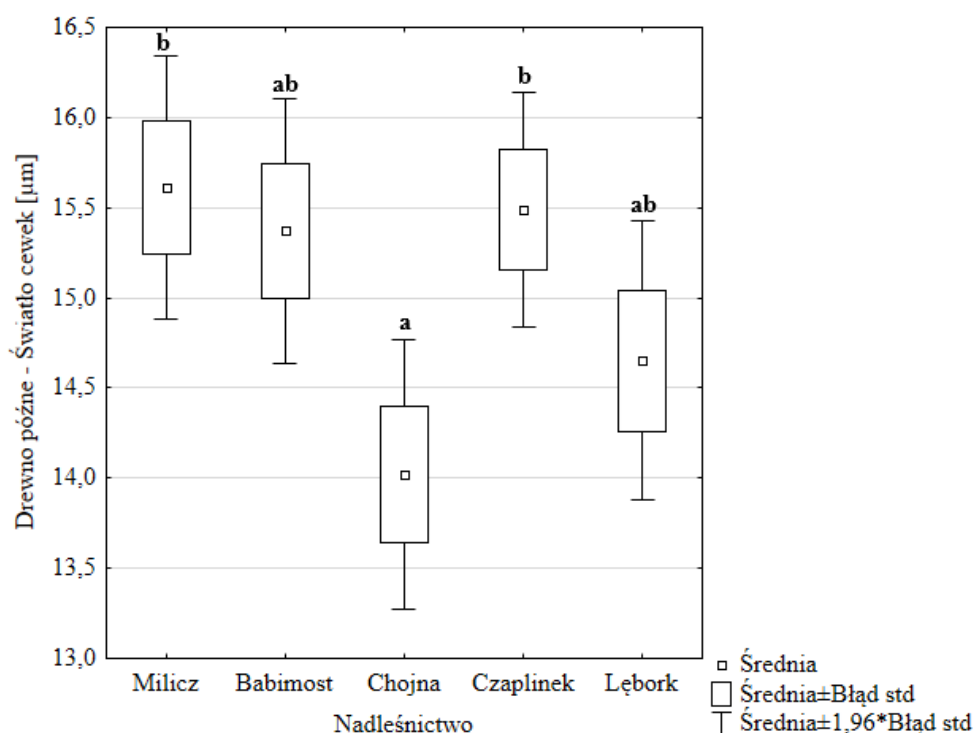
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	16,63	17,00	11,00	30,00	3,91	23,50
		2	30	16,90	15,50	10,00	29,00	4,65	27,51
		3	30	14,67	14,50	6,00	36,00	5,80	39,53
		Razem	90	16,07	15,00	6,00	36,00	4,90	30,47
	Lśw	1	30	16,07	16,00	7,00	28,00	5,96	37,09
		2	30	14,40	14,50	7,00	24,00	3,92	27,21
		3	30	15,00	13,50	5,00	28,00	5,07	33,77
		Razem	90	15,16	14,00	5,00	28,00	5,04	33,26
	Razem		180	15,61	15,00	5,00	36,00	4,98	31,88
Babimost	LMśw	1	30	12,70	12,00	7,00	20,00	3,23	25,42
		2	30	18,70	18,50	10,00	34,00	5,17	27,63
		3	30	17,30	17,00	10,00	27,00	4,65	26,86
		Razem	90	16,23	15,50	7,00	34,00	5,08	31,28
	Lśw	1	30	16,80	16,00	9,00	28,00	5,40	32,16
		2	30	12,40	12,50	4,00	22,00	4,21	33,93
		3	30	14,33	13,50	8,00	24,00	3,99	27,87
		Razem	90	14,51	14,00	4,00	28,00	4,87	33,59
	Razem		180	15,37	14,50	4,00	34,00	5,04	32,77
Chojna	LMśw	1	30	15,03	13,00	6,00	26,00	4,96	32,98
		2	30	16,90	16,50	6,00	35,00	7,29	43,16
		3	30	11,40	11,50	5,00	21,00	3,98	34,91
		Razem	90	14,44	13,00	5,00	35,00	5,98	41,41
	Lśw	1	30	13,30	13,50	7,00	20,00	3,01	22,61
		2	30	13,47	13,50	7,00	21,00	3,82	28,38
		3	30	14,03	13,00	7,00	24,00	5,14	36,60
		Razem	90	13,60	13,00	7,00	24,00	4,05	29,78
	Razem		180	14,02	13,00	5,00	35,00	5,11	36,45
Czaplinek	LMśw	1	30	13,73	13,00	7,00	25,00	4,23	30,83
		2	30	16,87	17,00	6,00	26,00	4,87	28,87
		3	30	14,37	14,00	9,00	26,00	3,55	24,69
		Razem	90	14,99	14,00	6,00	26,00	4,42	29,47
	Lśw	1	30	16,07	17,00	8,00	23,00	4,23	26,35
		2	30	15,30	15,00	8,00	22,00	3,83	25,00
		3	30	16,60	16,00	7,00	29,00	5,30	31,94
		Razem	90	15,99	16,00	7,00	29,00	4,48	28,01
	Razem		180	15,49	15,00	6,00	29,00	4,46	28,82
Lębork	LMśw	1	30	13,37	13,00	7,00	26,00	4,21	31,53
		2	30	13,90	13,00	7,00	22,00	4,11	29,53
		3	30	14,33	15,00	5,00	26,00	4,60	32,07
		Razem	90	13,87	13,00	5,00	26,00	4,28	30,87
	Lśw	1	30	20,67	21,00	10,00	31,00	5,97	28,90
		2	30	12,80	13,50	7,00	18,00	3,53	27,56
		3	30	12,83	12,50	5,00	28,00	4,71	36,72
		Razem	90	15,43	14,00	5,00	31,00	6,06	39,29
	Razem		180	14,65	14,00	5,00	31,00	5,29	36,12
LMśw			450	15,12	14,00	5,00	36,00	5,03	33,26
Lśw			450	14,94	14,00	4,00	31,00	4,99	33,43
1			300	15,44	14,00	6,00	31,00	5,08	32,90
2			300	15,16	15,00	4,00	35,00	5,00	32,98
3			300	14,49	14,00	5,00	36,00	4,92	33,93
Razem			900	15,03	14,00	4,00	36,00	5,01	33,33

Analiza zależności światła cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 23). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 23. Analiza wariancji między światłem cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

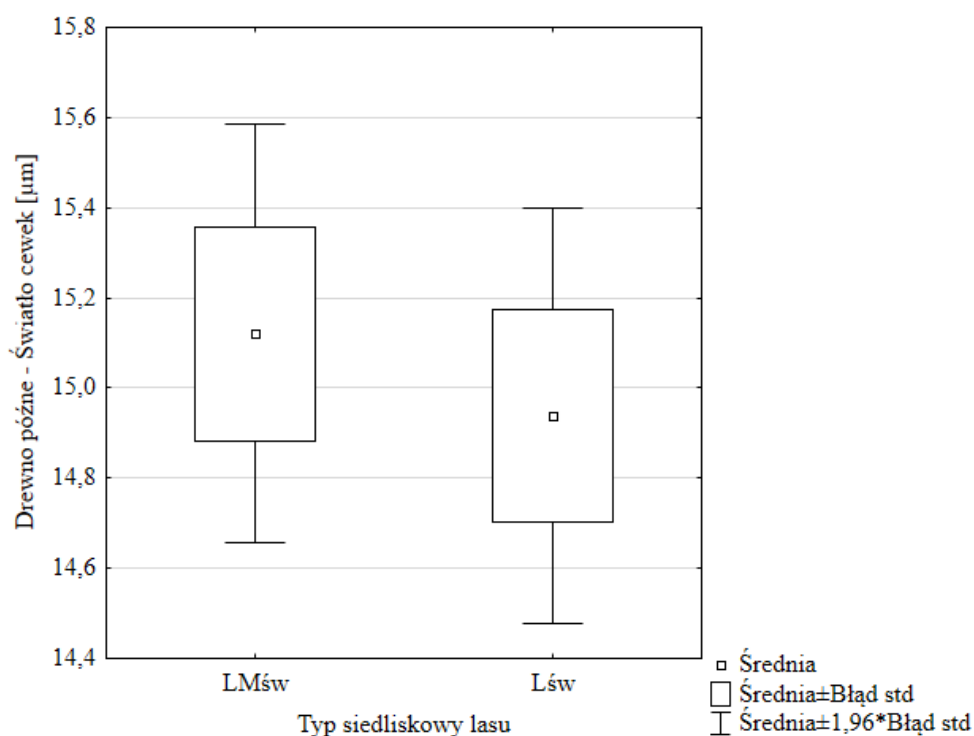
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	203280,8	1	203280,8	8271,639	< 0,0001 *
Lokalizacja	328,6	4	82,1	3,342	0,0099 *
TSL	7,5	1	7,5	0,304	0,5815
Lokalizacja * TSL (interakcja)	350,9	4	87,7	3,570	0,0067 *
Błąd	21872,3	890	24,6		

W wyniku porównania wartości światła cewki drewna późnego między lokalizacjami wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 61). Natomiast w związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wyróżniono grup jednorodnych (ryc. 62).

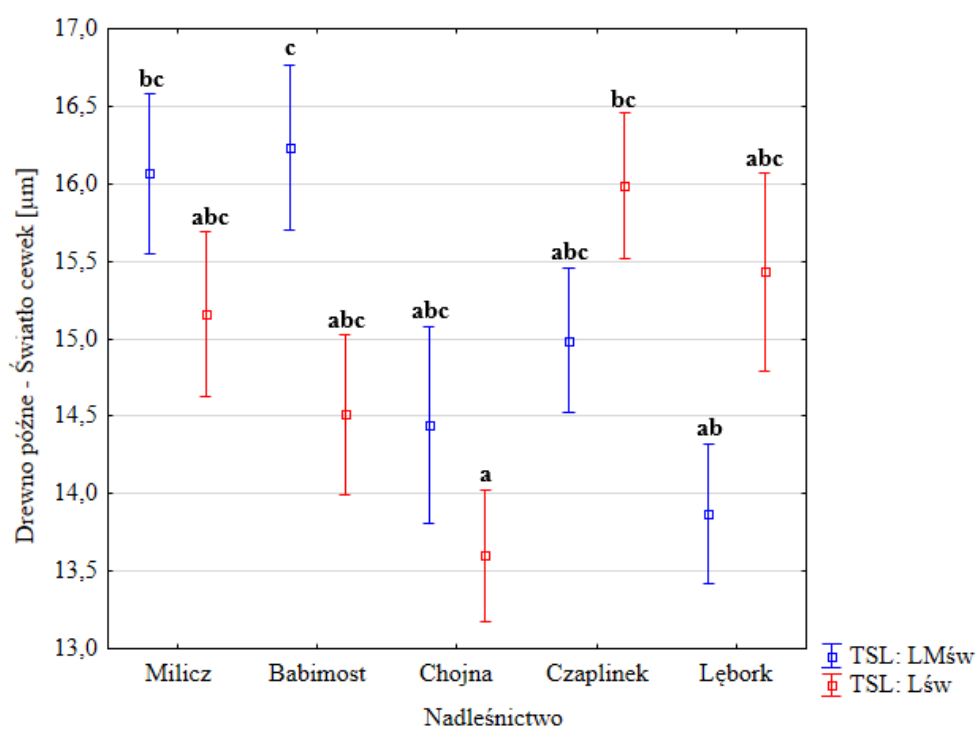


Ryc. 61. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 63 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 62. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna późnego w TSL



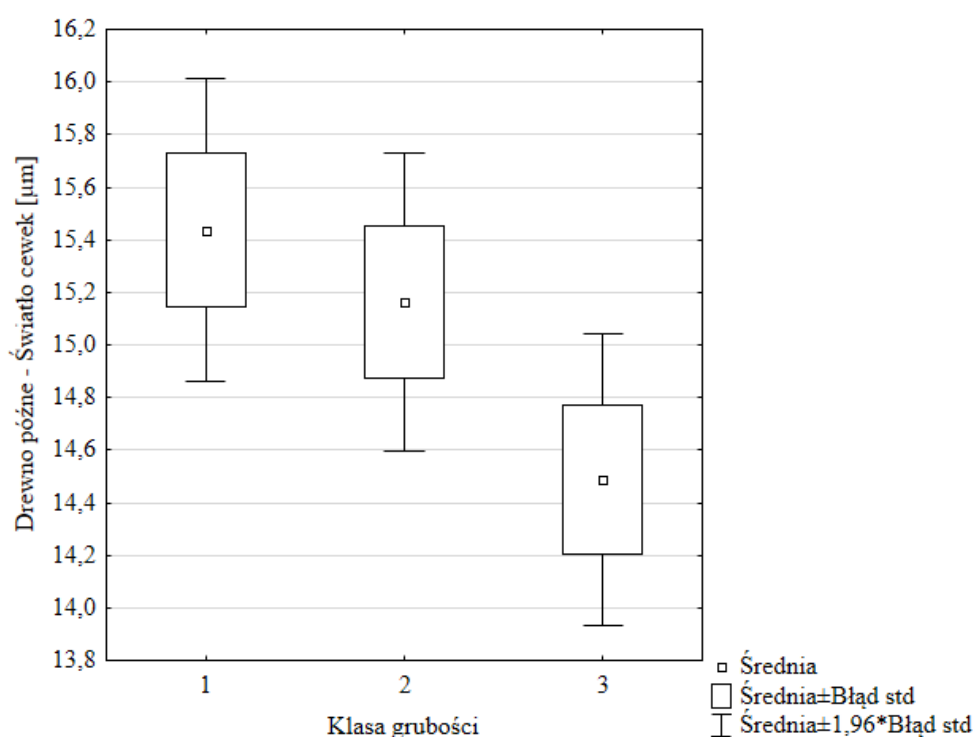
Ryc. 63. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności światła cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 24). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 24. Analiza wariancji między światłem cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

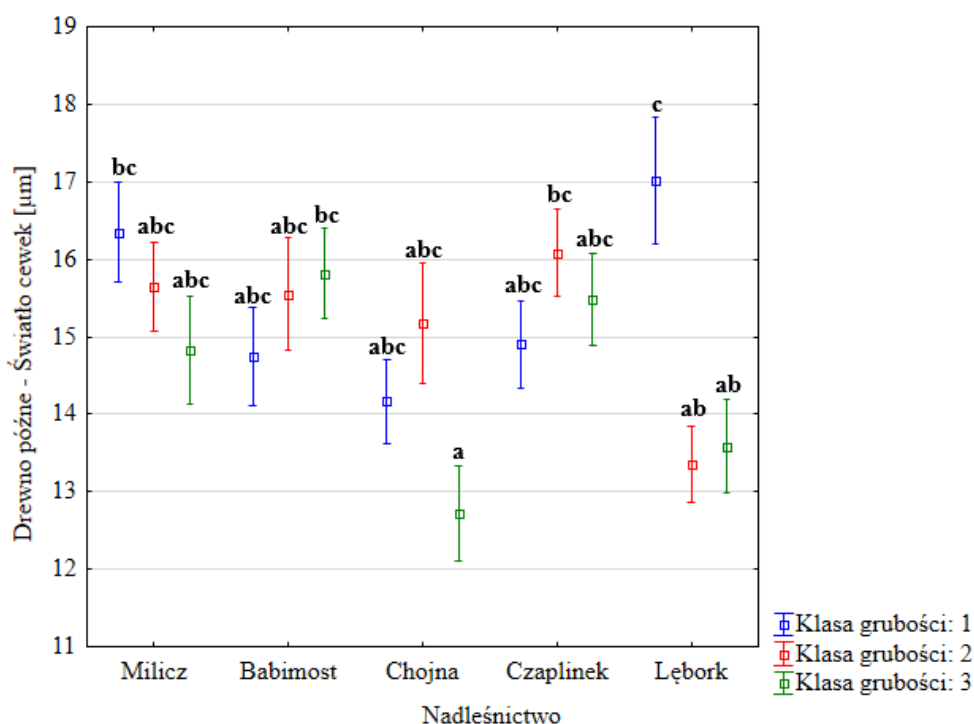
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	203280,8	1	203280,8	8409,691	< 0,0001 *
Lokalizacja	328,6	4	82,1	3,398	0,0091 *
Gr	143,5	2	71,8	2,968	0,0519
Lokalizacja*Gr (interakcja)	694,8	8	86,8	3,593	0,0004 *
Błąd	21392,4	885	24,2		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 64).



Ryc. 64. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 65 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna późnego dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 65. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności światła cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała brak istotnego wpływu obu czynników oraz istotny wpływ interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 25). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

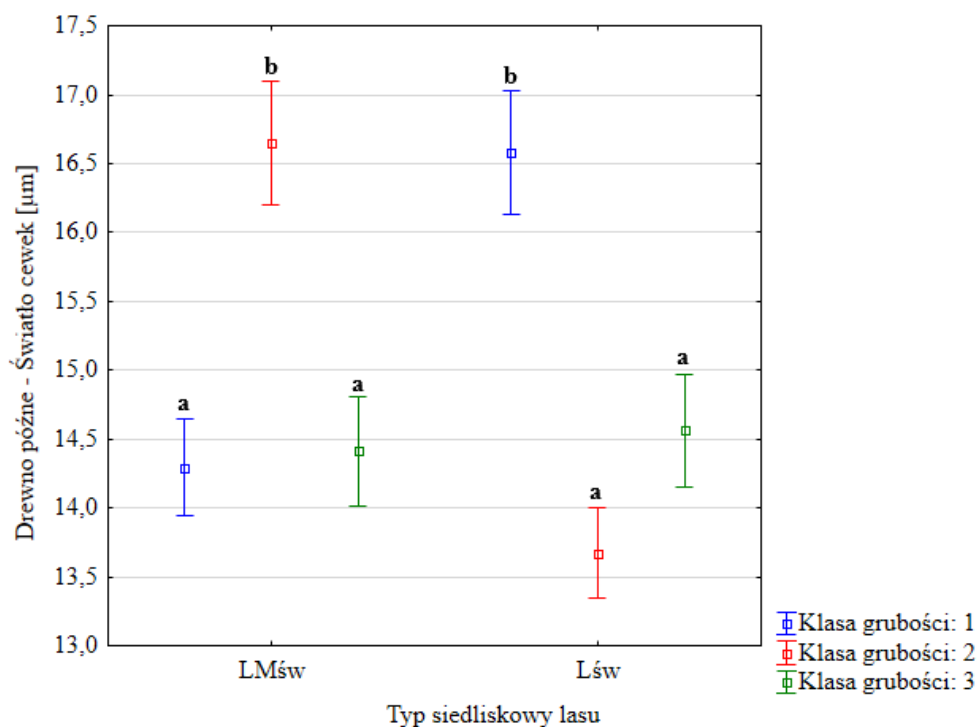
Tab. 25. Analiza wariancji między światłem cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	203280,8	1	203280,8	8509,719	< 0,0001 *
Gr	143,5	2	71,8	3,004	0,0501
TSL	7,5	1	7,5	0,313	0,5761
TSL*Gr (interakcja)	1052,3	2	526,2	22,026	< 0,0001 *
Błąd	21355,9	894	23,9		

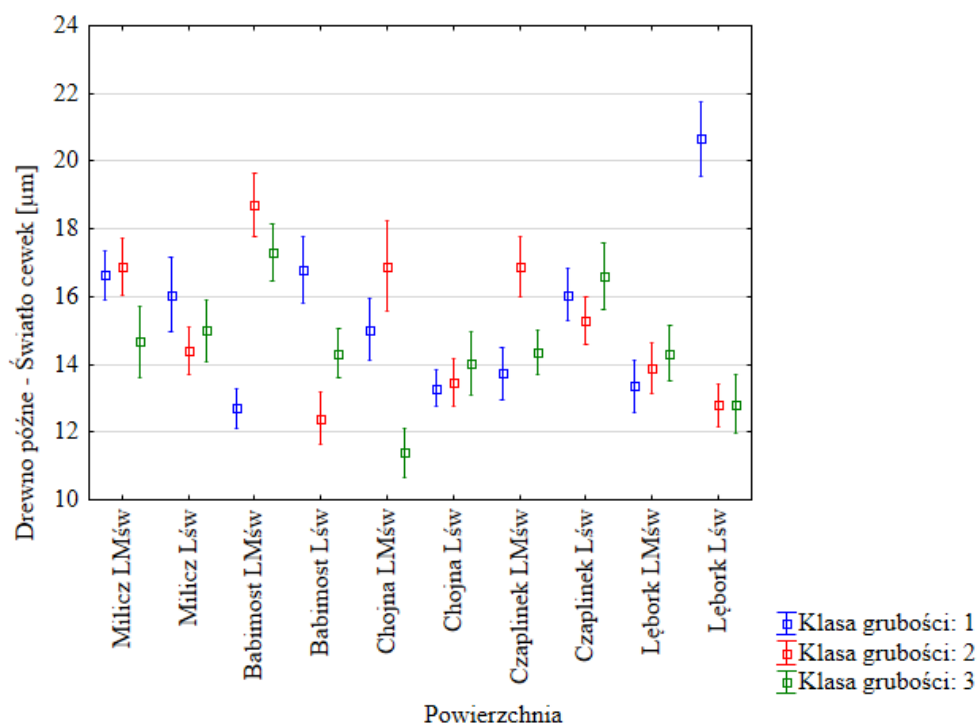
Na rycinie nr 66 przedstawiono relację między przeciętnym światłem cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 67, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między światłem cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 66. Średnie wartości i błędy standardowe światła cewki drewna późnego w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 67. Porównanie średnich wartości światła cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.1.4. Grubość ściany cewek

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima grubości ściany cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 27.

Najwyższą średnią wartość grubości ściany cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości – 4,30 μm , najniższą w Chojnie na Lśw w II klasie grubości – 3,07 μm . Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 4,50 μm , a najmniejszą w Czaplinku na LMśw i Lśw w I klasie grubości oraz Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 3,25 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnia grubość ściany cewki drewna wczesnego wyniosła 3,71 μm , a mediana 3,50 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 3,79 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej grubości ściany cewek drewna wczesnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 3,55 μm w I klasie, 3,73 μm w II klasie oraz 3,86 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Miliczu na LMśw w III klasie grubości, w Chojnie na Lśw w I klasie grubości, w Czaplinku na LMśw w I i II klasie grubości oraz w Lęborku na LMśw w II klasie grubości (2,00 μm), natomiast najwyższą w Miliczu na Lśw w I klasie grubości, w Chojnie na LMśw w III klasie grubości, w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości i w Lęborku na Lśw w II i III klasie grubości (6,00 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 20,55 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 27).

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 26). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

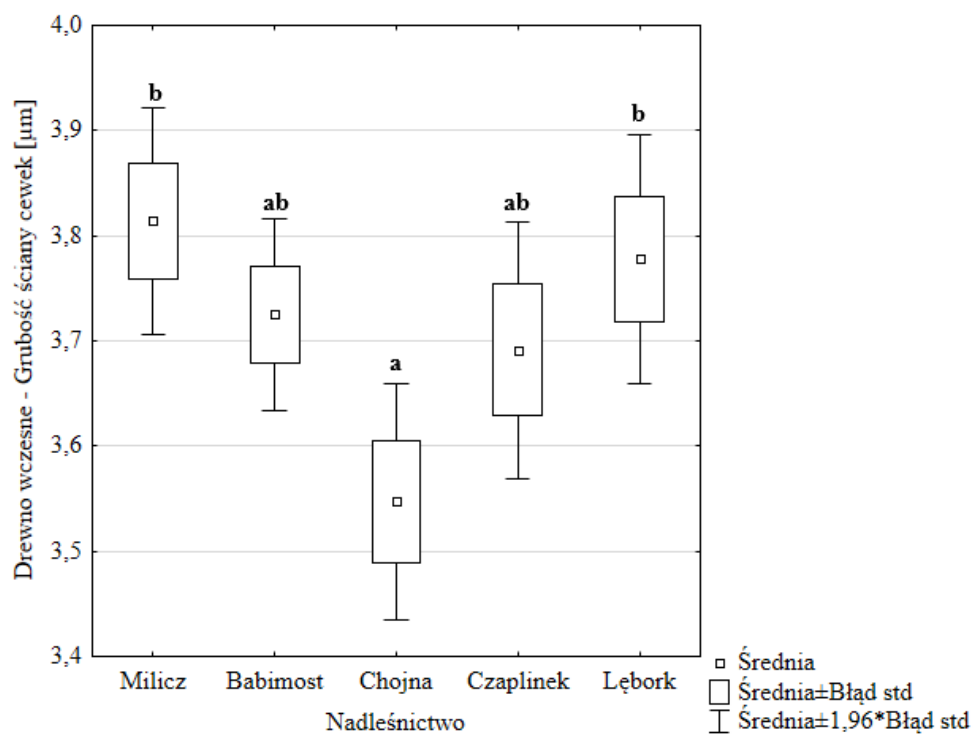
Tab. 26. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	12395,11	1	12395,11	22093,00	< 0,0001 *
Lokalizacja	7,64	4	1,91	3,40	0,0090 *
TSL	5,92	1	5,92	10,55	0,0012 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	10,00	4	2,50	4,46	0,0014 *
Błąd	499,33	890	0,56		

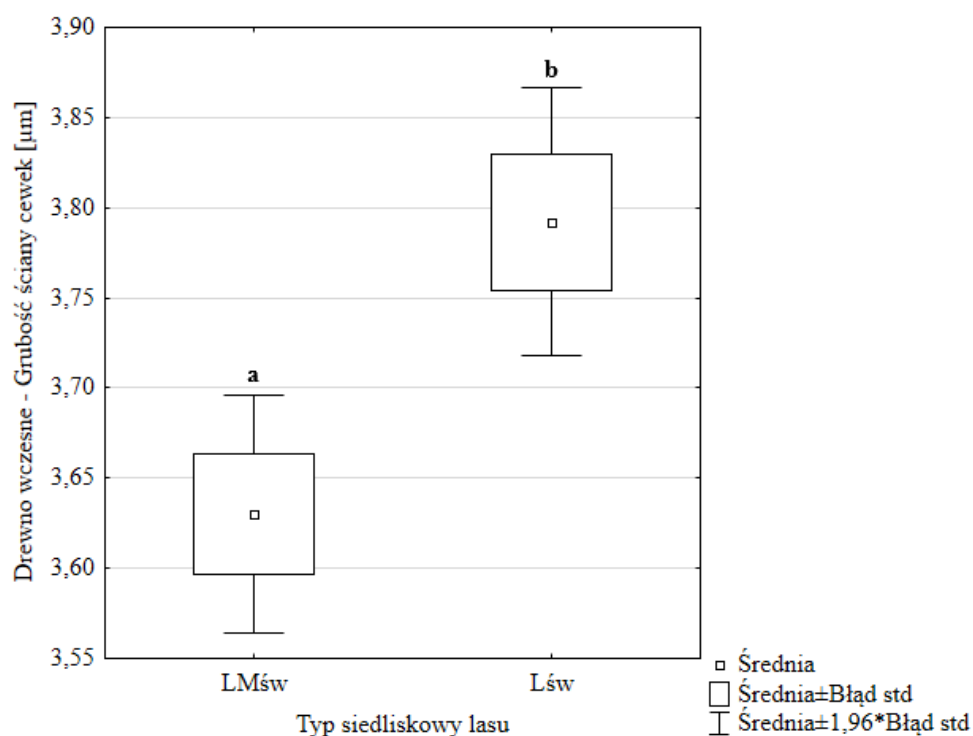
Tab. 27. Statystyka opisowa grubości ściany cewek drewna wczesnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	3,47	3,50	2,50	4,00	0,47	13,62
		2	30	3,55	3,50	2,50	4,50	0,53	14,96
		3	30	3,80	4,00	2,00	5,00	0,74	19,42
		Razem	90	3,61	3,50	2,00	5,00	0,60	16,69
	Lśw	1	30	4,07	3,75	2,50	6,00	1,01	24,75
		2	30	3,88	3,75	2,50	5,00	0,74	19,03
		3	30	4,12	4,00	3,00	5,50	0,65	15,85
		Razem	90	4,02	4,00	2,50	6,00	0,81	20,15
	Razem		180	3,81	3,75	2,00	6,00	0,74	19,45
Babimost	LMśw	1	30	3,55	3,50	2,50	4,50	0,58	16,27
		2	30	3,68	3,50	3,00	5,50	0,59	16,13
		3	30	3,67	3,75	2,50	5,00	0,61	16,54
		Razem	90	3,63	3,50	2,50	5,50	0,59	16,22
	Lśw	1	30	3,98	4,00	2,50	5,00	0,61	15,28
		2	30	3,72	3,50	2,50	5,00	0,63	16,83
		3	30	3,75	4,00	2,50	5,00	0,67	17,77
		Razem	90	3,82	4,00	2,50	5,00	0,64	16,72
	Razem		180	3,73	3,50	2,50	5,50	0,62	16,62
Chojna	LMśw	1	30	3,35	3,50	2,50	4,50	0,63	18,86
		2	30	3,47	3,50	2,50	5,50	0,69	20,02
		3	30	4,15	4,50	2,50	6,00	0,92	22,18
		Razem	90	3,66	3,50	2,50	6,00	0,83	22,71
	Lśw	1	30	3,07	3,00	2,00	4,50	0,64	20,86
		2	30	3,47	3,50	2,50	5,00	0,52	15,12
		3	30	3,78	4,00	2,50	5,50	0,74	19,54
		Razem	90	3,44	3,50	2,00	5,50	0,70	20,31
	Razem		180	3,55	3,50	2,00	6,00	0,77	21,78
Czaplinek	LMśw	1	30	3,40	3,25	2,00	5,50	0,84	24,85
		2	30	3,88	4,00	2,00	5,00	0,69	17,79
		3	30	3,57	3,50	2,50	5,50	0,80	22,31
		Razem	90	3,62	3,50	2,00	5,50	0,80	22,04
	Lśw	1	30	3,28	3,25	2,50	4,50	0,60	18,19
		2	30	4,30	4,00	2,50	6,00	0,95	22,15
		3	30	3,72	3,50	2,50	5,00	0,73	19,57
		Razem	90	3,77	3,50	2,50	6,00	0,87	23,14
	Razem		180	3,69	3,50	2,00	6,00	0,84	22,65
Lębork	LMśw	1	30	3,58	3,50	2,50	5,00	0,62	17,22
		2	30	3,30	3,25	2,00	4,50	0,64	19,33
		3	30	4,03	4,00	2,50	5,50	0,73	18,11
		Razem	90	3,64	3,50	2,00	5,50	0,72	19,87
	Lśw	1	30	3,73	3,50	2,50	5,50	0,83	22,17
		2	30	4,02	4,00	2,50	6,00	0,78	19,47
		3	30	4,00	4,00	2,50	6,00	0,96	24,12
		Razem	90	3,92	4,00	2,50	6,00	0,86	22,01
	Razem		180	3,78	3,50	2,00	6,00	0,81	21,32
LMśw			450	3,63	3,50	2,00	6,00	0,71	19,62
Lśw			450	3,79	3,50	2,00	6,00	0,80	21,17
1			300	3,55	3,50	2,00	6,00	0,75	21,10
2			300	3,73	3,50	2,00	6,00	0,74	19,73
3			300	3,86	4,00	2,00	6,00	0,77	20,07
Razem			900	3,71	3,50	2,00	6,00	0,76	20,55

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 68). Również dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 69).

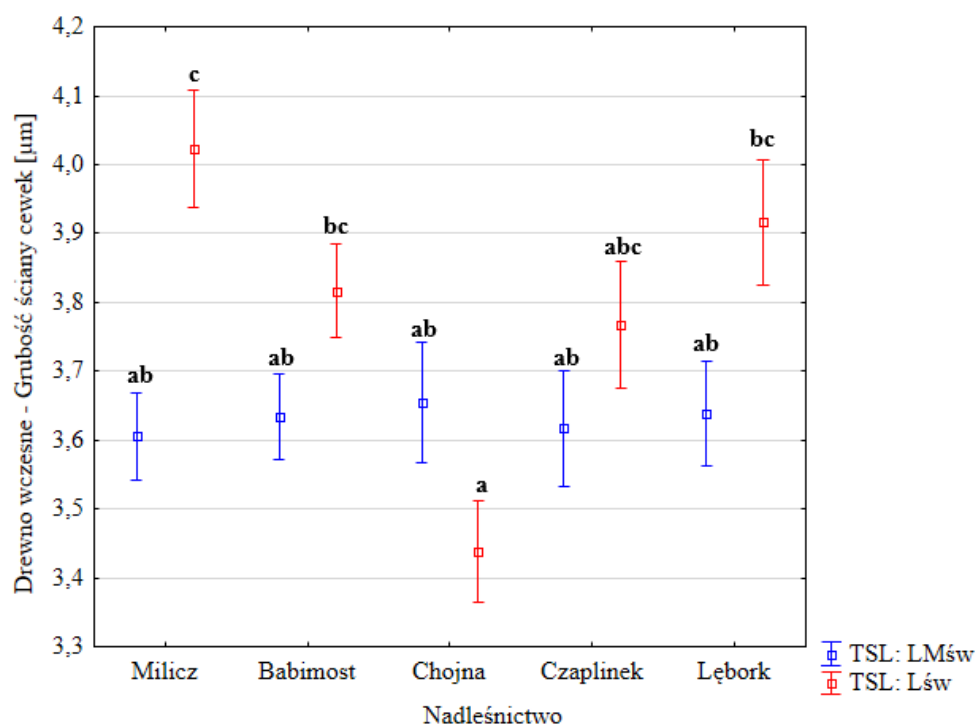


Ryc. 68. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 69. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 70 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



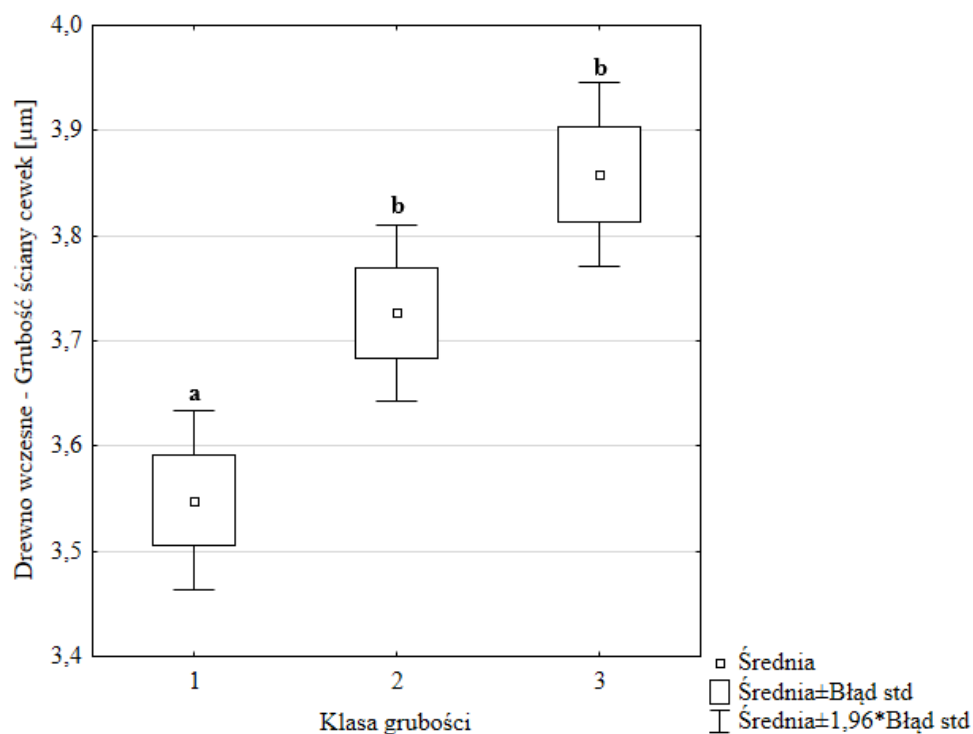
Ryc. 70. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 28). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 28. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

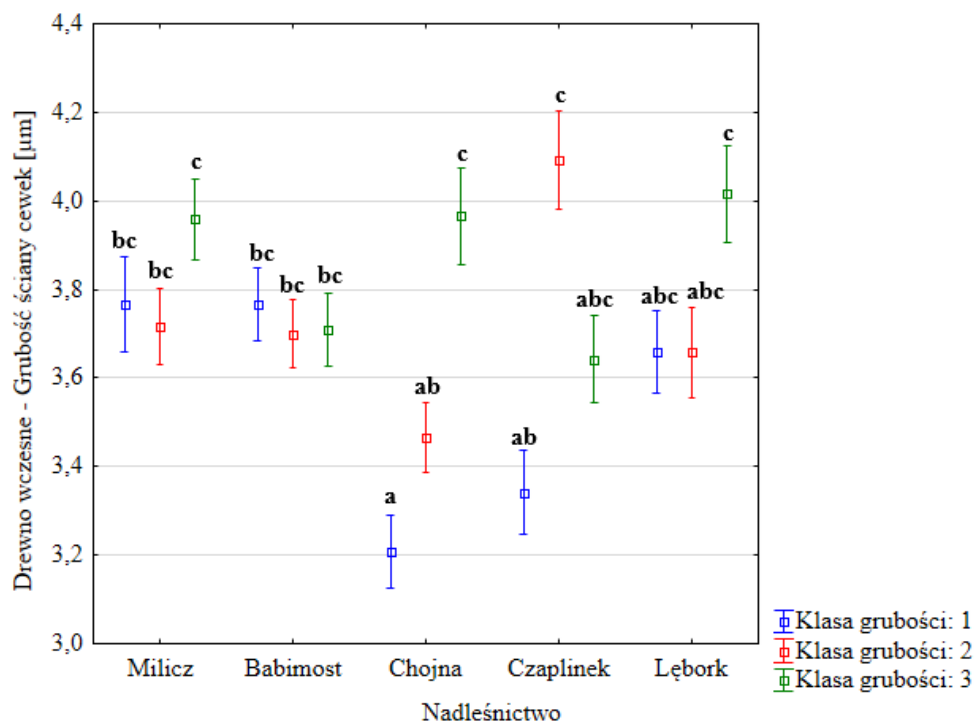
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	12395,11	1	12395,11	23188,43	< 0,0001 *
Lokalizacja	7,64	4	1,91	3,57	0,0067 *
Gr	14,52	2	7,26	13,59	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	27,66	8	3,46	6,47	< 0,0001 *
Błąd	473,07	885	0,53		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 71).



Ryc. 71. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 72 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



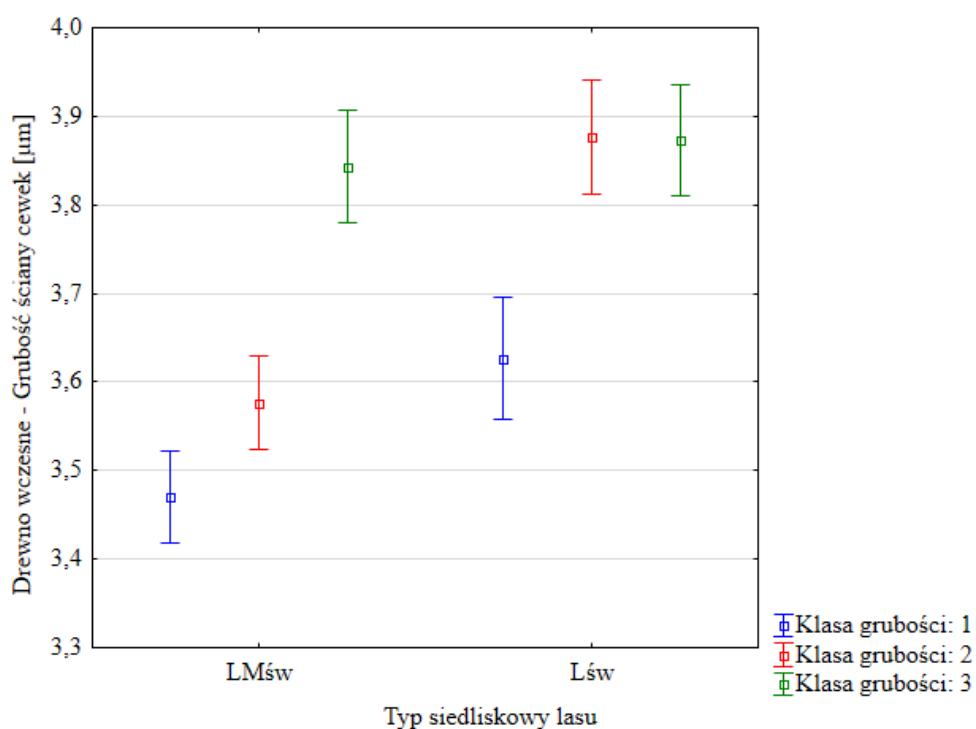
Ryc. 72. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i Gr na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 29). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

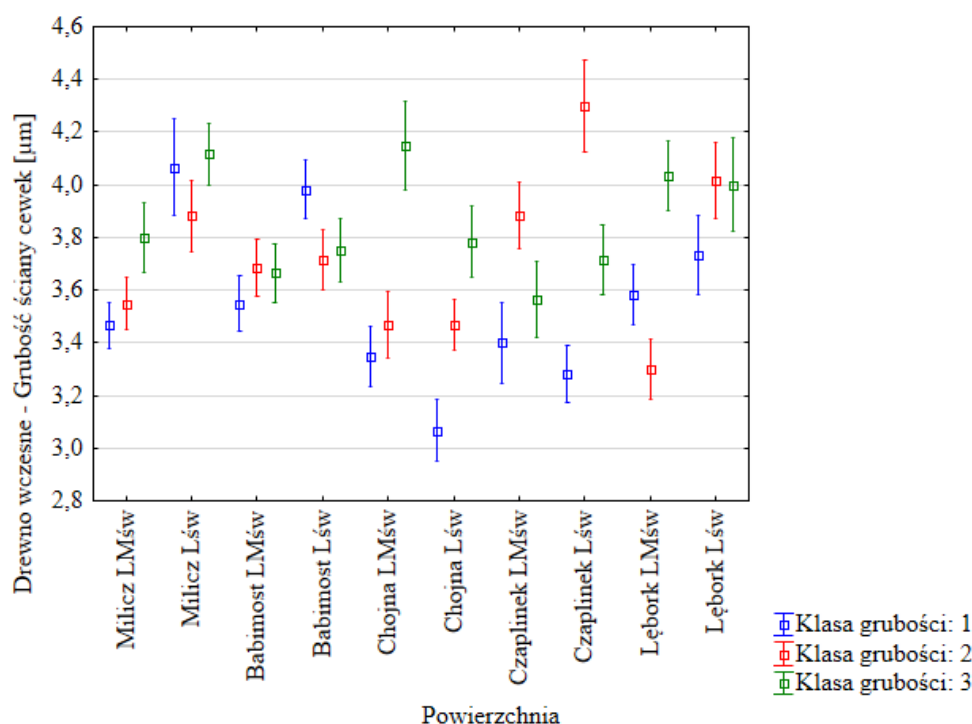
Tab. 29. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	12395,11	1	12395,11	22175,47	< 0,0001 *
Gr	14,52	2	7,26	12,99	< 0,0001 *
TSL	5,92	1	5,92	10,59	0,0012 *
TSL*Gr (interakcja)	2,74	2	1,37	2,45	0,0870
Błąd	499,71	894	0,56		

Na rycinie nr 73 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 73. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna wczesnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 74. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 74, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między grubością ściany cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima grubości ściany cewek drewna późnego daglezji oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 30.

Najwyższą średnią wartość grubości ściany cewek drewna późnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 10,82 μm , najniższą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 7,18 μm . Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 11,00 μm , a najmniejszą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 6,75 μm . Dla całego materiału poddanego analizie średnia grubość ściany cewki drewna późnego wyniosła 9,28 μm , a mediana 9,00 μm . W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 9,28 μm . Natomiast w klasach grubości wartości średniej grubości ściany cewek drewna późnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 9,00 μm w I

klasie, 9,02 μm w II klasie oraz 9,81 μm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Lęborku na LMśw w II klasie grubości (5,00 μm), natomiast najwyższą w Miliczu na Lśw w II klasie grubości (15,50 μm). Współczynnik zmienności wyniósł 20,65 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 30).

Tab. 30. Statystyka opisowa grubości ściany cewek drewna późnego [μm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

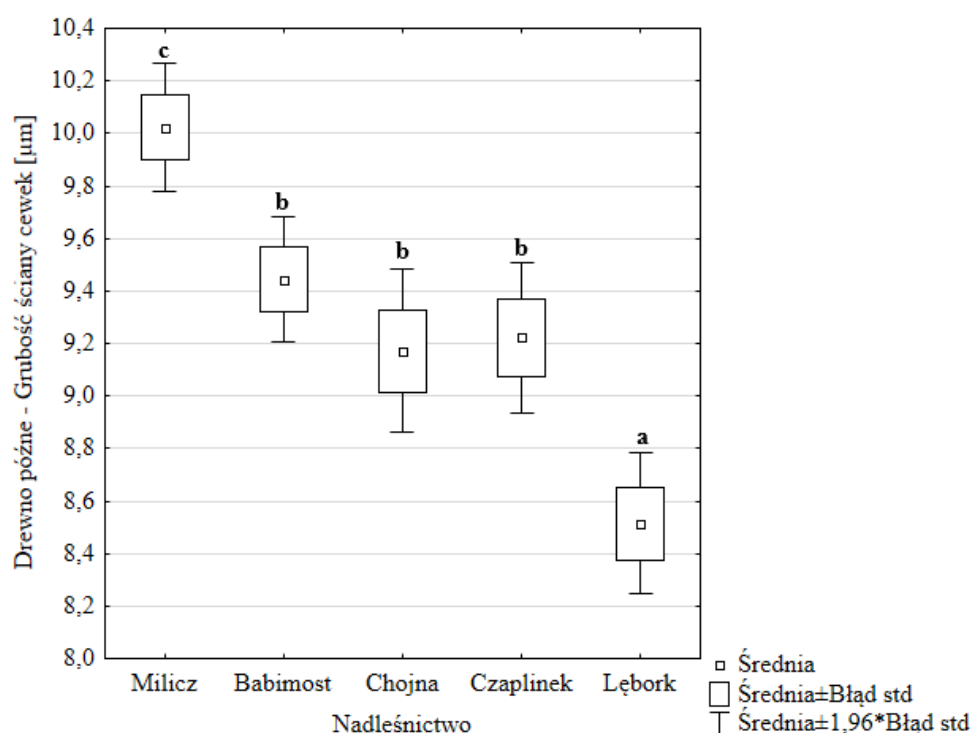
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	9,68	10,00	6,50	13,50	1,60	16,52
		2	30	9,57	9,50	6,00	11,50	1,29	13,50
		3	30	9,77	9,50	7,50	13,00	1,49	15,25
		Razem	90	9,67	9,50	6,00	13,50	1,45	15,01
	Lśw	1	30	10,33	10,25	8,50	13,50	1,35	13,04
		2	30	10,00	10,00	7,00	15,50	2,06	20,59
		3	30	10,78	10,50	7,50	15,00	1,97	18,25
		Razem	90	10,37	10,25	7,00	15,50	1,83	17,62
	Razem		180	10,02	10,00	6,00	15,50	1,68	16,79
Babimost	LMśw	1	30	9,48	9,50	7,00	12,50	1,55	16,29
		2	30	8,13	8,00	7,00	9,50	0,82	10,07
		3	30	10,35	10,50	7,50	12,50	1,48	14,31
		Razem	90	9,32	9,00	7,00	12,50	1,60	17,14
	Lśw	1	30	9,83	9,50	7,50	13,00	1,42	14,46
		2	30	9,17	9,00	6,00	12,00	1,60	17,45
		3	30	9,70	9,50	6,50	13,00	1,98	20,42
		Razem	90	9,57	9,50	6,00	13,00	1,69	17,66
	Razem		180	9,44	9,50	6,00	13,00	1,64	17,41
Chojna	LMśw	1	30	8,47	8,00	5,50	15,00	2,16	25,48
		2	30	9,50	9,75	6,00	13,50	2,12	22,33
		3	30	10,82	11,00	7,00	14,50	2,12	19,55
		Razem	90	9,59	9,50	5,50	15,00	2,32	24,17
	Lśw	1	30	8,68	8,25	5,50	11,50	1,39	16,04
		2	30	9,28	9,25	6,00	15,00	2,19	23,61
		3	30	8,28	8,50	5,50	11,00	1,67	20,16
		Razem	90	8,75	8,50	5,50	15,00	1,81	20,69
	Razem		180	9,17	9,00	5,50	15,00	2,12	23,08
Czaplinek	LMśw	1	30	8,28	8,00	5,50	11,50	1,55	18,67
		2	30	8,58	8,50	5,50	13,00	1,59	18,55
		3	30	10,77	10,75	7,50	15,00	1,87	17,32
		Razem	90	9,21	9,00	5,50	15,00	1,99	21,65
	Lśw	1	30	8,50	8,50	6,00	11,00	1,20	14,07
		2	30	10,30	10,00	6,50	14,50	2,05	19,90
		3	30	8,90	9,00	5,50	15,00	1,98	22,30
		Razem	90	9,23	9,00	5,50	15,00	1,93	20,89
	Razem		180	9,22	9,00	5,50	15,00	1,96	21,21
Lębork	LMśw	1	30	8,35	8,00	5,50	12,50	1,76	21,11
		2	30	7,18	6,75	5,00	10,00	1,26	17,48
		3	30	10,18	9,75	6,50	15,00	1,85	18,17
		Razem	90	8,57	8,50	5,00	15,00	2,05	23,86
	Lśw	1	30	8,37	8,00	6,00	12,00	1,67	19,91
		2	30	8,43	8,50	5,50	13,00	1,58	18,73
		3	30	8,57	8,50	6,00	13,50	1,66	19,37
		Razem	90	8,46	8,50	5,50	13,50	1,62	19,15
	Razem		180	8,51	8,50	5,00	15,00	1,84	21,62
LMśw			450	9,27	9,00	5,00	15,00	1,94	20,91
Lśw			450	9,28	9,00	5,50	15,50	1,89	20,41
1			300	9,00	9,00	5,50	15,00	1,72	19,08
2			300	9,02	9,00	5,00	15,50	1,91	21,14
3			300	9,81	9,50	5,50	15,00	2,00	20,41
Razem			900	9,28	9,00	5,00	15,50	1,92	20,65

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 31). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

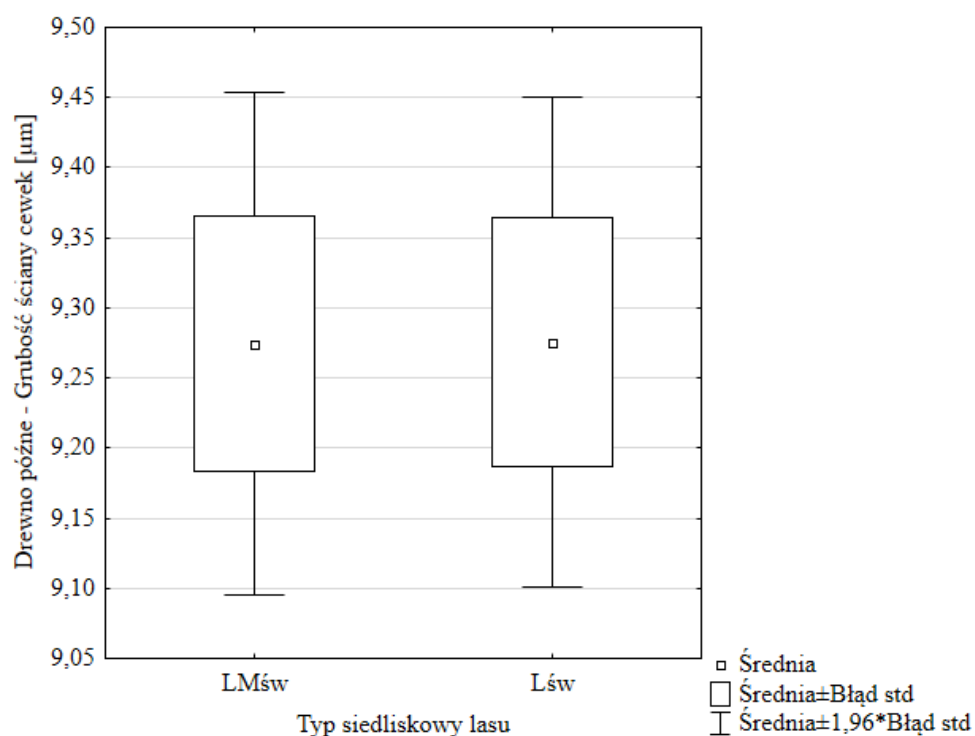
Tab. 31. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	77423,06	1	77423,06	22764,86	< 0,0001 *
Lokalizacja	212,34	4	53,09	15,61	< 0,0001 *
TSL	0,00	1	0,00	0,00	1,0000
Lokalizacja * TSL (interakcja)	57,46	4	14,37	4,22	0,0022 *
Błąd	3026,88	890	3,40		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 75). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano dla niego grup jednorodnych (ryc. 76).

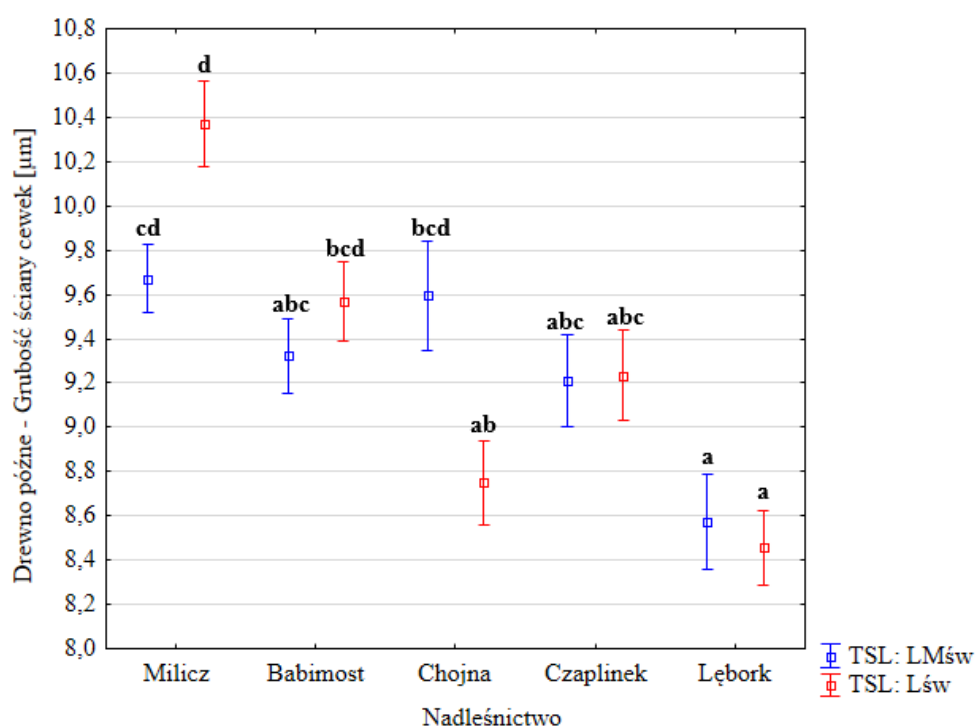


Ryc. 75. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna późnego w lokalizacjach



Ryc. 76. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna późnego w TSL

Na rycinie nr 77 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



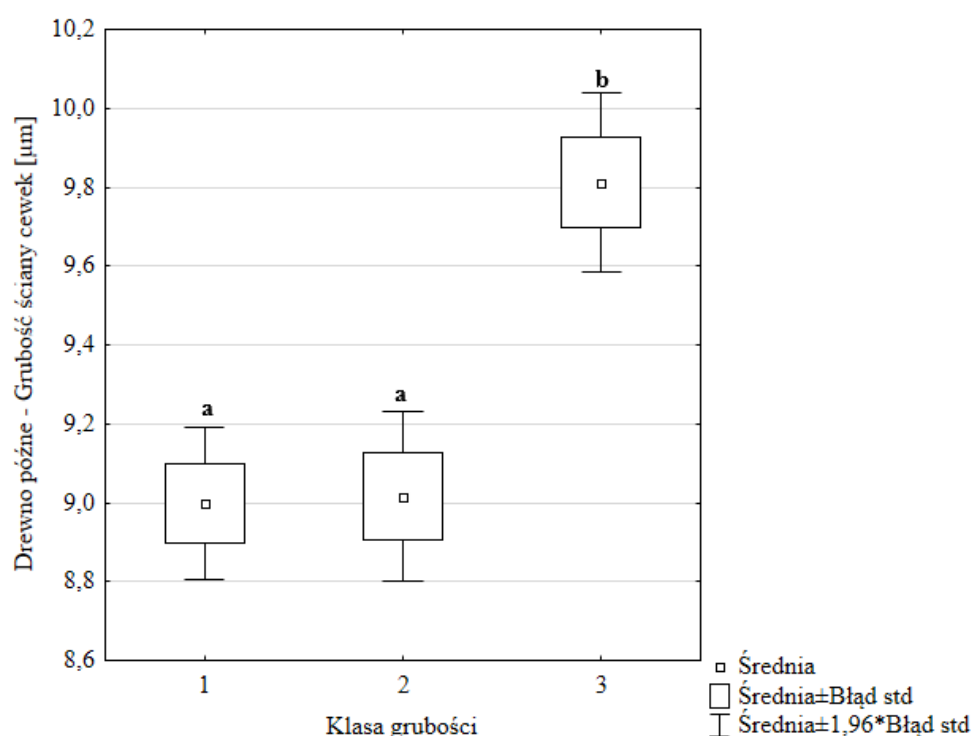
Ryc. 77. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 32). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 32. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

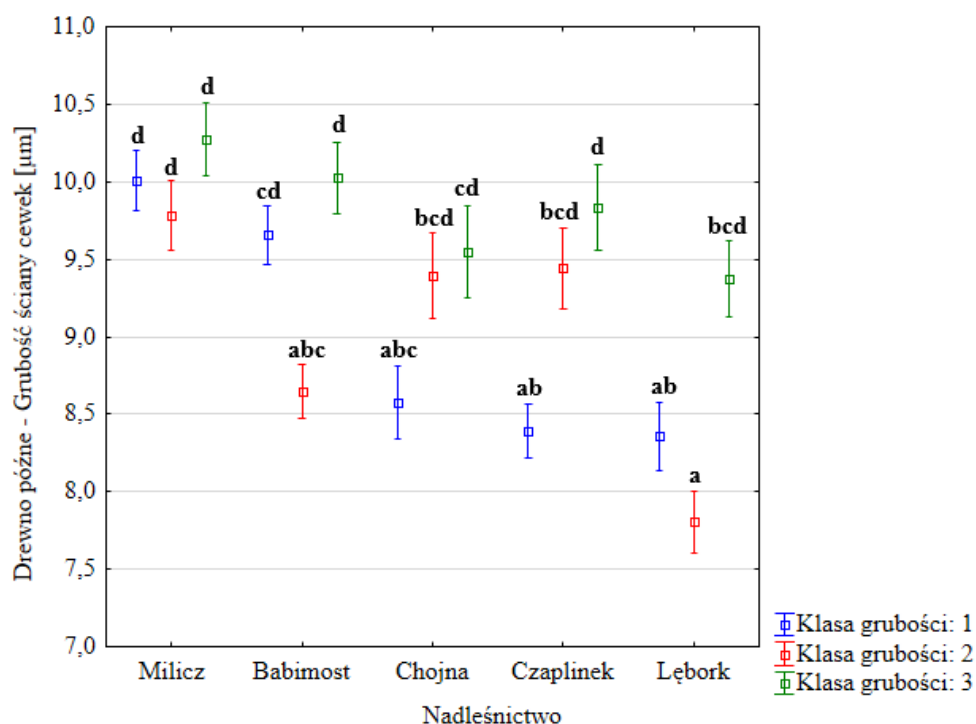
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	77423,06	1	77423,06	24119,02	< 0,0001 *
Lokalizacja	212,34	4	53,09	16,54	< 0,0001 *
Gr	129,65	2	64,82	20,19	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	113,81	8	14,23	4,43	< 0,0001 *
Błąd	2840,89	885	3,21		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 78).



Ryc. 78. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 79 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



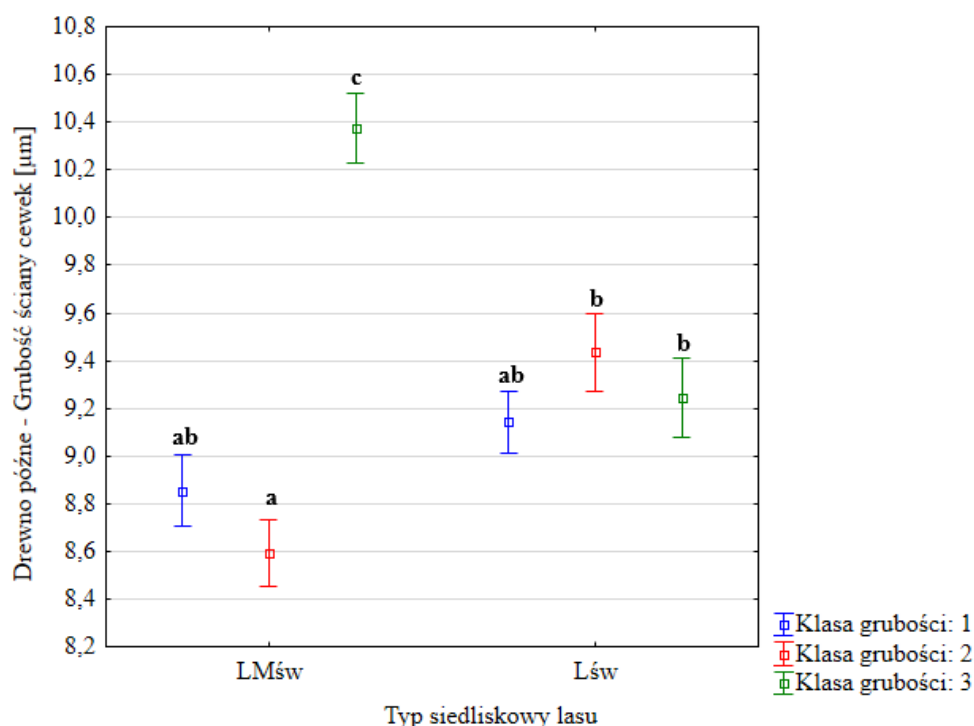
Ryc. 79. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności grubości ściany cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 33). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

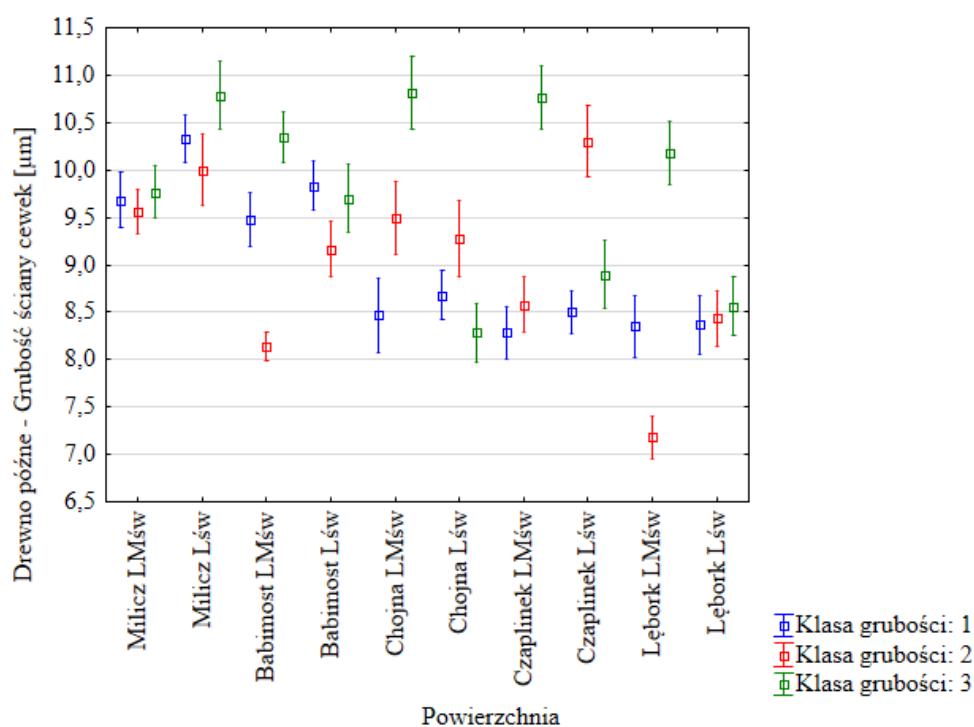
Tab. 33. Analiza wariancji między grubością ściany cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	77423,06	1	77423,06	22983,01	< 0,0001 *
Gr	129,65	2	64,82	19,24	< 0,0001 *
TSL	0,00	1	0,00	0,00	1,0000
TSL*Gr (interakcja)	155,42	2	77,71	23,07	< 0,0001 *
Błąd	3011,62	894	3,37		

Na rycinie nr 80 przedstawiono relację między przeciętną grubością ściany cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 80. Średnie wartości i błędy standardowe grubości ściany cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 81. Porównanie średnich wartości grubości ściany cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 81, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Można zauważyć, że poza Chojną Lśw i Czaplinkiem Lśw najwyższe wartości osiągnęto w III klasie grubości. Poza tym trudno jest wskazać ogólną

prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między grubością ściany cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.5. Wskaźnik smukłości

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika smukłości cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 35.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika smukłości cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 85,29, najniższą w Lęborku na Lśw w II klasie grubości – 58,87. Największą medianę otrzymano w Babimocie na LMśw w III klasie grubości – 82,78, a najmniejszą w Lęborku na Lśw w II klasie grubości – 57,69. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik smukłości cewki drewna wczesnego wyniósł 70,61, a mediana 68,68. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 71,55. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika smukłości cewek drewna wczesnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 68,41 w I klasie, 71,52 w II klasie oraz 71,89 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w III klasie grubości (34,81), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (160,20). Współczynnik zmienności wyniósł 21,70 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. Jednak dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości wyniósł on aż 36,47%, co świadczy o przeciętnej zmienności cechy na badanej powierzchni (tab. 35).

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 34). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

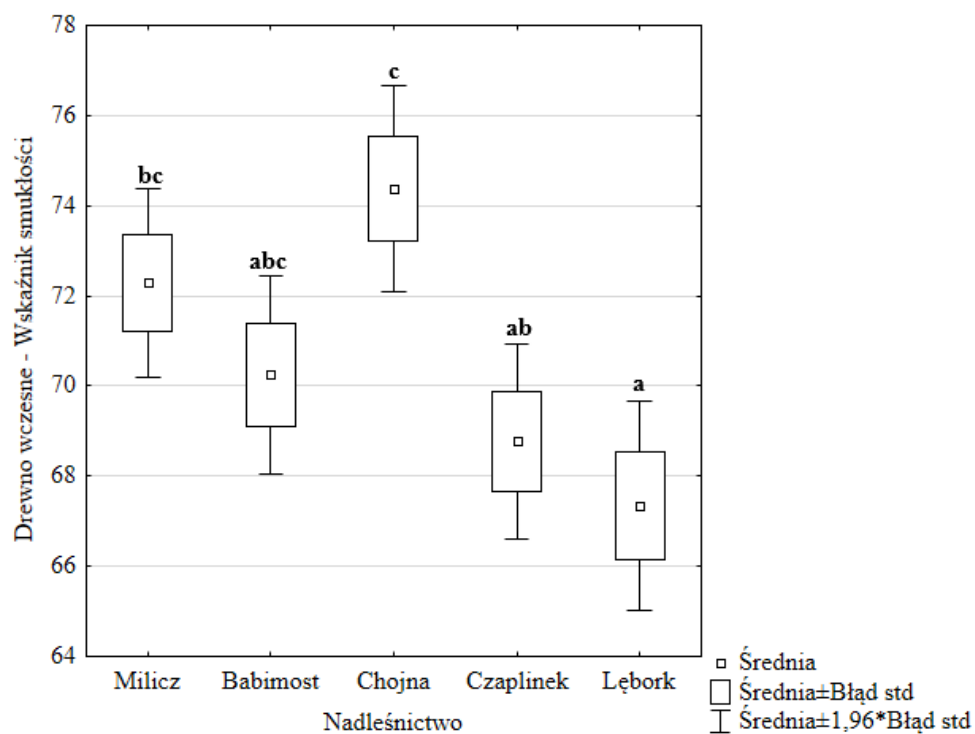
Tab. 34. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4486524	1	4486524	20188,27	< 0,0001 *
Lokalizacja	5616	4	1404	6,32	< 0,0001 *
TSL	804	1	804	3,62	0,0574
Lokalizacja * TSL (interakcja)	6734	4	1683	7,58	< 0,0001 *
Błąd	197788	890	222		

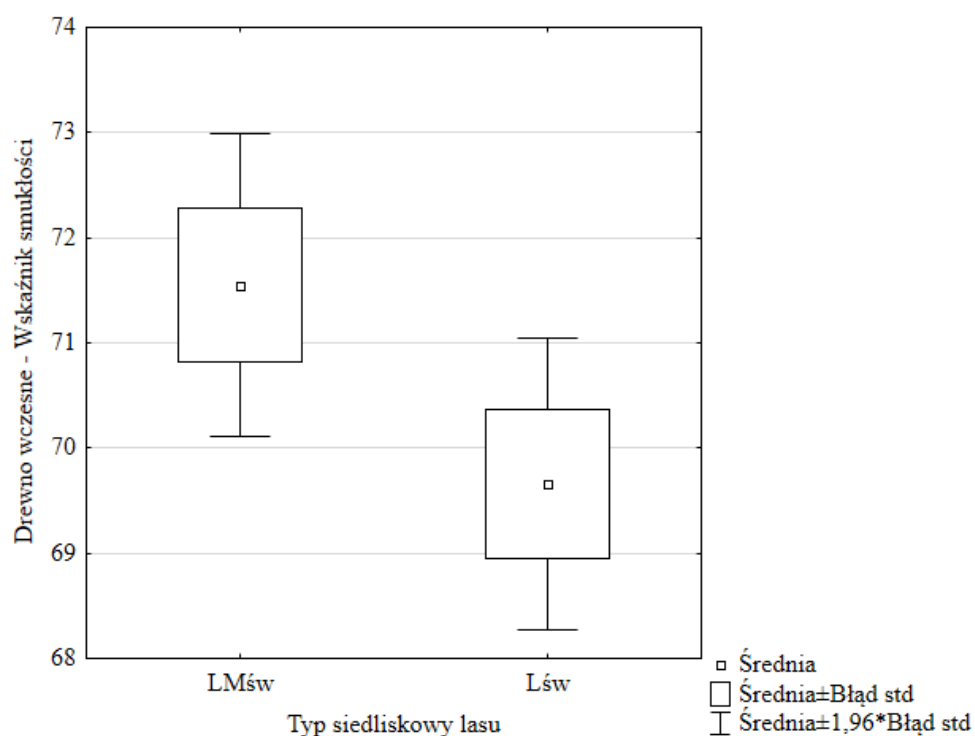
Tab. 35. Statystyka opisowa wskaźnika smukłości drewna wczesnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	67,46	63,81	49,00	100,00	14,25	21,13
		2	30	80,72	77,91	56,82	126,91	15,52	19,23
		3	30	68,20	66,51	47,14	104,17	13,30	19,50
		Razem	90	72,13	69,29	47,14	126,91	15,48	21,47
	Lśw	1	30	75,53	75,44	52,36	102,69	12,07	15,98
		2	30	66,58	66,59	46,33	97,00	11,83	17,77
		3	30	75,24	70,41	55,41	108,30	13,73	18,25
		Razem	90	72,45	70,10	46,33	108,30	13,11	18,10
	Razem		180	72,29	69,97	46,33	126,91	14,31	19,79
Babimost	LMśw	1	30	60,17	60,66	36,57	100,42	10,94	18,18
		2	30	66,77	67,24	43,34	93,27	11,91	17,84
		3	30	78,31	82,78	46,53	114,24	16,79	21,44
		Razem	90	68,42	64,29	36,57	114,24	15,29	22,35
	Lśw	1	30	68,69	65,26	48,87	103,97	14,60	21,25
		2	30	76,21	72,28	50,26	122,85	16,92	22,20
		3	30	71,33	72,90	48,00	95,71	12,27	17,20
		Razem	90	72,07	70,25	48,00	122,85	14,89	20,65
	Razem		180	70,25	68,23	36,57	122,85	15,16	21,58
Chojna	LMśw	1	30	74,92	70,97	53,48	160,20	20,11	26,84
		2	30	77,84	77,21	52,71	111,41	13,02	16,72
		3	30	85,29	81,56	58,17	124,96	16,74	19,63
		Razem	90	79,35	77,49	52,71	160,20	17,25	21,74
	Lśw	1	30	71,66	71,55	57,15	95,58	10,22	14,26
		2	30	67,25	67,17	48,72	90,59	11,77	17,49
		3	30	69,31	69,92	45,23	103,76	13,34	19,24
		Razem	90	69,41	69,27	45,23	103,76	11,85	17,07
	Razem		180	74,38	72,50	45,23	160,20	15,58	20,94
Czaplinek	LMśw	1	30	66,00	65,61	42,83	90,33	13,57	20,56
		2	30	68,82	70,30	40,44	99,66	14,13	20,53
		3	30	66,68	67,47	47,13	89,16	9,95	14,92
		Razem	90	67,17	68,40	40,44	99,66	12,60	18,76
	Lśw	1	30	62,08	59,20	40,85	80,46	12,11	19,51
		2	30	82,03	79,78	52,92	138,71	18,28	22,29
		3	30	67,03	66,50	34,81	84,24	11,97	17,85
		Razem	90	70,38	68,64	34,81	138,71	16,62	23,61
	Razem		180	68,77	68,51	34,81	138,71	14,79	21,51
Lębork	LMśw	1	30	69,94	67,35	45,47	102,78	14,94	21,36
		2	30	70,13	66,30	45,83	100,21	15,77	22,49
		3	30	72,00	67,62	52,80	100,19	12,19	16,93
		Razem	90	70,69	67,15	45,47	102,78	14,25	20,16
	Lśw	1	30	67,63	68,05	36,57	94,88	13,30	19,67
		2	30	58,87	57,69	41,30	70,05	8,18	13,90
		3	30	65,48	58,61	36,82	146,60	23,88	36,47
		Razem	90	63,99	62,38	36,57	146,60	16,71	26,12
	Razem		180	67,34	65,46	36,57	146,60	15,85	23,53
LMśw			450	71,55	69,03	36,57	160,20	15,58	21,78
Lśw			450	69,66	68,57	34,81	146,60	15,01	21,54
1			300	68,41	66,75	36,57	160,20	14,44	21,11
2			300	71,52	69,36	40,44	138,71	15,49	21,66
3			300	71,89	69,64	34,81	146,60	15,80	21,98
Razem			900	70,61	68,68	34,81	160,20	15,32	21,70

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 82). W związku z brakiem wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 83).

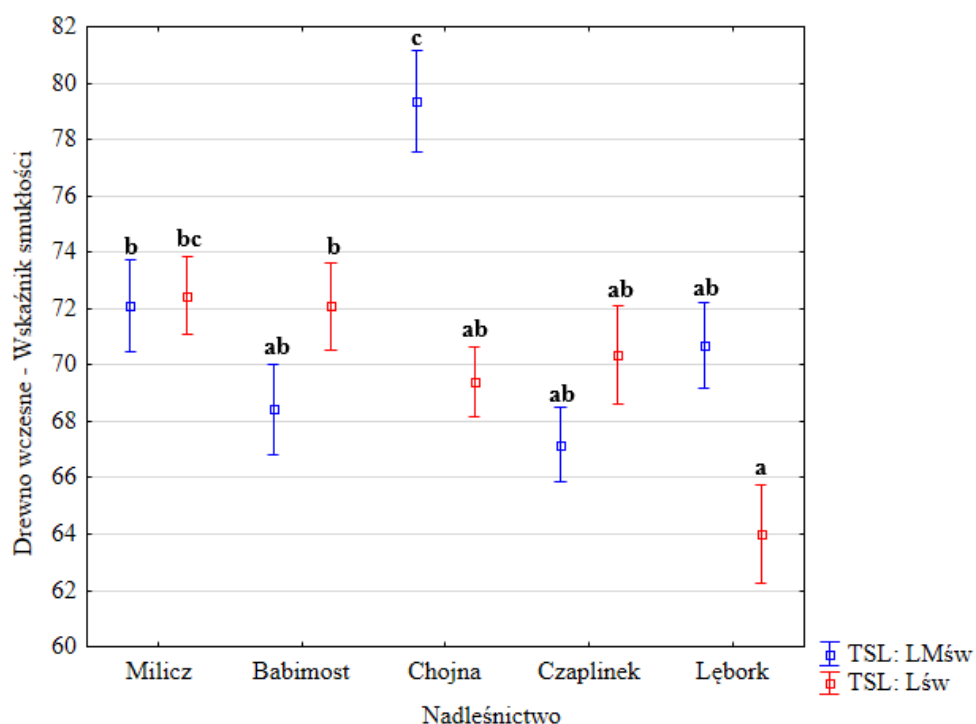


Ryc. 82. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 83. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 84 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



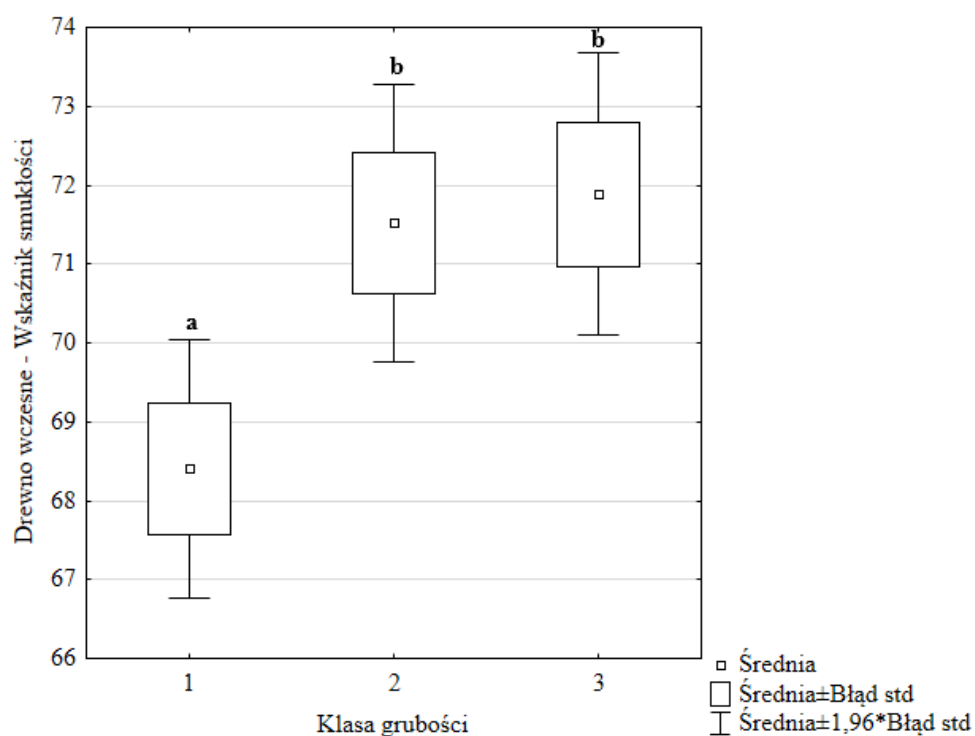
Ryc. 84. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 36). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 36. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

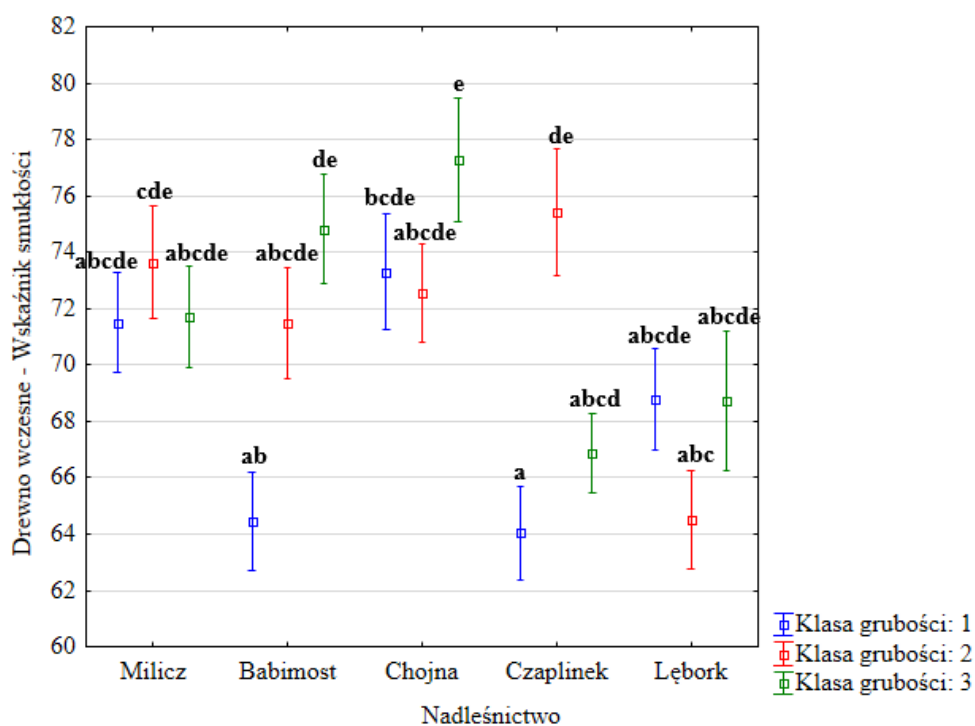
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4486524	1	4486524	20252,88	< 0,0001 *
Lokalizacja	5616	4	1404	6,34	< 0,0001 *
Gr	2193	2	1097	4,95	0,0073 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	7083	8	885	4,00	0,0001 *
Błąd	196050	885	222		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 85).



Ryc. 85. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 86 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



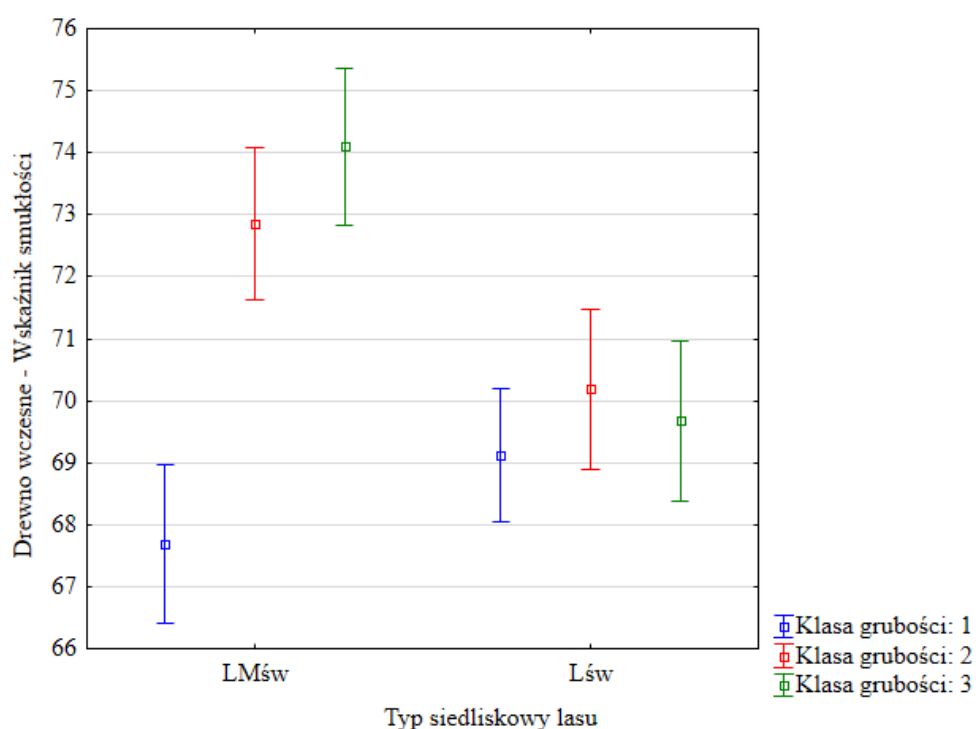
Ryc. 86. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr na badaną właściwość. Natomiast TSL i interakcja czynników nie jest istotna (tab. 37). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

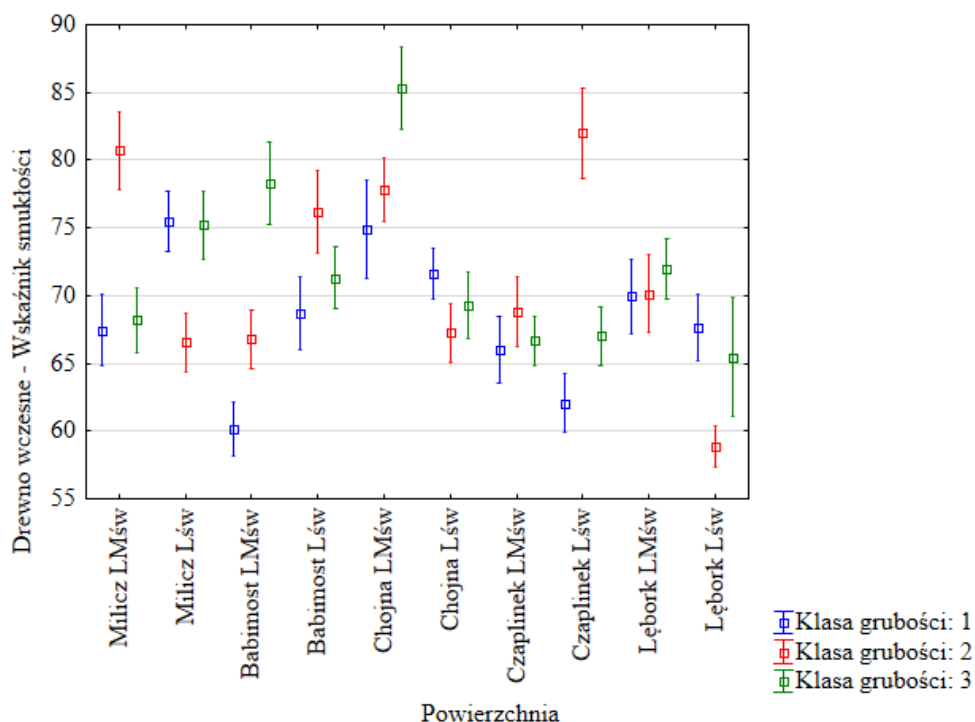
Tab. 37. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4486524	1	4486524	19414,34	< 0,0001 *
Gr	2193	2	1097	4,75	0,0089 *
TSL	804	1	804	3,48	0,0624
TSL*Gr (interakcja)	1347	2	674	2,91	0,0547
Błąd	206597	894	231		

Na rycinie nr 87 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 87. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 88. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 88, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem smukłości cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika smukłości cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 38.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika smukłości cewek drewna późnego DG uzyskano w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 129,86, najniższą w Babimostcie na LMśw w II klasie grubości – 86,86. Największą medianę otrzymano w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 124,20, a najmniejszą w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 93,28. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik smukłości cewki drewna późnego wyniósł 107,97, a mediana 104,96. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 109,69. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika smukłości cewek drewna późnego wyniosły: 106,55 w I klasie, 109,37 w II

Tab. 38. Statystyka opisowa wskaźnika smukłości drewna późnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	99,60	101,54	59,30	129,52	15,49	15,55
		2	30	105,80	106,65	72,74	142,03	18,45	17,44
		3	30	102,61	100,27	65,92	153,76	21,50	20,95
		Razem	90	102,67	103,37	59,30	153,76	18,61	18,12
	Lśw	1	30	103,45	99,86	69,94	147,23	19,52	18,87
		2	30	108,06	106,23	72,65	135,23	14,30	13,24
		3	30	94,75	93,28	67,58	148,11	18,25	19,26
		Razem	90	102,09	99,52	67,58	148,11	18,17	17,80
	Razem		180	102,38	101,17	59,30	153,76	18,34	17,91
Babimost	LMśw	1	30	110,49	108,68	72,66	165,07	21,05	19,05
		2	30	86,86	84,13	58,57	119,96	14,77	17,01
		3	30	103,33	98,26	79,36	147,68	15,99	15,47
		Razem	90	100,23	98,26	58,57	165,07	19,94	19,90
	Lśw	1	30	93,49	95,35	60,40	118,74	15,72	16,81
		2	30	104,20	97,29	67,22	155,87	22,72	21,80
		3	30	96,46	96,24	69,50	150,72	17,41	18,04
		Razem	90	98,05	96,12	60,40	155,87	19,18	19,57
	Razem		180	99,14	97,16	58,57	165,07	19,54	19,71
Chojna	LMśw	1	30	104,48	108,88	58,66	130,04	17,62	16,86
		2	30	122,93	107,46	76,13	208,43	35,47	28,86
		3	30	119,48	117,90	82,64	153,95	19,54	16,35
		Razem	90	115,63	110,55	58,66	208,43	26,47	22,89
	Lśw	1	30	111,81	110,51	78,91	153,44	18,98	16,98
		2	30	111,18	108,78	72,42	175,76	26,96	24,25
		3	30	118,77	114,63	71,13	198,10	27,74	23,36
		Razem	90	113,92	111,92	71,13	198,10	24,84	21,80
	Razem		180	114,77	110,61	58,66	208,43	25,61	22,31
Czaplinek	LMśw	1	30	112,39	108,79	74,34	164,94	21,09	18,76
		2	30	108,46	100,50	78,18	195,12	25,82	23,80
		3	30	107,13	104,67	60,36	166,27	23,10	21,56
		Razem	90	109,33	105,02	60,36	195,12	23,26	21,28
	Lśw	1	30	109,09	110,50	80,31	156,50	15,32	14,04
		2	30	104,74	102,11	69,52	146,37	19,63	18,74
		3	30	110,95	110,62	63,69	147,00	21,66	19,53
		Razem	90	108,26	106,22	63,69	156,50	19,02	17,57
	Razem		180	108,79	105,30	60,36	195,12	21,19	19,48
Lębork	LMśw	1	30	120,72	122,07	86,38	162,32	24,29	20,12
		2	30	129,86	124,20	83,14	180,96	28,19	21,71
		3	30	111,16	111,16	82,93	177,89	21,25	19,11
		Razem	90	120,58	117,89	82,93	180,96	25,64	21,26
	Lśw	1	30	99,95	93,76	74,45	150,50	21,00	21,01
		2	30	111,56	107,64	85,17	153,70	18,16	16,27
		3	30	115,30	112,13	69,79	183,53	20,59	17,86
		Razem	90	108,93	106,78	69,79	183,53	20,80	19,09
	Razem		180	114,76	110,40	69,79	183,53	24,00	20,91
LMśw			450	109,69	105,91	58,57	208,43	24,13	22,00
Lśw			450	106,25	103,21	60,40	198,10	21,19	19,95
1			300	106,55	105,05	58,66	165,07	20,36	19,11
2			300	109,37	104,70	58,57	208,43	25,42	23,24
3			300	107,99	105,66	60,36	198,10	22,21	20,57
Razem			900	107,97	104,96	58,57	208,43	22,76	21,08

klasie oraz 107,99 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostie na LMśw w II klasie grubości (58,57), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w II klasie grubości (208,43). Współczynnik zmienności wyniósł 21,08 %, co świadczy o małej

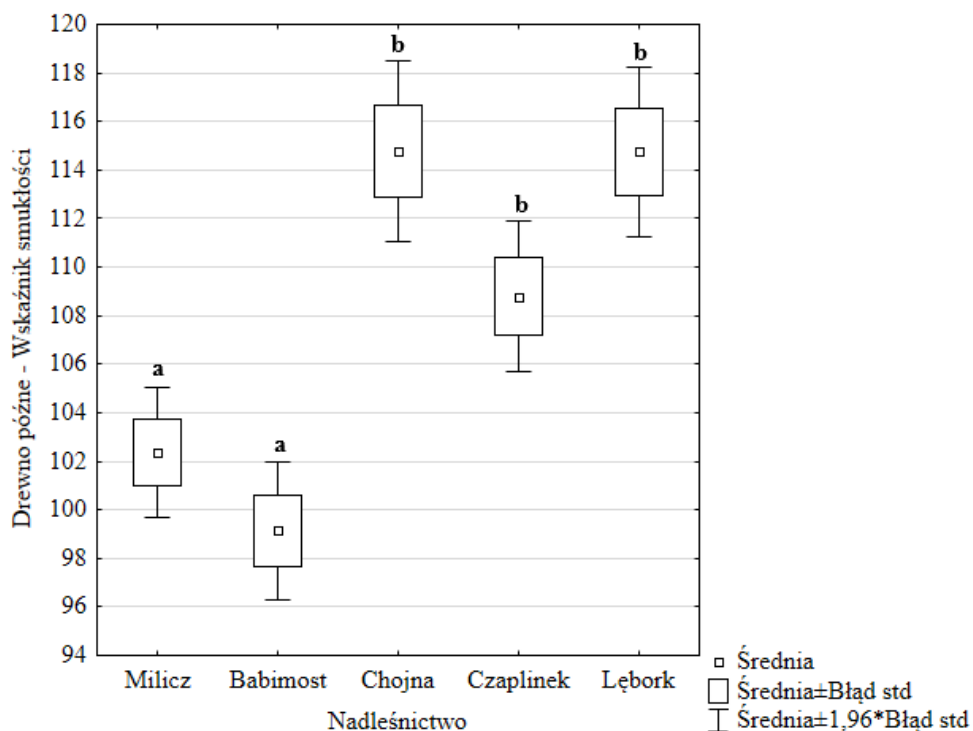
zmienności wewnątrz badanych grup. Jednak dla Chojny na LMśw w II klasie grubości wyniósł on aż 28,86%, co świadczy o przeciętnej zmienności cechy na badanej powierzchni (tab. 38).

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i TSL na badaną właściwość (tab. 39). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

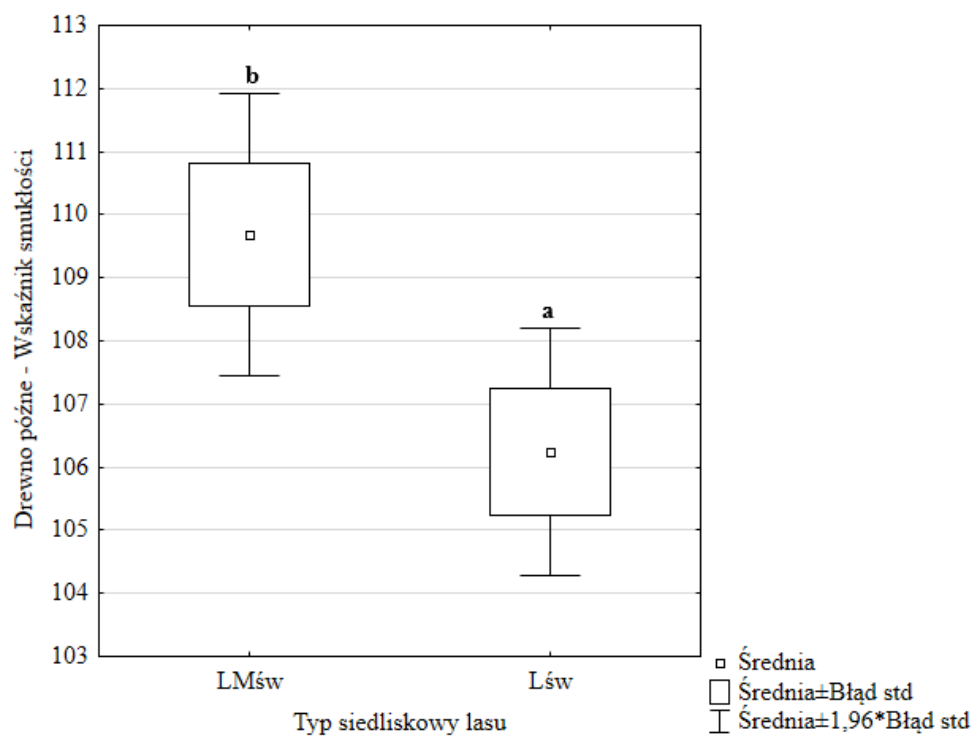
Tab. 39. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	10491392	1	10491392	22078,47	< 0,0001 *
Lokalizacja	36405	4	9101	19,15	< 0,0001 *
TSL	2658	1	2658	5,59	0,0182 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	3855	4	964	2,03	0,0885
Błąd	422916	890	475		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 89). Również dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 90).

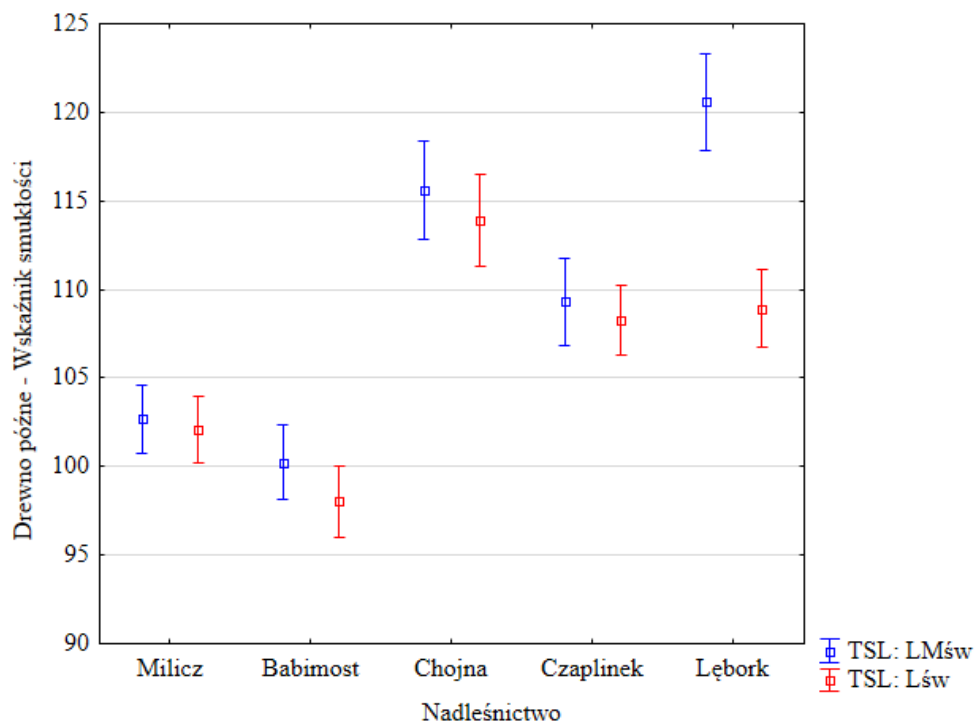


Ryc. 89. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w lokalizacjach



Ryc. 90. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w TSL

Na rycinie nr 91 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach.



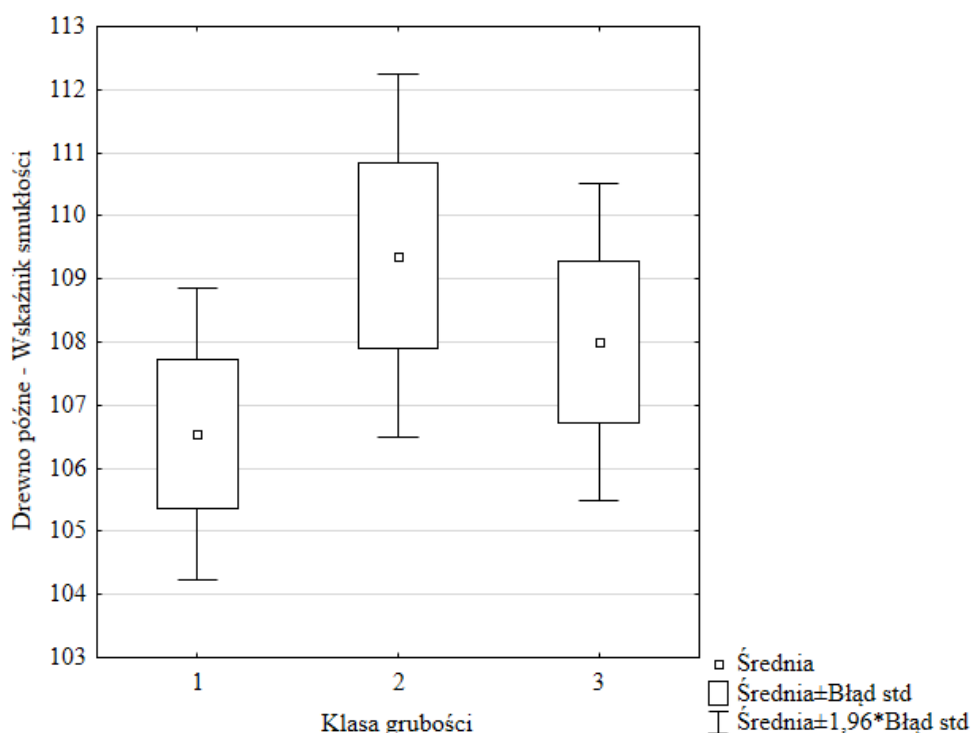
Ryc. 91. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 40). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 40. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

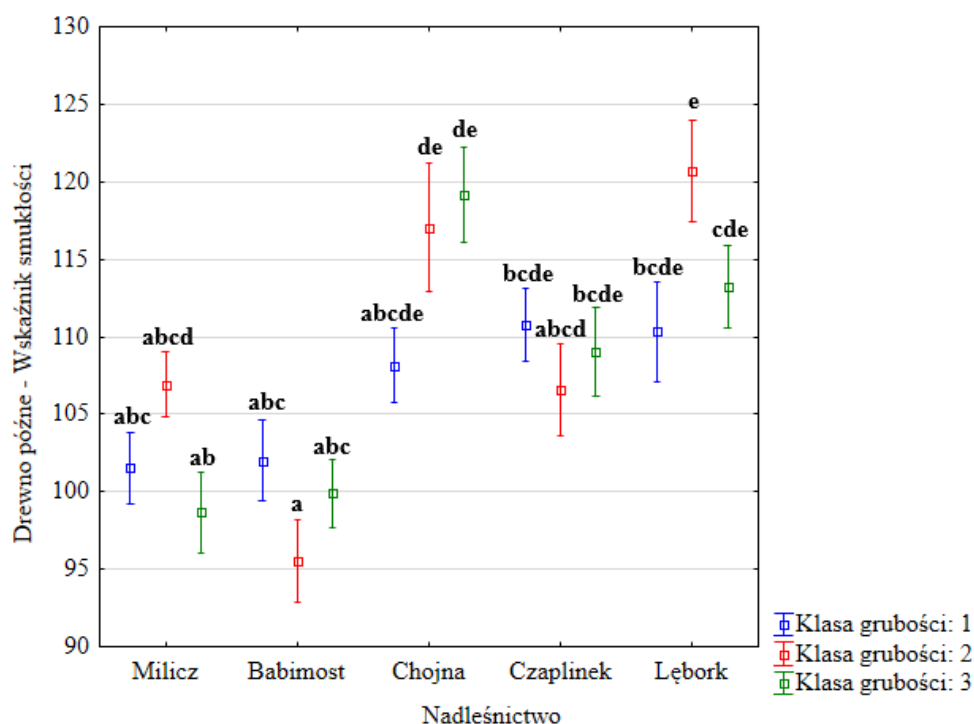
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	10491392	1	10491392	22214,06	< 0,0001 *
Lokalizacja	36405	4	9101	19,27	< 0,0001 *
Gr	1192	2	596	1,26	0,2837
Lokalizacja*Gr (interakcja)	10264	8	1283	2,72	0,0058 *
Błąd	417973	885	472		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 92).



Ryc. 92. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 93 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 93. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika smukłości cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL na badaną właściwość. Natomiast Gr i interakcja czynników nie jest istotna (tab. 41). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

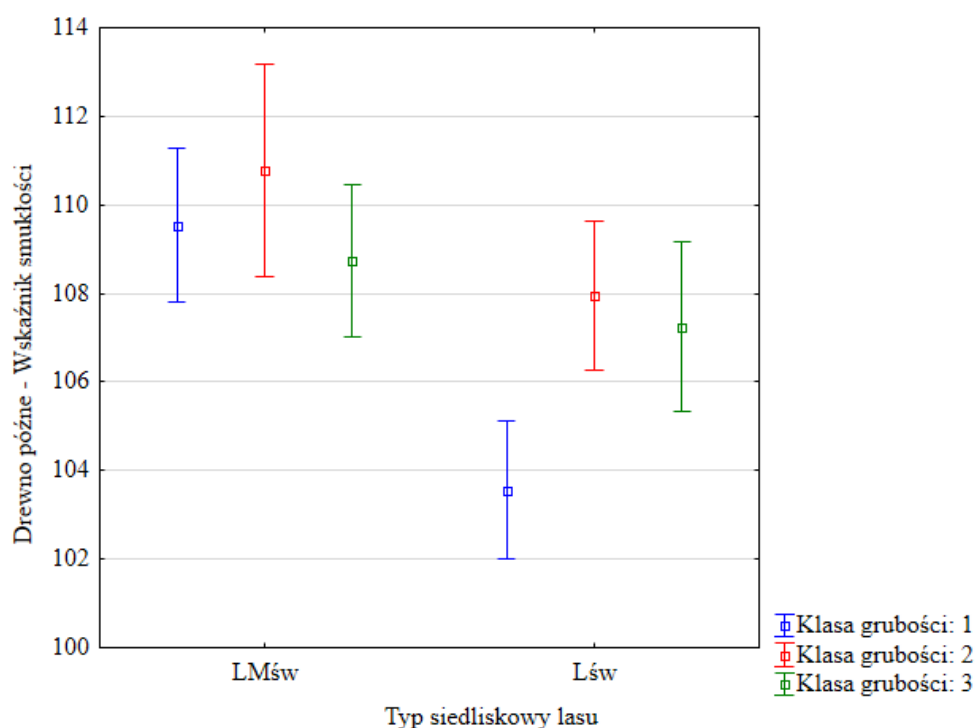
Tab. 41. Analiza wariancji między wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	10491392	1	10491392	20337,21	< 0,0001 *
Gr	1192	2	596	1,15	0,3155
TSL	2658	1	2658	5,15	0,0235 *
TSL*Gr (interakcja)	795	2	398	0,77	0,4629
Błąd	461189	894	516		

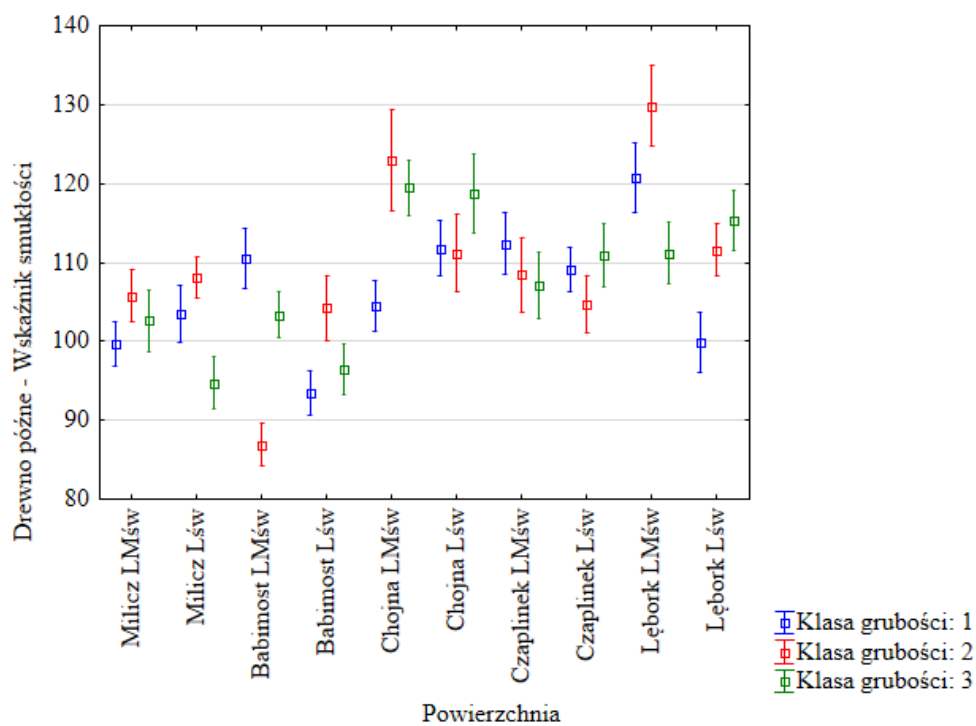
Na rycinie nr 94 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem smukłości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 95, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Można zauważyć, że wyższe wartości osiągane są wraz z przesuwaniem się na północ. Trudno jednak jest wskazać ogólną prawidłowość lub

większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem smukłości cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 94. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika smukłości cewki drewna późnego w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 95. Porównanie średnich wartości wskaźnika smukłości cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.1.6. Wskaźnik giętkości

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika giętkości cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 43.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika giętkości cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Chojnie na Lśw w I klasie grubości – 0,859, najniższą w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości – 0,797. Największą medianę otrzymano w Miliczu na LMśw w I klasie grubości oraz w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości – 0,861, a najmniejszą w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 0,797. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik giętkości cewki drewna wczesnego wyniósł 0,833, a mediana 0,838. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 0,838. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika giętkości cewek drewna wczesnego malały wraz ze wzrostem grubości: 0,842 w I klasie, 0,831 w II klasie oraz 0,828 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (0,550), natomiast najwyższą w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (0,921). Współczynnik zmienności wyniósł 5,09 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 43).

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 42). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

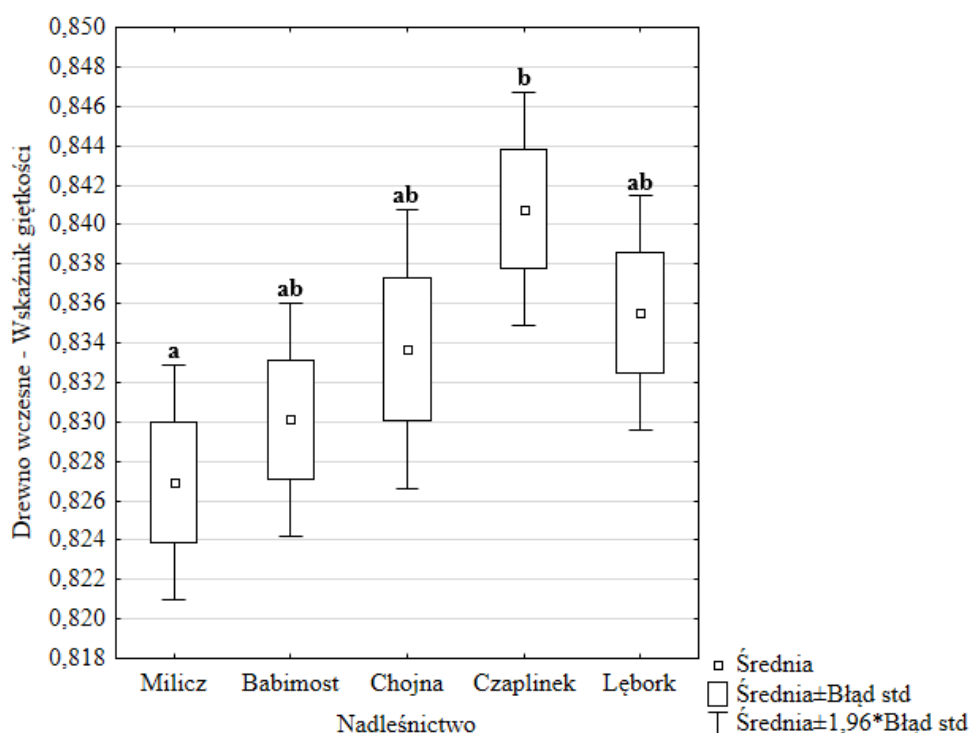
Tab. 42. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	625,1145	1	625,1145	373814,1	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,0201	4	0,0050	3,0	0,0178 *
TSL	0,0181	1	0,0181	10,8	0,0010 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,0909	4	0,0227	13,6	< 0,0001 *
Błąd	1,4883	890	0,0017		

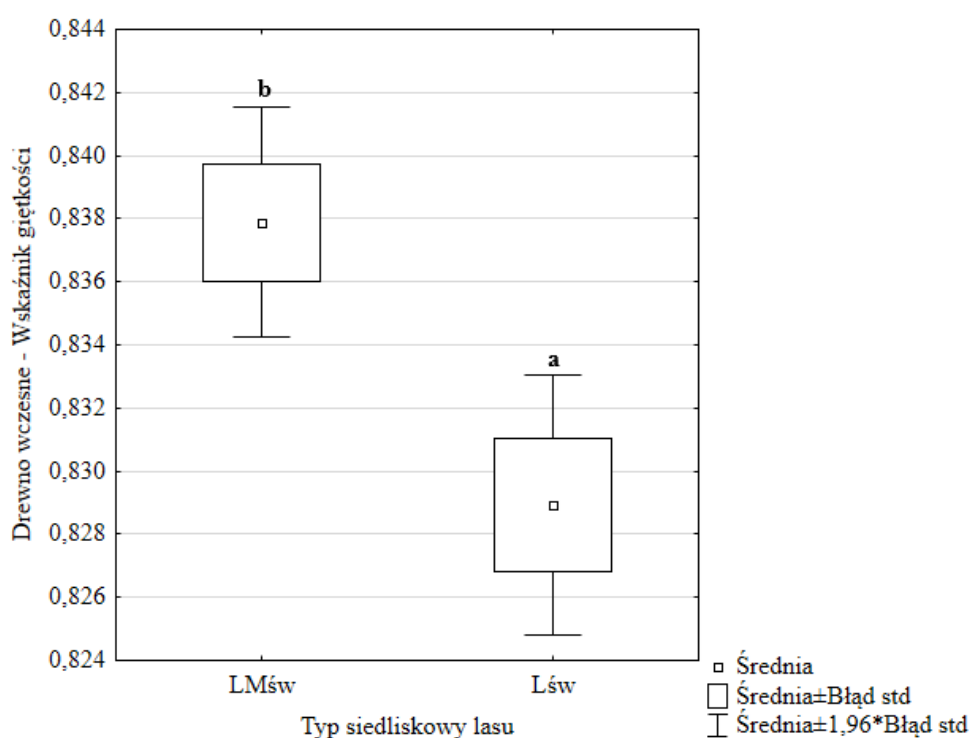
Tab. 43. Statystyka opisowa wskaźnika giętkości drewna wczesnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,858	0,861	0,765	0,895	0,028	3,29
		2	30	0,836	0,843	0,763	0,891	0,031	3,66
		3	30	0,821	0,822	0,757	0,867	0,031	3,73
		Razem	90	0,838	0,846	0,757	0,895	0,033	3,96
	Lśw	1	30	0,816	0,826	0,714	0,898	0,050	6,17
		2	30	0,833	0,839	0,750	0,898	0,034	4,06
		3	30	0,798	0,797	0,692	0,860	0,041	5,12
		Razem	90	0,816	0,824	0,692	0,898	0,044	5,41
	Razem		180	0,827	0,837	0,692	0,898	0,041	4,90
Babimost	LMśw	1	30	0,854	0,851	0,814	0,906	0,026	3,07
		2	30	0,841	0,849	0,766	0,882	0,028	3,37
		3	30	0,835	0,839	0,769	0,897	0,033	3,94
		Razem	90	0,843	0,847	0,766	0,906	0,030	3,56
	Lśw	1	30	0,834	0,830	0,758	0,891	0,033	3,96
		2	30	0,798	0,812	0,630	0,886	0,056	7,02
		3	30	0,819	0,820	0,762	0,900	0,037	4,46
		Razem	90	0,817	0,824	0,630	0,900	0,045	5,53
	Razem		180	0,830	0,833	0,630	0,906	0,040	4,87
Chojna	LMśw	1	30	0,815	0,821	0,550	0,870	0,055	6,69
		2	30	0,839	0,846	0,725	0,889	0,042	5,04
		3	30	0,804	0,806	0,643	0,887	0,068	8,41
		Razem	90	0,819	0,828	0,550	0,889	0,057	6,96
	Lśw	1	30	0,859	0,859	0,786	0,909	0,031	3,55
		2	30	0,849	0,854	0,762	0,891	0,029	3,40
		3	30	0,837	0,832	0,771	0,900	0,035	4,12
		Razem	90	0,848	0,851	0,762	0,909	0,032	3,81
	Razem		180	0,834	0,843	0,550	0,909	0,049	5,81
Czaplinek	LMśw	1	30	0,857	0,858	0,773	0,912	0,037	4,31
		2	30	0,837	0,835	0,778	0,905	0,027	3,20
		3	30	0,856	0,859	0,784	0,907	0,031	3,63
		Razem	90	0,850	0,846	0,773	0,912	0,033	3,86
	Lśw	1	30	0,855	0,861	0,794	0,921	0,034	4,00
		2	30	0,797	0,799	0,684	0,878	0,046	5,82
		3	30	0,843	0,847	0,775	0,909	0,033	3,87
		Razem	90	0,832	0,835	0,684	0,921	0,045	5,45
	Razem		180	0,841	0,844	0,684	0,921	0,041	4,82
Lębork	LMśw	1	30	0,829	0,835	0,789	0,889	0,027	3,31
		2	30	0,846	0,857	0,763	0,911	0,034	4,06
		3	30	0,841	0,842	0,780	0,914	0,032	3,80
		Razem	90	0,839	0,841	0,763	0,914	0,032	3,80
	Lśw	1	30	0,840	0,844	0,781	0,885	0,032	3,78
		2	30	0,834	0,835	0,756	0,907	0,035	4,14
		3	30	0,823	0,833	0,636	0,907	0,068	8,30
		Razem	90	0,832	0,837	0,636	0,907	0,048	5,75
	Razem		180	0,836	0,838	0,636	0,914	0,041	4,87
LMśw		450	0,838	0,843	0,550	0,914	0,040	4,72	
Lśw		450	0,829	0,833	0,630	0,921	0,045	5,39	
1		300	0,842	0,846	0,550	0,921	0,040	4,70	
2		300	0,831	0,837	0,630	0,911	0,041	4,89	
3		300	0,828	0,833	0,636	0,914	0,046	5,52	
Razem		900	0,833	0,838	0,550	0,921	0,042	5,09	

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 96). Również między TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 97).

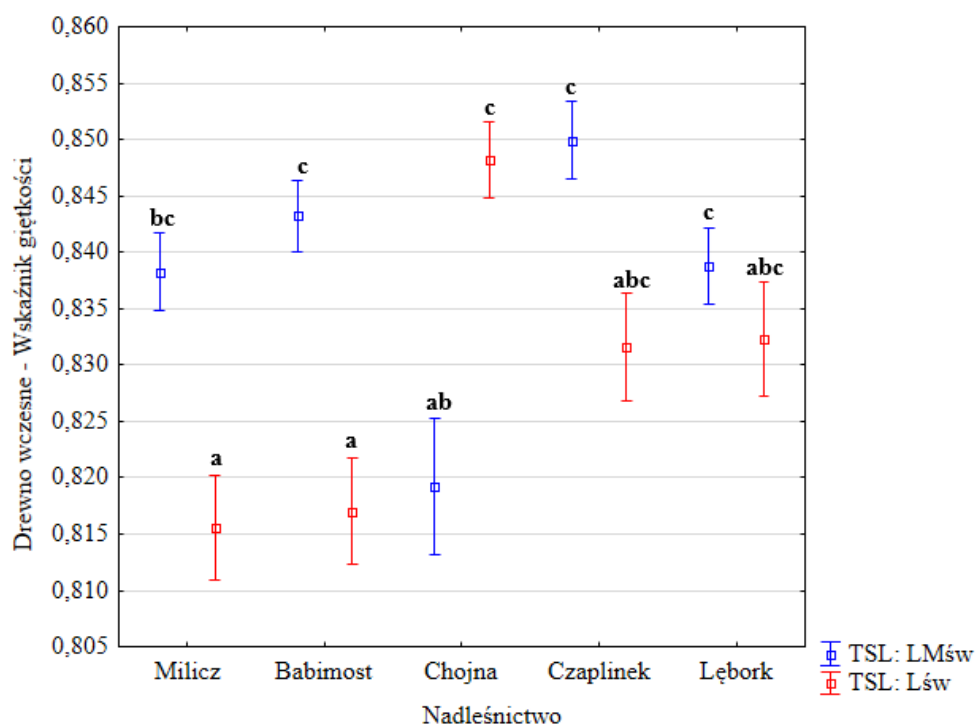


Ryc. 96. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 97. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 98 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



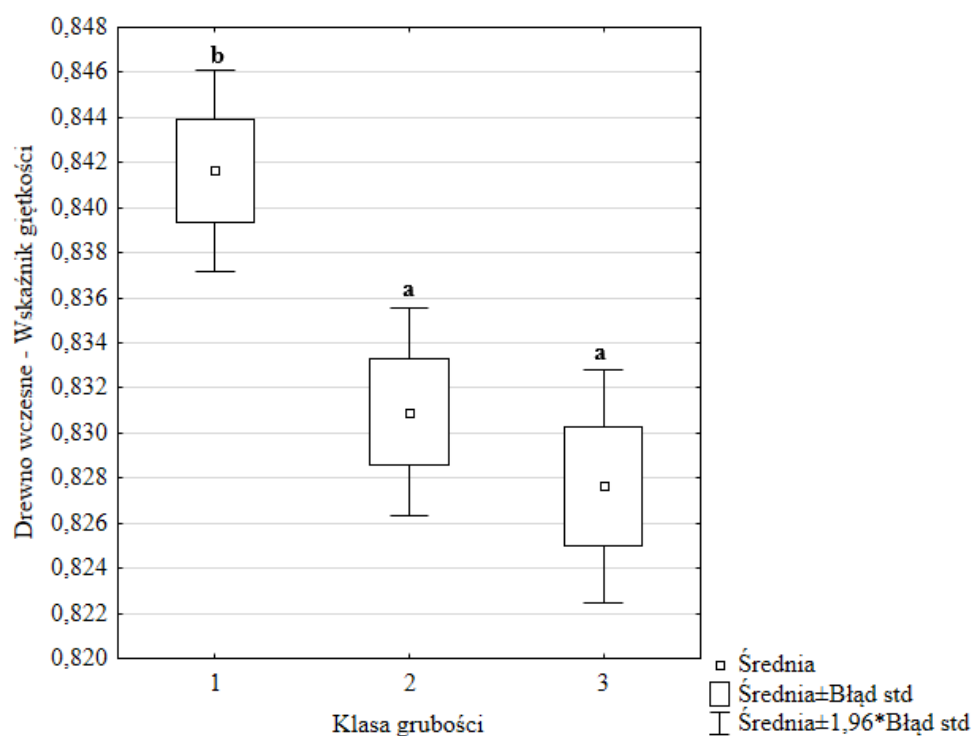
Ryc. 98. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 44). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 44. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

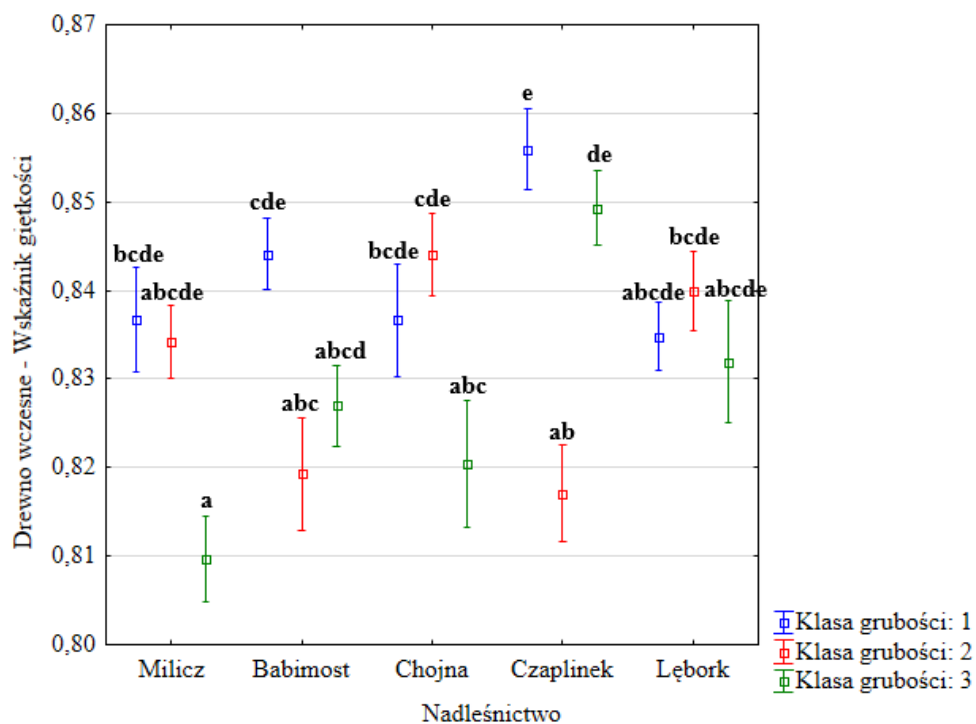
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	625,1145	1	625,1145	373843,8	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,0201	4	0,0050	3,0	0,0178 *
Gr	0,0321	2	0,0160	9,6	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,0854	8	0,0107	6,4	< 0,0001 *
Błąd	1,4798	885	0,0017		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 99).



Ryc. 99. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 100 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



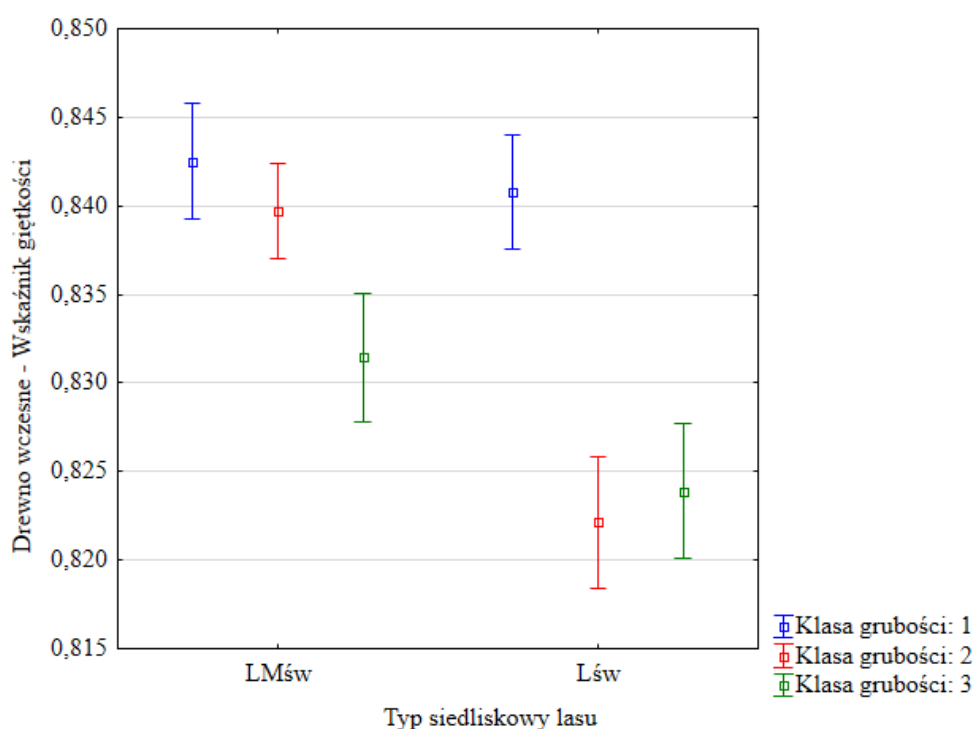
Ryc. 100. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 45). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 45. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

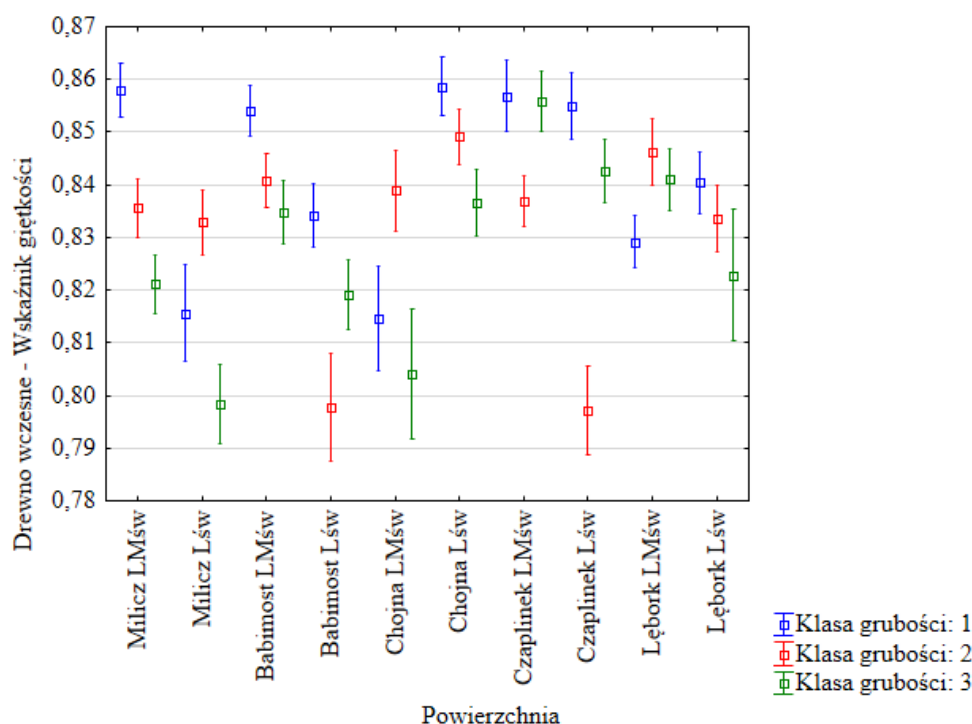
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	625,1145	1	625,1145	358796,5	< 0,0001 *
Gr	0,0321	2	0,0160	9,2	0,0001 *
TSL	0,0181	1	0,0181	10,4	0,0013 *
TSL*Gr (interakcja)	0,0096	2	0,0048	2,8	0,0634
Błąd	1,5576	894	0,0017		

Na rycinie nr 101 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 101. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 102, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem giętkości cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 102. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika giętkości cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 46.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika giętkości cewek drewna późnego DG uzyskano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 0,545, najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 0,339. Największą medianę otrzymano w Babimostie na LMśw w II klasie grubości – 0,533, a najmniejszą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 0,338. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik giętkości cewki drewna późnego oraz mediana wyniosły 0,441. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 0,443. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika giętkości cewek drewna późnego malały wraz ze wzrostem grubości: 0,455 w I klasie, 0,450 w II klasie oraz 0,418 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostie na Lśw w II klasie grubości (0,160), natomiast najwyższą w Chojnie na Lśw w I klasie grubości (0,714). Współczynnik zmienności wyniósł 20,52%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. Jednak w Chojnie na LMśw otrzymano 27,26%, co świadczy o przeciętnej zmienności na badanej powierzchni (tab. 46).

Tab. 46. Statystyka opisowa wskaźnika giętkości drewna późnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

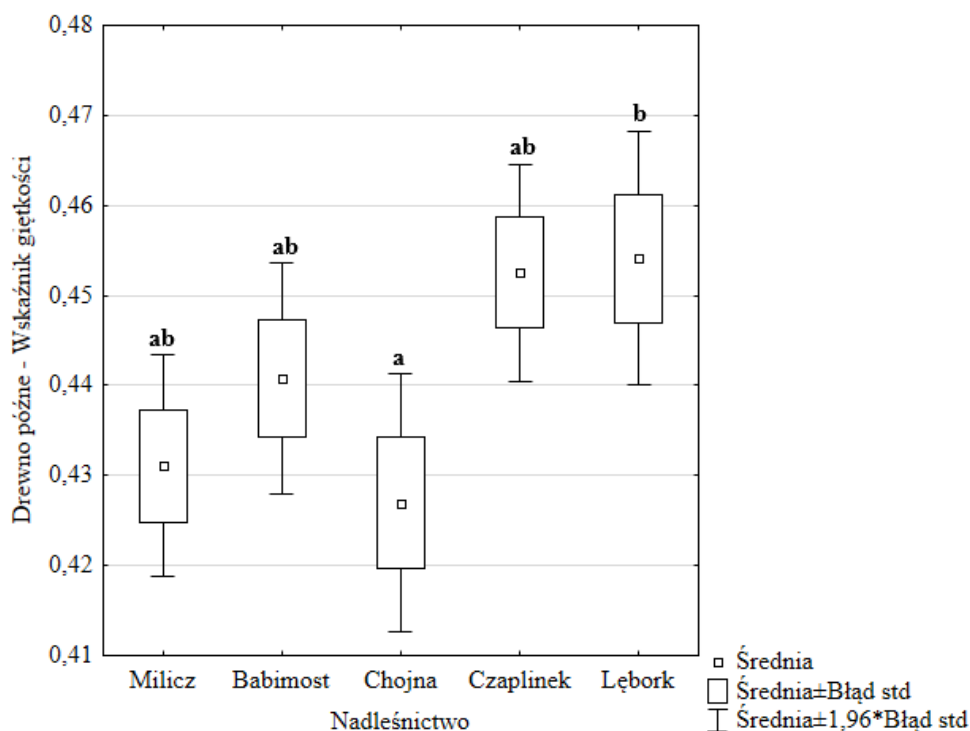
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,460	0,474	0,333	0,567	0,063	13,63
		2	30	0,464	0,446	0,324	0,596	0,068	14,66
		3	30	0,417	0,418	0,261	0,706	0,098	23,47
		Razem	90	0,447	0,443	0,261	0,706	0,080	17,84
	Lśw	1	30	0,425	0,423	0,259	0,591	0,093	21,97
		2	30	0,416	0,420	0,205	0,558	0,073	17,50
		3	30	0,405	0,410	0,185	0,583	0,093	22,97
		Razem	90	0,415	0,420	0,185	0,591	0,086	20,78
	Razem		180	0,431	0,433	0,185	0,706	0,084	19,57
Babimost	LMśw	1	30	0,398	0,387	0,310	0,526	0,058	14,52
		2	30	0,526	0,533	0,357	0,694	0,073	13,83
		3	30	0,451	0,456	0,323	0,595	0,083	18,51
		Razem	90	0,458	0,460	0,310	0,694	0,089	19,37
	Lśw	1	30	0,452	0,441	0,290	0,609	0,089	19,63
		2	30	0,395	0,407	0,160	0,550	0,085	21,40
		3	30	0,423	0,431	0,300	0,571	0,069	16,25
		Razem	90	0,423	0,429	0,160	0,609	0,084	19,76
	Razem		180	0,441	0,442	0,160	0,694	0,088	19,92
Chojna	LMśw	1	30	0,467	0,464	0,250	0,591	0,099	21,10
		2	30	0,457	0,433	0,250	0,714	0,123	26,90
		3	30	0,339	0,338	0,207	0,488	0,071	21,03
		Razem	90	0,421	0,419	0,207	0,714	0,115	27,26
	Lśw	1	30	0,432	0,449	0,304	0,556	0,062	14,24
		2	30	0,419	0,422	0,296	0,556	0,072	17,18
		3	30	0,448	0,432	0,310	0,686	0,097	21,65
		Razem	90	0,433	0,433	0,296	0,686	0,078	18,09
	Razem		180	0,427	0,426	0,207	0,714	0,098	22,99
Czaplinek	LMśw	1	30	0,448	0,446	0,300	0,647	0,076	16,98
		2	30	0,489	0,507	0,350	0,641	0,078	16,02
		3	30	0,399	0,389	0,273	0,591	0,064	15,96
		Razem	90	0,445	0,436	0,273	0,647	0,081	18,21
	Lśw	1	30	0,479	0,487	0,333	0,639	0,080	16,73
		2	30	0,425	0,426	0,296	0,552	0,063	14,81
		3	30	0,476	0,468	0,310	0,656	0,097	20,33
		Razem	90	0,460	0,460	0,296	0,656	0,084	18,27
	Razem		180	0,453	0,452	0,273	0,656	0,083	18,27
Lębork	LMśw	1	30	0,440	0,445	0,280	0,583	0,066	14,97
		2	30	0,485	0,481	0,292	0,618	0,075	15,51
		3	30	0,407	0,405	0,208	0,605	0,089	21,85
		Razem	90	0,444	0,448	0,208	0,618	0,083	18,68
	Lśw	1	30	0,545	0,553	0,368	0,707	0,099	18,22
		2	30	0,428	0,449	0,269	0,516	0,077	17,97
		3	30	0,420	0,426	0,222	0,651	0,098	23,22
		Razem	90	0,464	0,472	0,222	0,707	0,107	23,12
	Razem		180	0,454	0,456	0,208	0,707	0,096	21,18
LMśw			450	0,443	0,441	0,207	0,714	0,091	20,50
Lśw			450	0,439	0,440	0,160	0,707	0,090	20,56
1			300	0,455	0,458	0,250	0,707	0,087	19,14
2			300	0,450	0,452	0,160	0,714	0,088	19,55
3			300	0,418	0,417	0,185	0,706	0,092	22,07
Razem			900	0,441	0,441	0,160	0,714	0,091	20,52

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 47). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 47. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

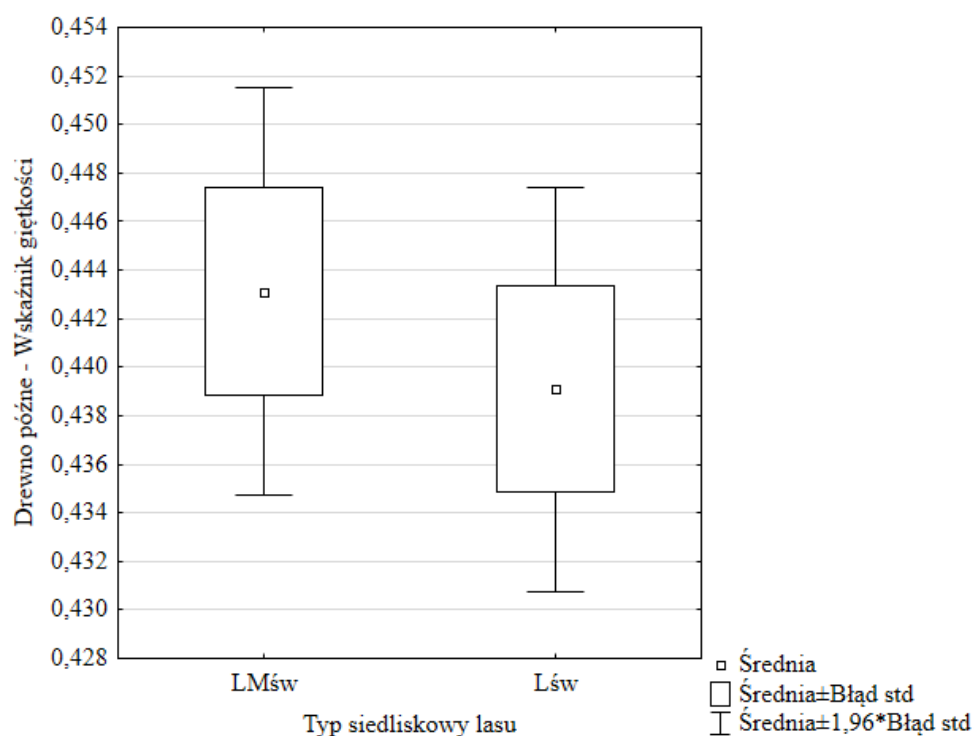
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	175,1154	1	175,1154	21882,78	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,1080	4	0,0270	3,37	0,0094 *
TSL	0,0036	1	0,0036	0,45	0,5016
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,1317	4	0,0329	4,11	0,0026 *
Błąd	7,1222	890	0,0080		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 103). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 104).

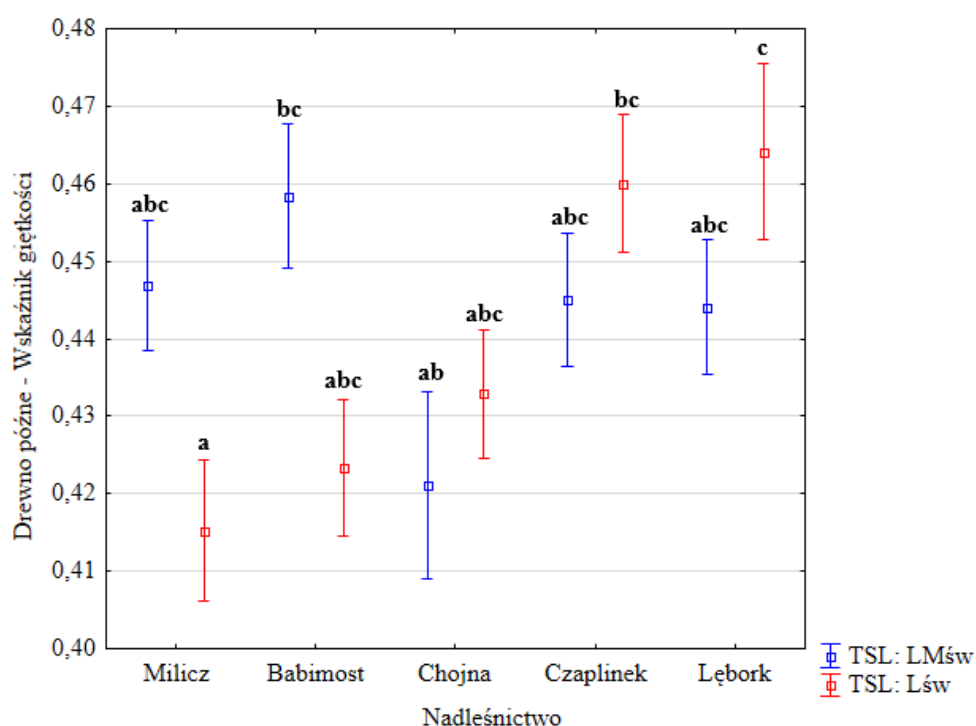


Ryc. 103. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 105 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 104. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w TSL



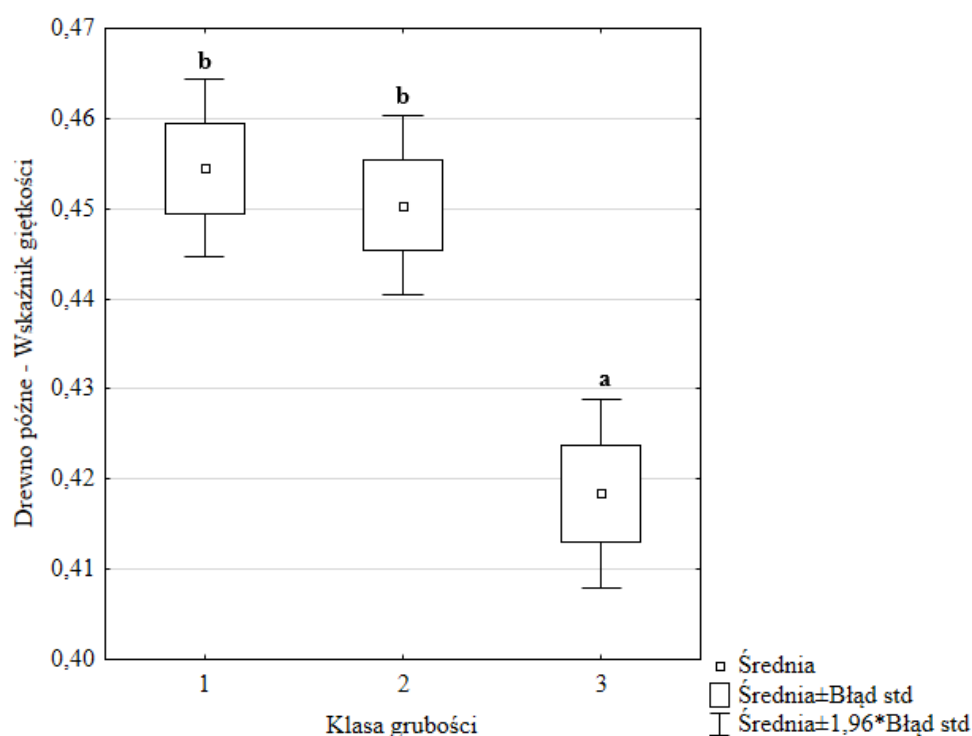
Ryc. 105. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 48). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 48. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

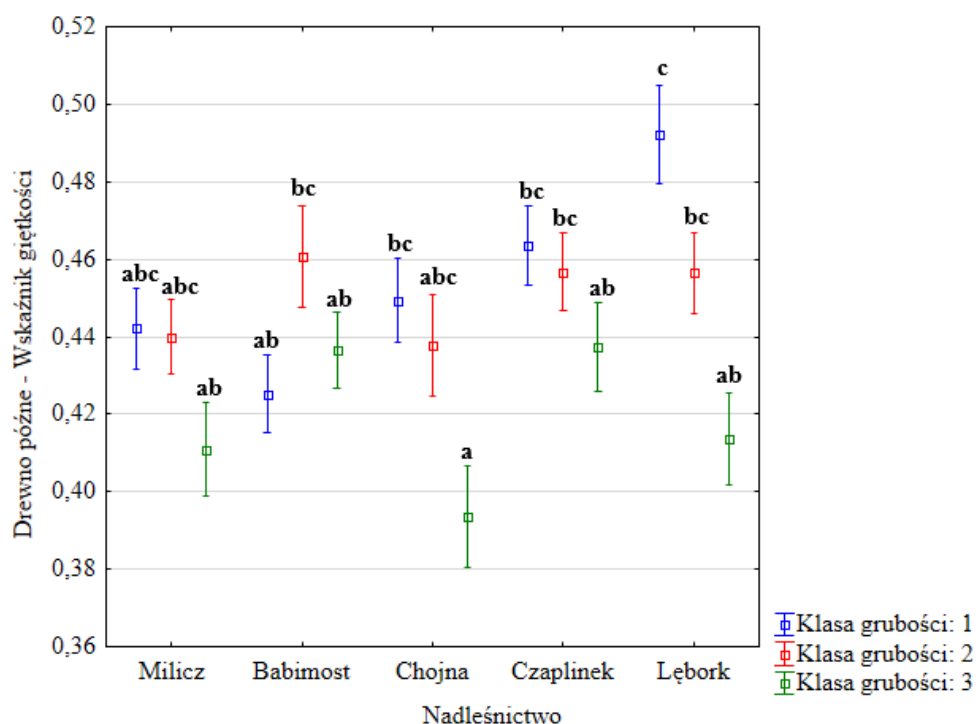
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	175,1154	1	175,1154	22559,93	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,1080	4	0,0270	3,48	0,0079 *
Gr	0,2343	2	0,1171	15,09	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,1536	8	0,0192	2,47	0,0118 *
Błąd	6,8696	885	0,0078		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 106).



Ryc. 106. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 107 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



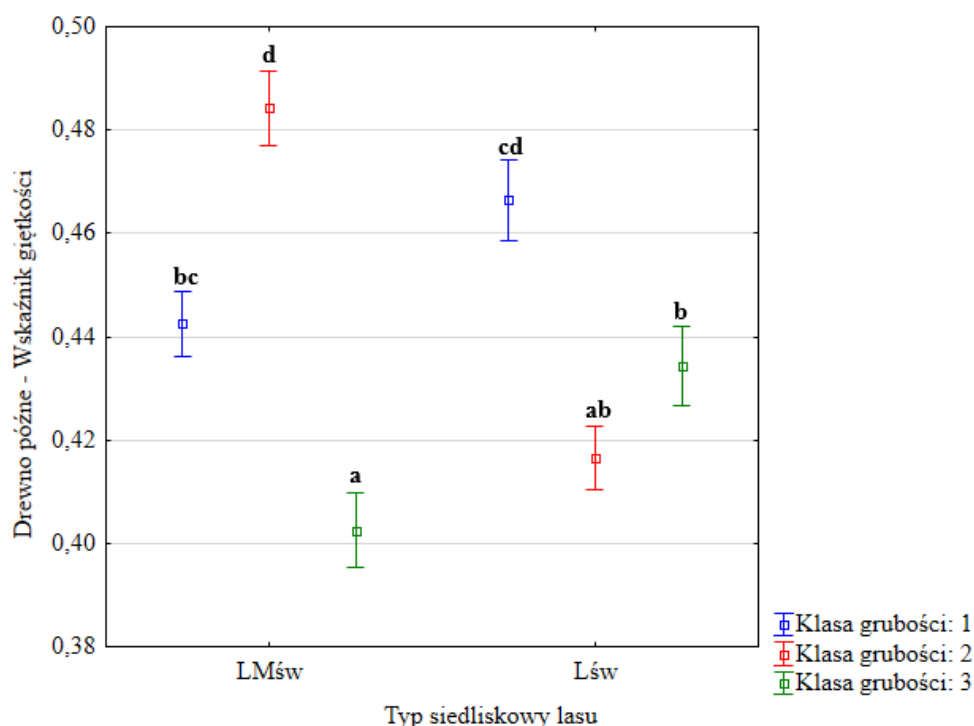
Ryc. 107. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika giętkości cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 49). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

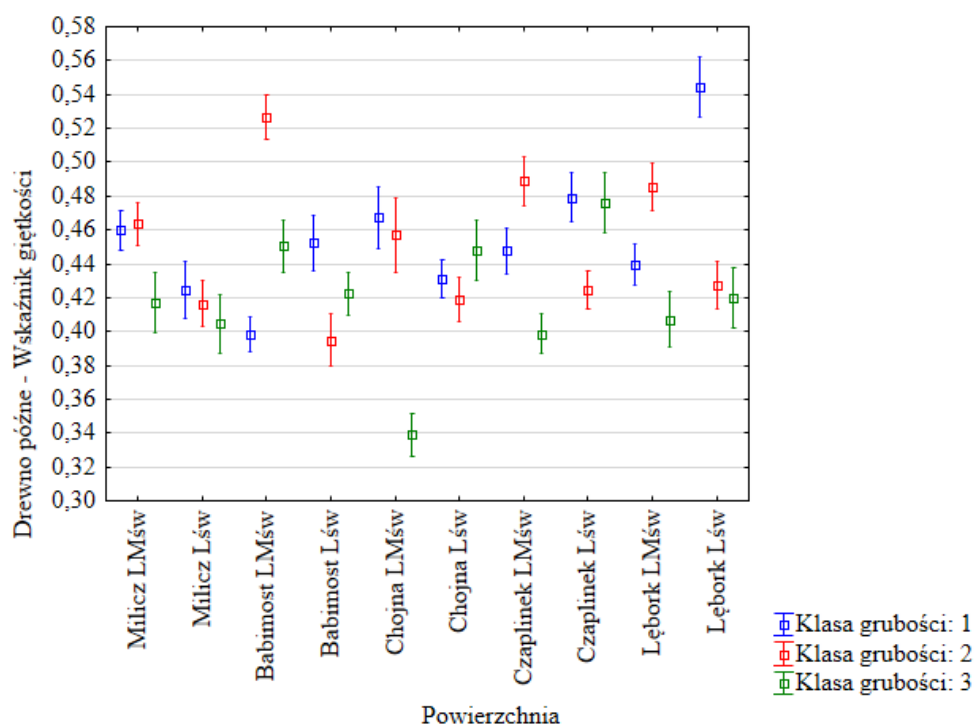
Tab. 49. Analiza wariancji między wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	175,1154	1	175,1154	23476,22	< 0,0001 *
Gr	0,2343	2	0,1171	15,71	< 0,0001 *
TSL	0,0036	1	0,0036	0,48	0,4864
TSL*Gr (interakcja)	0,4589	2	0,2295	30,76	< 0,0001 *
Błąd	6,6686	894	0,0075		

Na rycinie nr 108 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem giętkości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a..



Ryc. 108. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika giętkości cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 109. Porównanie średnich wartości wskaźnika giętkości cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 109, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem giętkości cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.7. Wskaźnik sztywności

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika sztywności cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 51.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika sztywności cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości – 10,14%, najniższą w Chojnie na Lśw w I klasie grubości – 7,07%. Największą medianę otrzymano w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 10,13%, a najmniejszą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 6,93%. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik sztywności cewki drewna wczesnego wyniósł 8,33%, a mediana 8,12%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 8,55%. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika sztywności cewek drewna wczesnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 7,92% w I klasie, 8,45% w II klasie oraz 8,62% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (3,97%), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (22,50%). Współczynnik zmienności wyniósł 25,46 %, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 51).

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 50). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

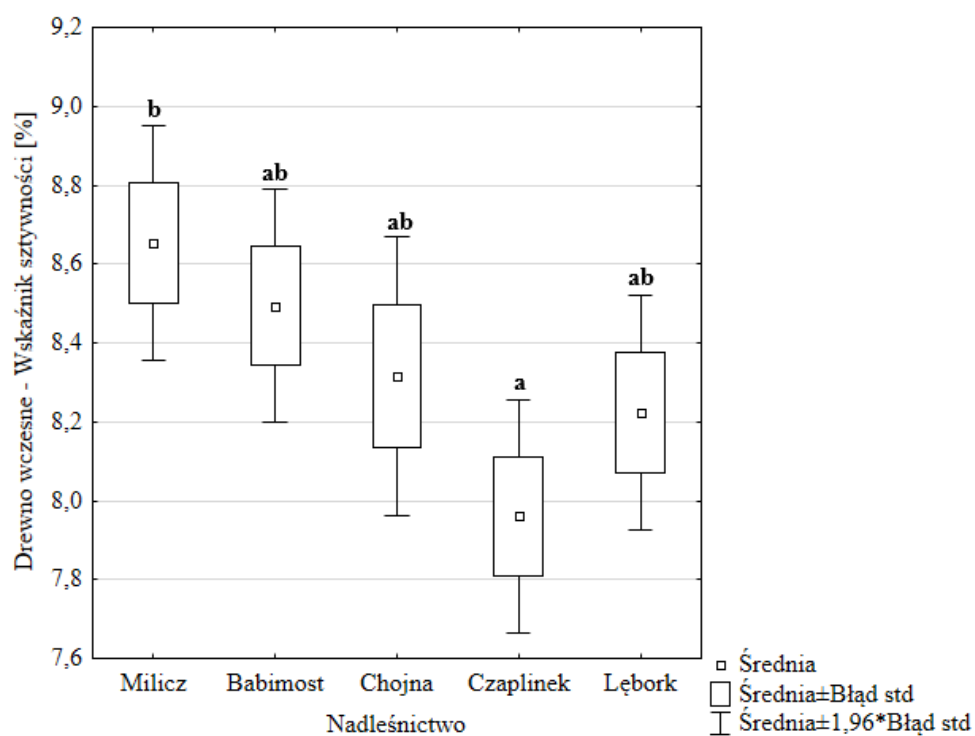
Tab. 50. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	62442,78	1	62442,78	14936,14	< 0,0001 *
Lokalizacja	50,22	4	12,55	3,00	0,0178 *
TSL	45,20	1	45,20	10,81	0,0010 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	227,20	4	56,80	13,59	< 0,0001 *
Błąd	3720,78	890	4,18		

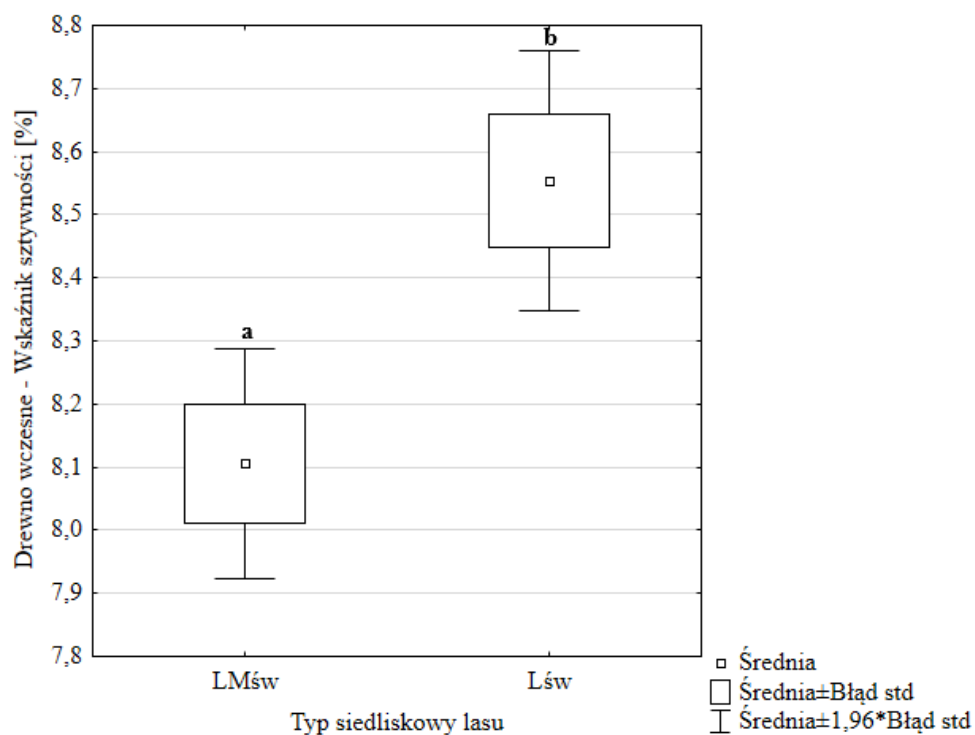
Tab. 51. Statystyka opisowa wskaźnika sztywności drewna wczesnego [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	7,10	6,93	5,26	11,77	1,41	19,90
		2	30	8,22	7,87	5,44	11,84	1,53	18,61
		3	30	8,94	8,89	6,67	12,16	1,53	17,15
		Razem	90	8,09	7,69	5,26	12,16	1,66	20,53
	Lśw	1	30	9,22	8,70	5,10	14,29	2,52	27,29
		2	30	8,36	8,06	5,10	12,50	1,69	20,24
		3	30	10,08	10,13	7,00	15,39	2,05	20,28
		Razem	90	9,22	8,80	5,10	15,39	2,20	23,91
	Razem		180	8,65	8,16	5,10	15,39	2,03	23,43
Babimost	LMśw	1	30	7,30	7,45	4,69	9,30	1,31	17,94
		2	30	7,96	7,55	5,88	11,70	1,42	17,78
		3	30	8,25	8,05	5,17	11,54	1,64	19,91
		Razem	90	7,84	7,63	4,69	11,70	1,50	19,15
	Lśw	1	30	8,29	8,49	5,44	12,12	1,65	19,91
		2	30	10,11	9,38	5,68	18,52	2,80	27,72
		3	30	9,04	8,99	5,00	11,91	1,83	20,22
		Razem	90	9,15	8,79	5,00	18,52	2,26	24,68
	Razem		180	8,49	8,33	4,69	18,52	2,02	23,80
Chojna	LMśw	1	30	9,27	8,95	6,52	22,50	2,72	29,37
		2	30	8,05	7,69	5,56	13,75	2,11	26,25
		3	30	9,80	9,68	5,66	17,86	3,38	34,50
		Razem	90	9,04	8,58	5,56	22,50	2,85	31,55
	Lśw	1	30	7,07	7,06	4,55	10,71	1,52	21,55
		2	30	7,54	7,32	5,44	11,91	1,44	19,12
		3	30	8,17	8,41	5,00	11,46	1,73	21,12
		Razem	90	7,59	7,43	4,55	11,91	1,62	21,28
	Razem		180	8,32	7,84	4,55	22,50	2,42	29,13
Czaplinek	LMśw	1	30	7,16	7,09	4,39	11,36	1,85	25,81
		2	30	8,15	8,24	4,76	11,11	1,34	16,42
		3	30	7,20	7,03	4,63	10,78	1,55	21,58
		Razem	90	7,50	7,69	4,39	11,36	1,64	21,88
	Lśw	1	30	7,25	6,94	3,97	10,29	1,71	23,61
		2	30	10,14	10,04	6,10	15,79	2,32	22,89
		3	30	7,87	7,66	4,55	11,25	1,63	20,73
		Razem	90	8,42	8,25	3,97	15,79	2,27	26,92
	Razem		180	7,96	7,81	3,97	15,79	2,03	25,45
Lębork	LMśw	1	30	8,54	8,24	5,56	10,53	1,37	16,04
		2	30	7,69	7,14	4,44	11,84	1,72	22,35
		3	30	7,95	7,89	4,31	10,98	1,60	20,13
		Razem	90	8,06	7,97	4,31	11,84	1,59	19,77
	Lśw	1	30	7,98	7,81	5,77	10,94	1,59	19,88
		2	30	8,32	8,26	4,63	12,20	1,73	20,73
		3	30	8,86	8,33	4,63	18,18	3,42	38,56
		Razem	90	8,39	8,16	4,63	18,18	2,39	28,53
	Razem		180	8,22	8,09	4,31	18,18	2,03	24,73
LMśw			450	8,11	7,84	4,31	22,50	1,98	24,38
Lśw			450	8,55	8,33	3,97	18,52	2,24	26,14
1			300	7,92	7,69	3,97	22,50	1,98	24,98
2			300	8,45	8,14	4,44	18,52	2,03	24,03
3			300	8,62	8,33	4,31	18,18	2,28	26,50
Razem			900	8,33	8,12	3,97	22,50	2,12	25,46

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 110). Również między TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 111).

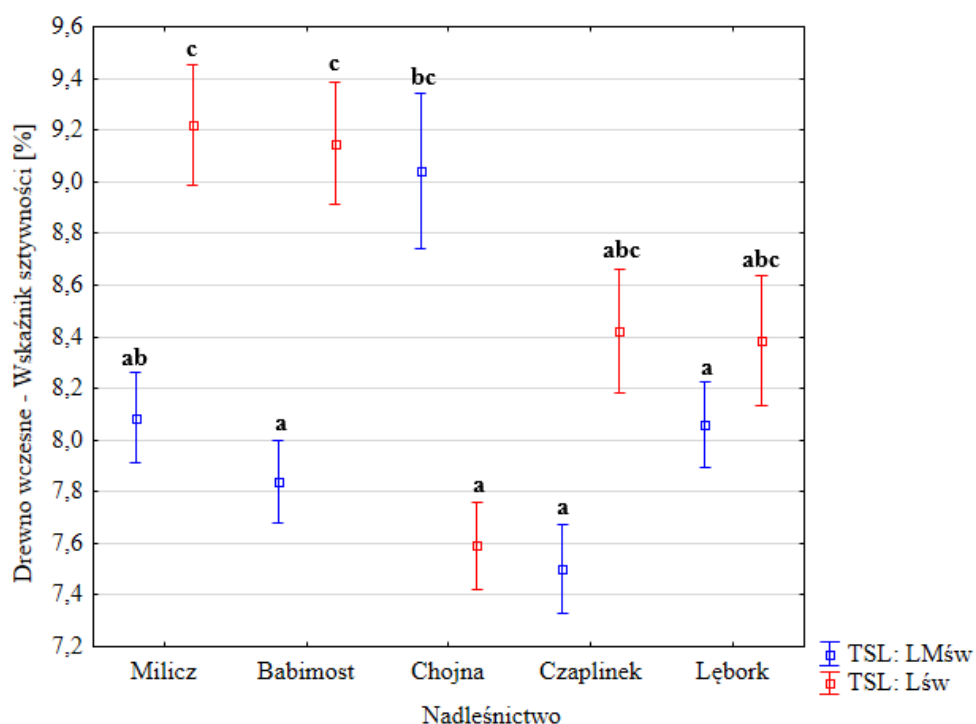


Ryc. 110. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 111. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 112 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



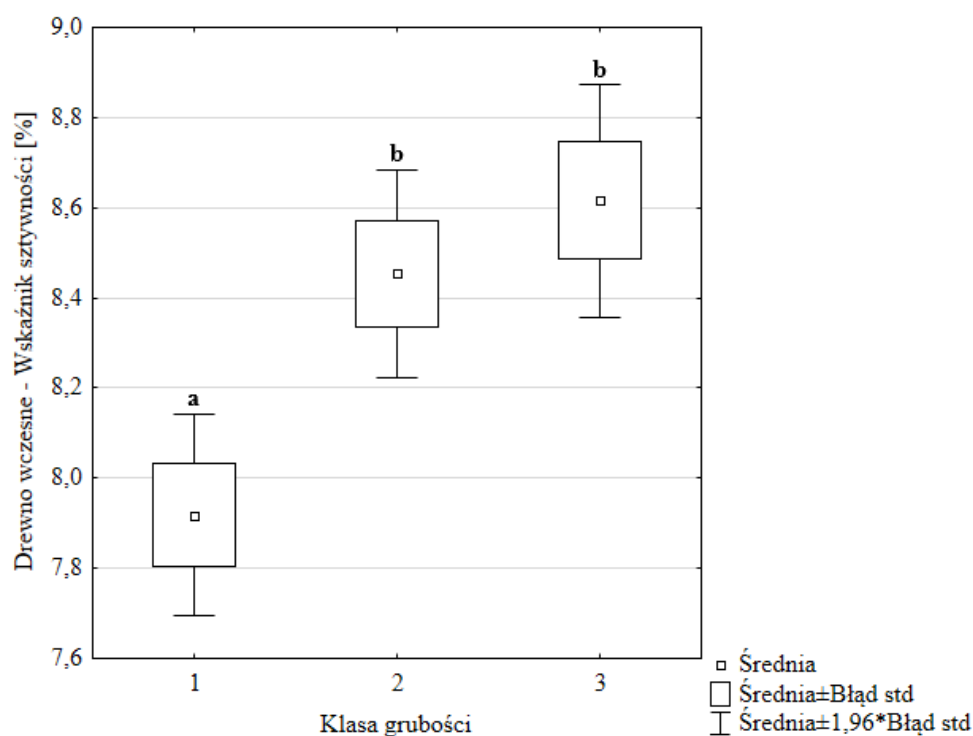
Ryc. 112. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 52). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 52. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

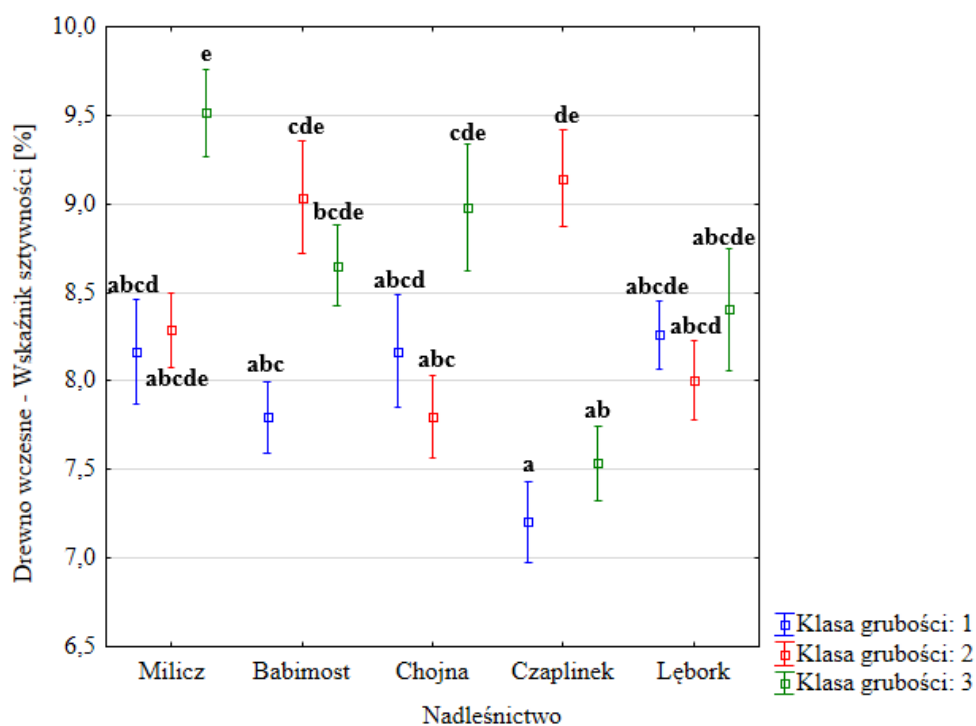
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	62442,78	1	62442,78	14937,33	< 0,0001 *
Lokalizacja	50,22	4	12,55	3,00	0,0178 *
Gr	80,16	2	40,08	9,59	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	213,44	8	26,68	6,38	< 0,0001 *
Błąd	3699,58	885	4,18		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 113).



Ryc. 113. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w Gr

Na rycinie nr 114 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



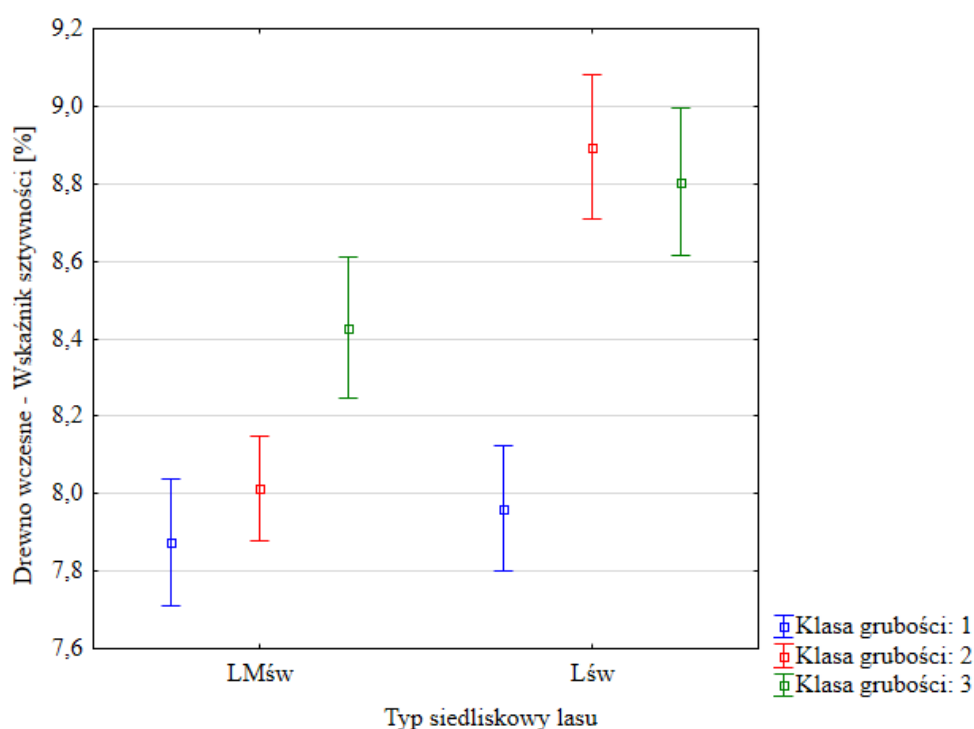
Ryc. 114. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 53). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 53. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

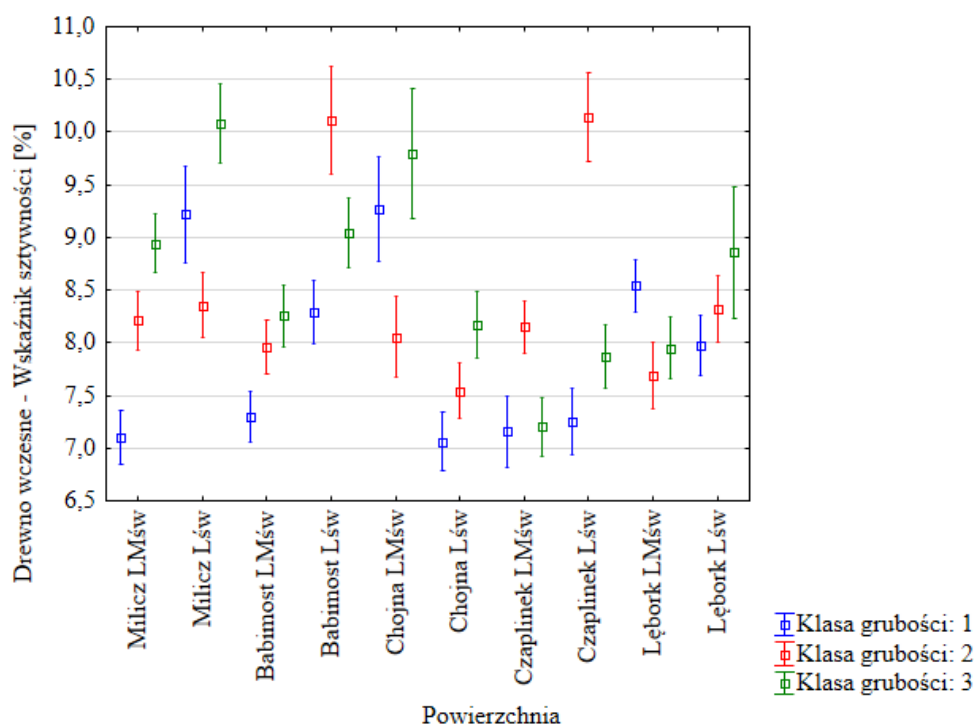
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	62442,78	1	62442,78	14336,09	< 0,0001 *
Gr	80,16	2	40,08	9,20	0,0001 *
TSL	45,20	1	45,20	10,38	0,0013 *
TSL*Gr (interakcja)	24,10	2	12,05	2,77	0,0634
Błąd	3893,94	894	4,36		

Na rycinie nr 115 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 115. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 116, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem sztywności cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 116. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika sztywności cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 54.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika sztywności cewek drewna późnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 33,05%, najniższą w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 22,77%. Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 33,11%, a najmniejszą w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 22,35%. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik sztywności cewki drewna późnego wyniósł 27,95%, a mediana 27,94%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 28,05%. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika sztywności cewek drewna późnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 27,27% w I klasie, 27,48% w II klasie oraz 29,08% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości (14,29%), natomiast najwyższą w Babimostie na Lśw w II klasie grubości (42,00%). Współczynnik zmienności wyniósł 16,20 %, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 54).

Tab. 54. Statystyka opisowa wskaźnika sztywności drewna późnego [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

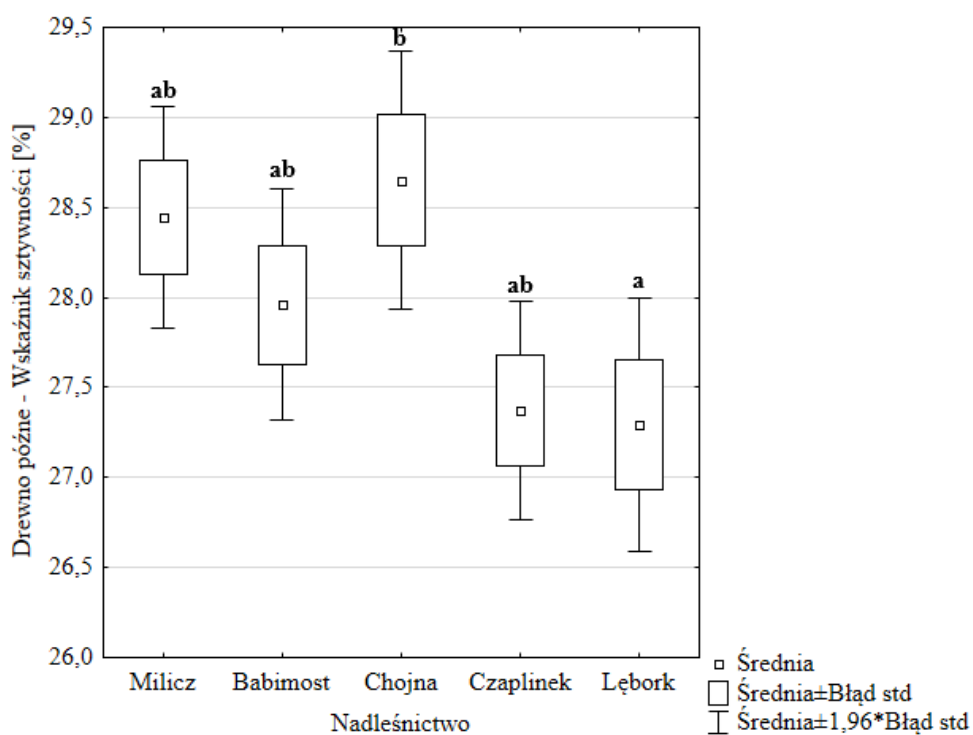
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	27,01	26,32	21,67	33,33	3,13	11,60
		2	30	26,82	27,72	20,21	33,82	3,40	12,67
		3	30	29,13	29,10	14,71	36,96	4,90	16,81
		Razem	90	27,65	27,86	14,71	36,96	3,99	14,41
	Lśw	1	30	28,77	28,87	20,46	37,04	4,66	16,21
		2	30	29,18	28,99	22,09	39,74	3,64	12,49
		3	30	29,77	29,52	20,83	40,74	4,65	15,61
		Razem	90	29,24	28,99	20,46	40,74	4,32	14,76
	Razem		180	28,45	28,36	14,71	40,74	4,22	14,83
Babimost	LMśw	1	30	30,09	30,65	23,68	34,48	2,89	9,61
		2	30	23,68	23,33	15,31	32,14	3,64	15,38
		3	30	27,47	27,20	20,27	33,87	4,17	15,18
		Razem	90	27,08	26,98	15,31	34,48	4,44	16,40
	Lśw	1	30	27,38	27,94	19,57	35,48	4,44	16,22
		2	30	30,26	29,63	22,50	42,00	4,23	13,96
		3	30	28,87	28,48	21,43	35,00	3,43	11,89
		Razem	90	28,84	28,57	19,57	42,00	4,18	14,50
	Razem		180	27,96	27,91	15,31	42,00	4,39	15,70
Chojna	LMśw	1	30	26,64	26,79	20,46	37,50	4,93	18,50
		2	30	27,15	28,37	14,29	37,50	6,15	22,63
		3	30	33,05	33,11	25,58	39,66	3,56	10,78
		Razem	90	28,95	29,05	14,29	39,66	5,74	19,82
	Lśw	1	30	28,43	27,53	22,22	34,78	3,07	10,81
		2	30	29,06	28,91	22,22	35,19	3,60	12,39
		3	30	27,59	28,39	15,71	34,48	4,85	17,59
		Razem	90	28,36	28,33	15,71	35,19	3,92	13,81
	Razem		180	28,65	28,68	14,29	39,66	4,91	17,13
Czaplinek	LMśw	1	30	27,62	27,71	17,65	35,00	3,80	13,75
		2	30	25,56	24,66	17,95	32,50	3,92	15,32
		3	30	30,06	30,57	20,46	36,36	3,18	10,58
		Razem	90	27,75	28,19	17,65	36,36	4,05	14,60
	Lśw	1	30	26,03	25,65	18,06	33,33	4,01	15,40
		2	30	28,76	28,71	22,41	35,19	3,15	10,94
		3	30	26,20	26,62	17,19	34,48	4,84	18,46
		Razem	90	27,00	26,98	17,19	35,19	4,20	15,57
	Razem		180	27,37	27,42	17,19	36,36	4,13	15,10
Lębork	LMśw	1	30	28,01	27,75	20,83	36,00	3,29	11,75
		2	30	25,73	25,93	19,12	35,42	3,76	14,63
		3	30	29,65	29,77	19,77	39,58	4,45	15,00
		Razem	90	27,80	27,59	19,12	39,58	4,15	14,93
	Lśw	1	30	22,77	22,35	14,63	31,58	4,96	21,79
		2	30	28,62	27,53	24,19	36,54	3,84	13,43
		3	30	29,00	28,71	17,44	38,89	4,88	16,82
		Razem	90	26,79	26,39	14,63	38,89	5,37	20,03
	Razem		180	27,30	27,21	14,63	39,58	4,81	17,62
LMśw			450	27,85	27,94	14,29	39,66	4,54	16,31
Lśw			450	28,05	28,00	14,63	42,00	4,51	16,09
1			300	27,27	27,11	14,63	37,50	4,35	15,95
2			300	27,48	27,42	14,29	42,00	4,40	16,02
3			300	29,08	29,17	14,71	40,74	4,62	15,88
Razem			900	27,95	27,94	14,29	42,00	4,53	16,20

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 55). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

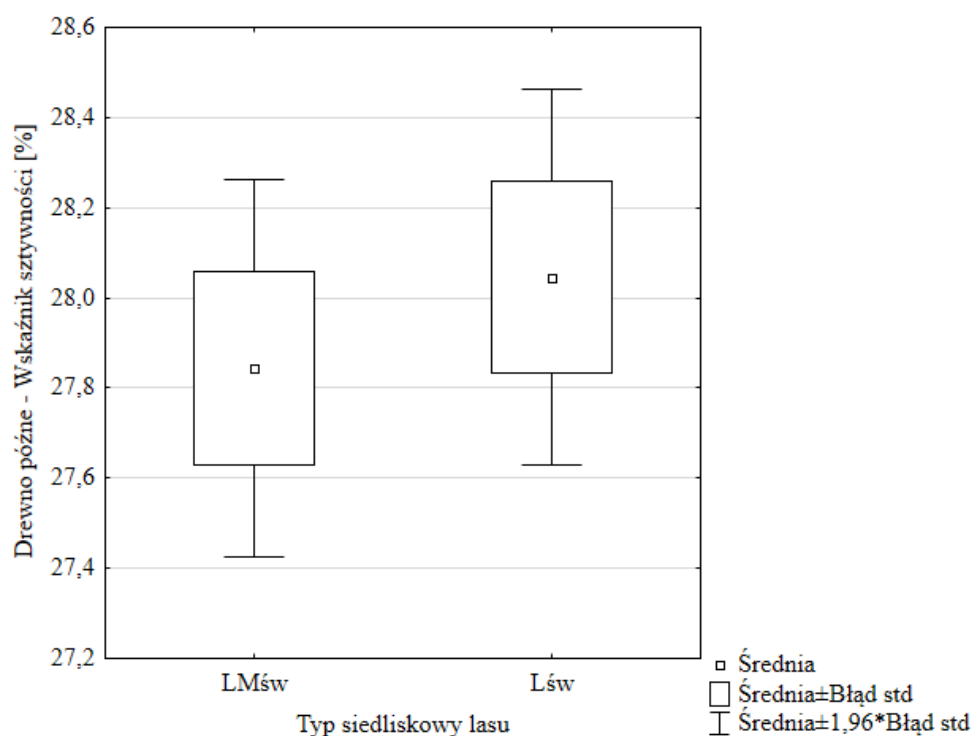
Tab. 55. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	702820,8	1	702820,8	35130,37	< 0,0001 *
Lokalizacja	270,0	4	67,5	3,37	0,0094 *
TSL	9,0	1	9,0	0,45	0,5016
Lokalizacja * TSL (interakcja)	329,2	4	82,3	4,11	0,0026 *
Błąd	17805,4	890	20,0		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 117). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 118).

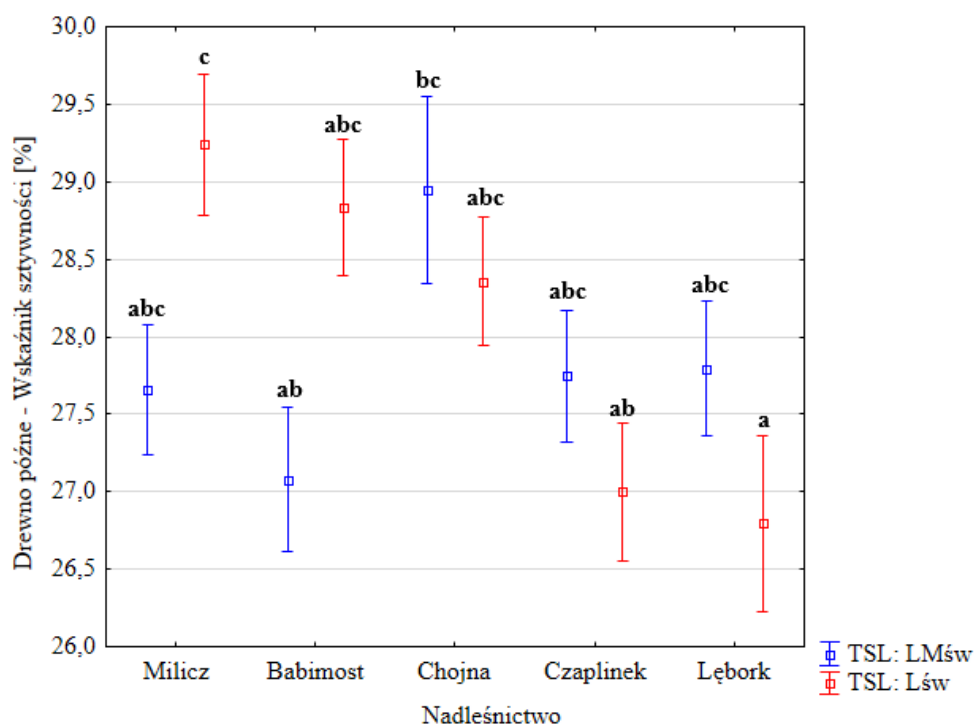


Ryc. 117. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w lokalizacjach



Ryc. 118. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w TSL

Na rycinie nr 119 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



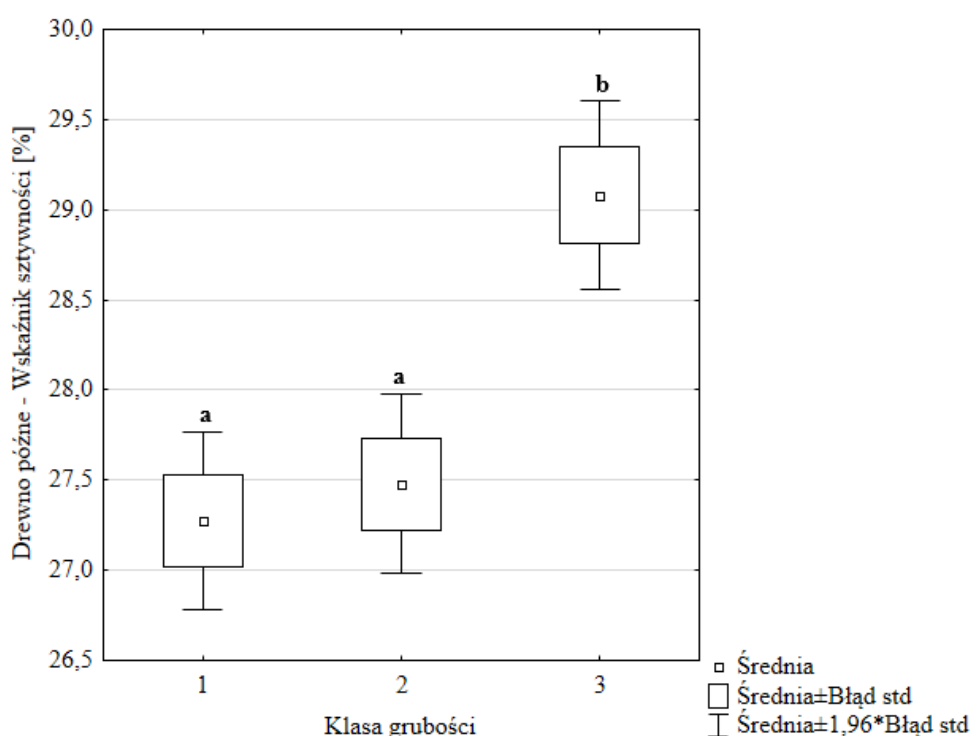
Ryc. 119. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 56). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 56. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

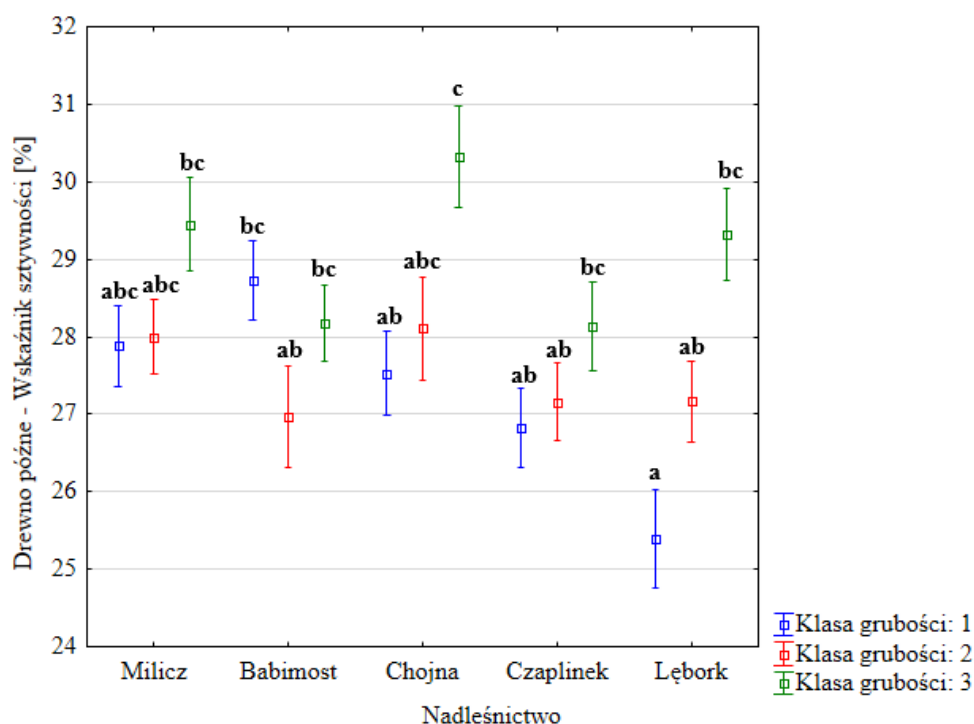
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	702820,8	1	702820,8	36217,45	< 0,0001 *
Lokalizacja	270,0	4	67,5	3,48	0,0079 *
Gr	585,7	2	292,9	15,09	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	383,9	8	48,0	2,47	0,0118 *
Błąd	17173,9	885	19,4		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 120).



Ryc. 120. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 121 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



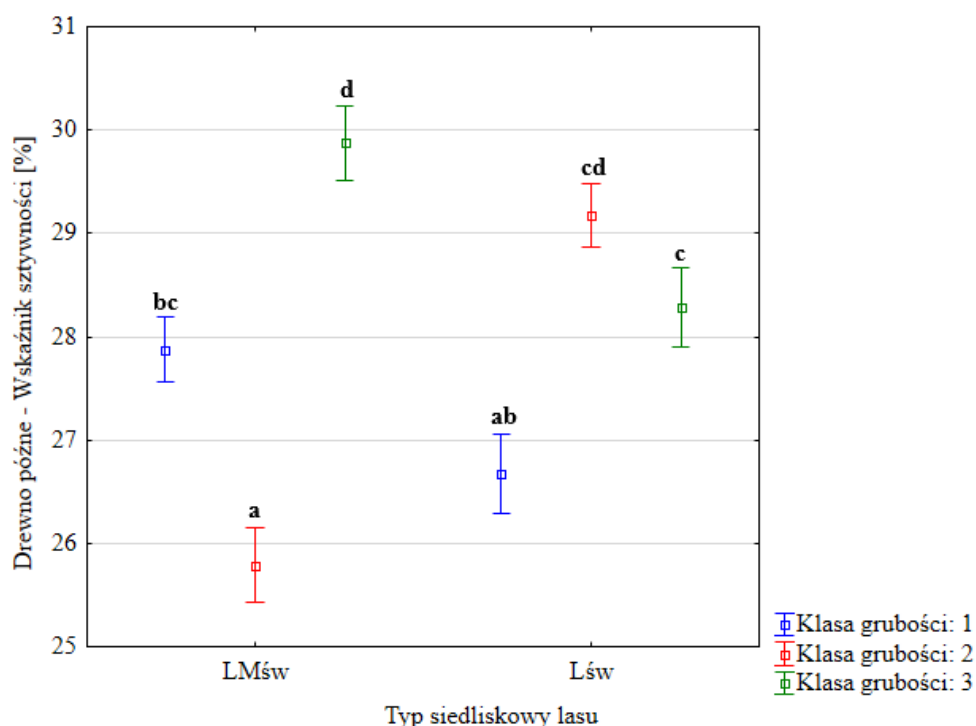
Ryc. 114. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika sztywności cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 57). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

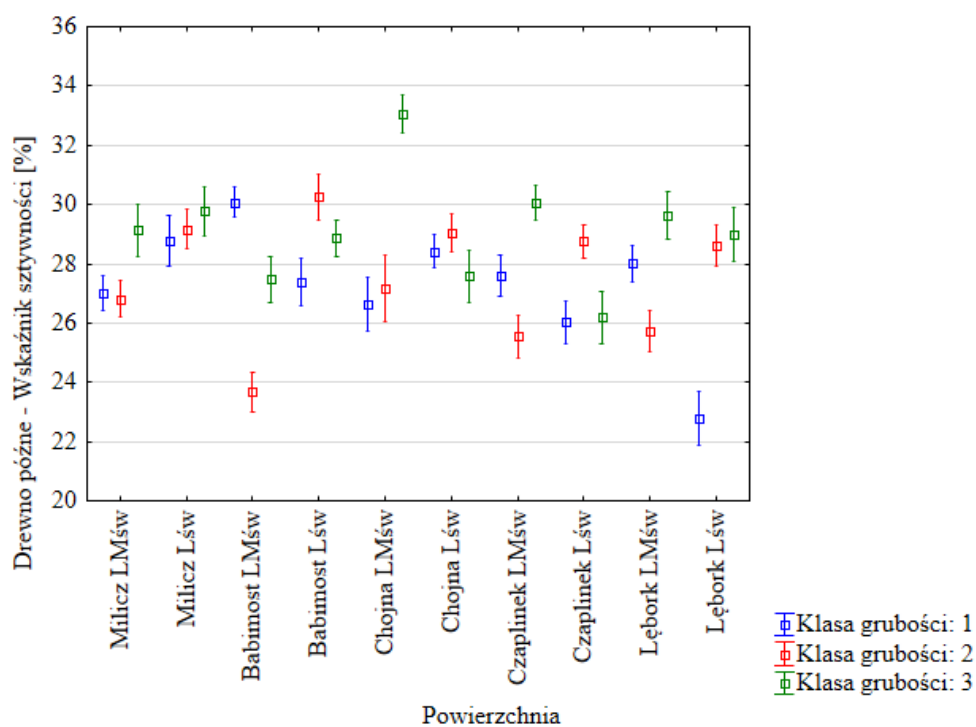
Tab. 57. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	702820,8	1	702820,8	37688,46	< 0,0001 *
Gr	585,7	2	292,9	15,71	< 0,0001 *
TSL	9,0	1	9,0	0,48	0,4864
TSL*Gr (interakcja)	1147,4	2	573,7	30,76	< 0,0001 *
Błąd	16671,5	894	18,6		

Na rycinie nr 115 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 115. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 116. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 116, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem sztywności cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.8. Wskaźnik sztywności wg Runkla

Drewno wczesne

Tab. 58. Statystyka opisowa wskaźnika sztywności wg Runkla drewna wczesnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,167	0,161	0,118	0,308	0,041	24,278
		2	30	0,198	0,187	0,122	0,310	0,045	22,521
		3	30	0,219	0,216	0,154	0,321	0,046	20,973
		Razem	90	0,195	0,182	0,118	0,321	0,048	24,859
	Lśw	1	30	0,231	0,211	0,114	0,400	0,079	34,154
		2	30	0,203	0,192	0,114	0,333	0,050	24,643
		3	30	0,256	0,254	0,163	0,444	0,066	25,909
		Razem	90	0,230	0,214	0,114	0,444	0,069	29,987
	Razem		180	0,212	0,195	0,114	0,444	0,062	29,166
Babimost	LMśw	1	30	0,172	0,175	0,103	0,229	0,036	20,698
		2	30	0,191	0,178	0,133	0,306	0,041	21,481
		3	30	0,200	0,192	0,115	0,300	0,048	24,205
		Razem	90	0,187	0,180	0,103	0,306	0,043	22,977
	Lśw	1	30	0,201	0,205	0,122	0,320	0,048	23,973
		2	30	0,260	0,231	0,128	0,588	0,097	37,478
		3	30	0,223	0,219	0,111	0,313	0,054	24,380
		Razem	90	0,228	0,213	0,111	0,588	0,074	32,285
	Razem		180	0,208	0,200	0,103	0,588	0,064	30,559
Chojna	LMśw	1	30	0,235	0,218	0,150	0,818	0,115	48,787
		2	30	0,195	0,182	0,125	0,379	0,064	32,926
		3	30	0,253	0,240	0,128	0,556	0,115	45,330
		Razem	90	0,228	0,207	0,125	0,818	0,103	45,007
	Lśw	1	30	0,166	0,164	0,100	0,273	0,042	25,442
		2	30	0,179	0,171	0,122	0,313	0,042	23,454
		3	30	0,197	0,202	0,111	0,297	0,049	25,023
		Razem	90	0,181	0,174	0,100	0,313	0,046	25,446
	Razem		180	0,204	0,186	0,100	0,818	0,083	40,461
Czaplinek	LMśw	1	30	0,169	0,165	0,096	0,294	0,052	30,540
		2	30	0,196	0,197	0,105	0,286	0,038	19,176
		3	30	0,170	0,164	0,102	0,275	0,043	25,524
		Razem	90	0,178	0,182	0,096	0,294	0,046	25,695
	Lśw	1	30	0,171	0,161	0,086	0,259	0,047	27,584
		2	30	0,259	0,251	0,139	0,462	0,075	29,155
		3	30	0,189	0,181	0,100	0,290	0,046	24,483
		Razem	90	0,206	0,198	0,086	0,462	0,069	33,295
	Razem		180	0,192	0,185	0,086	0,462	0,060	31,134
Lębork	LMśw	1	30	0,207	0,197	0,125	0,267	0,040	19,168
		2	30	0,184	0,167	0,098	0,310	0,049	26,615
		3	30	0,191	0,187	0,094	0,281	0,045	23,772
		Razem	90	0,194	0,190	0,094	0,310	0,045	23,425
	Lśw	1	30	0,192	0,185	0,130	0,280	0,046	23,906
		2	30	0,202	0,198	0,102	0,323	0,050	24,931
		3	30	0,225	0,200	0,102	0,571	0,116	51,654
		Razem	90	0,206	0,195	0,102	0,571	0,078	37,881
	Razem		180	0,200	0,193	0,094	0,571	0,064	31,986
LMśw		450	0,196	0,186	0,094	0,818	0,063	32,274	
Lśw		450	0,210	0,200	0,086	0,588	0,070	33,299	
1		300	0,191	0,182	0,086	0,818	0,063	33,194	
2		300	0,207	0,194	0,098	0,588	0,063	30,631	
3		300	0,212	0,200	0,094	0,571	0,073	34,189	
Razem		900	0,203	0,194	0,086	0,818	0,067	32,998	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 58.

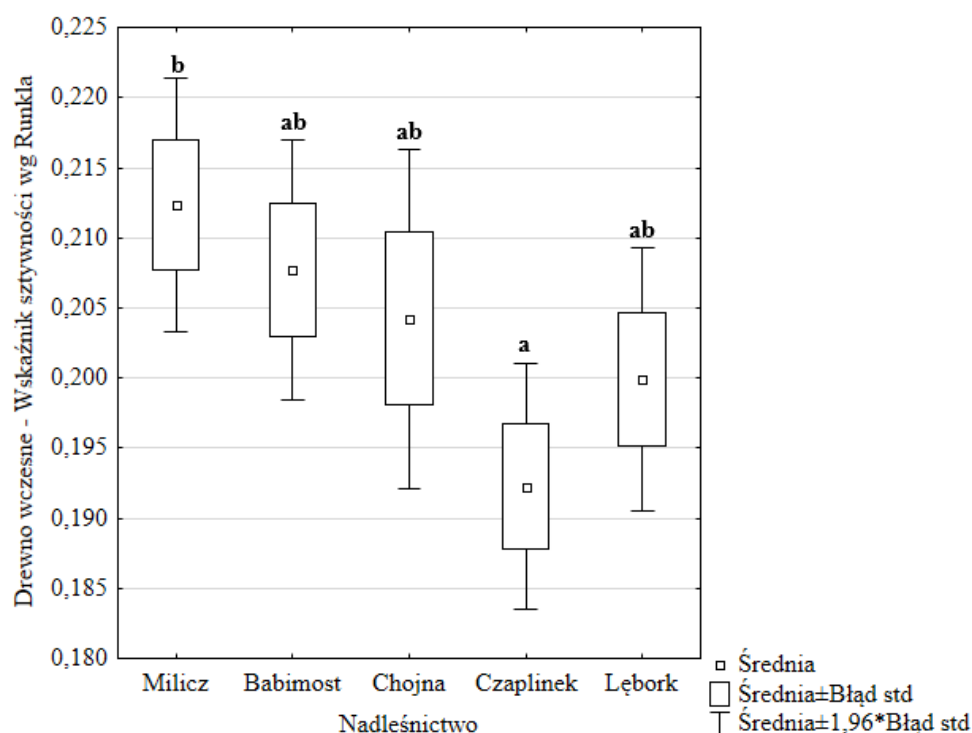
Najwyższą średnią wartość wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Babimoście na Lśw w II klasie grubości – 0,260, najniższą w Chojnie na Lśw w I klasie grubości – 0,166. Największą medianę otrzymano w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 0,254, a najmniejszą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości oraz w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości – 0,161. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego wyniósł 0,203, a mediana 0,194. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 0,210. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna wczesnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 0,191 w I klasie, 0,207 w II klasie oraz 0,212 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (0,086), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (0,818). Współczynnik zmienności wyniósł 32,998%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 58).

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 59). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

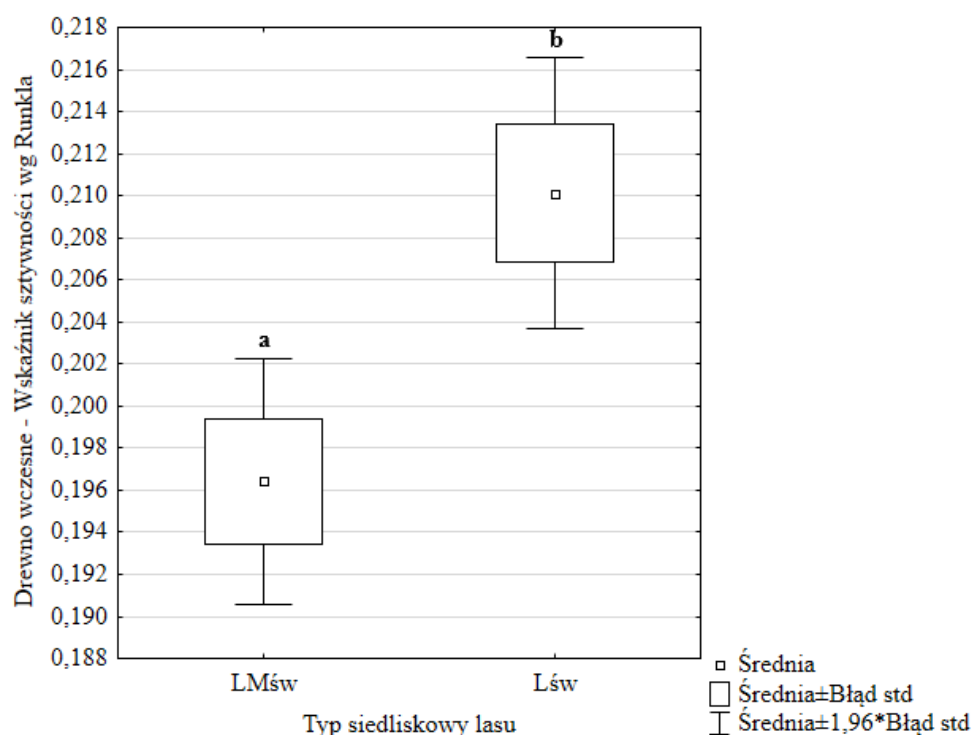
Tab. 59. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	37,18731	1	37,18731	8866,544	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,04230	4	0,01058	2,521	0,0398 *
TSL	0,04228	1	0,04228	10,081	0,0016 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,22744	4	0,05686	13,557	< 0,0001 *
Błąd	3,73276	890	0,00419		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 117). Również między TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 118).



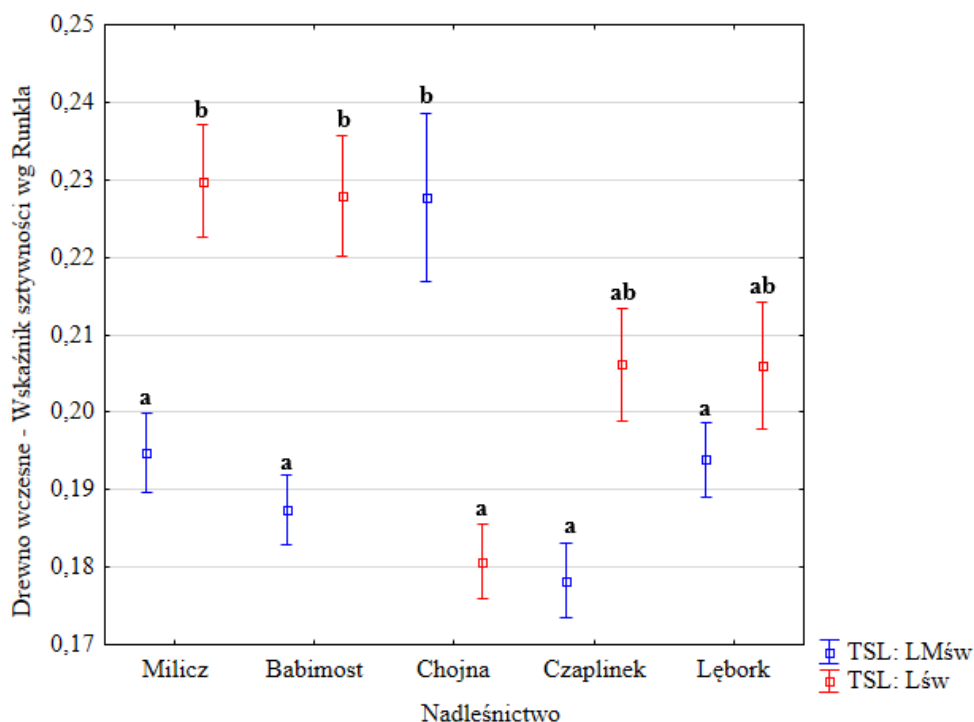
Ryc. 117. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 118. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 119 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych

nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



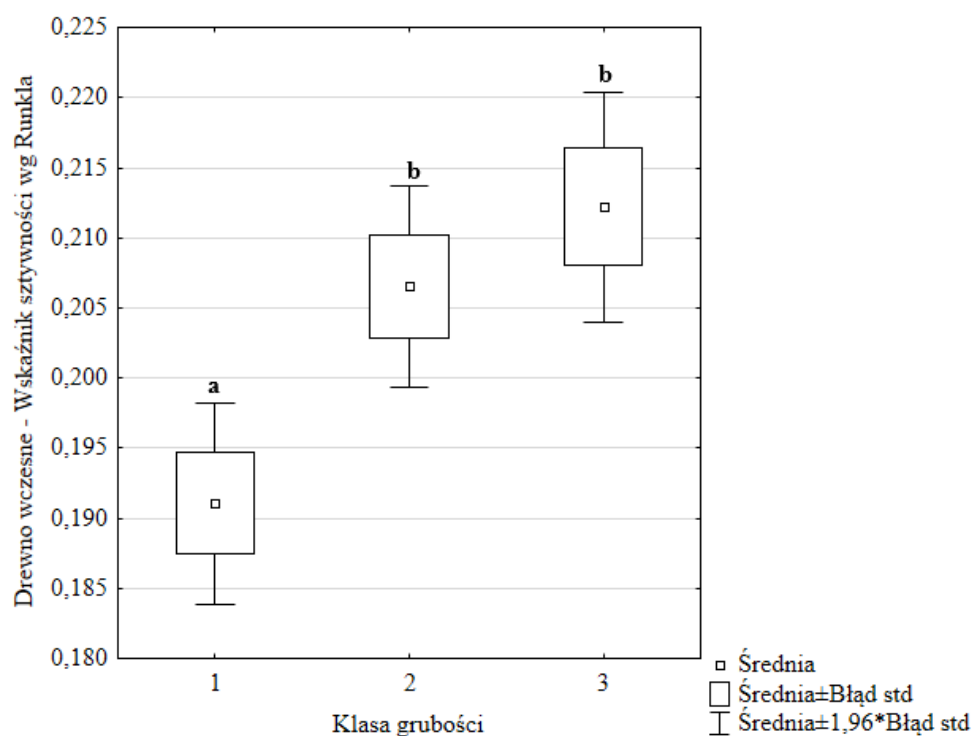
Ryc. 119. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w rozbięciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 60). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

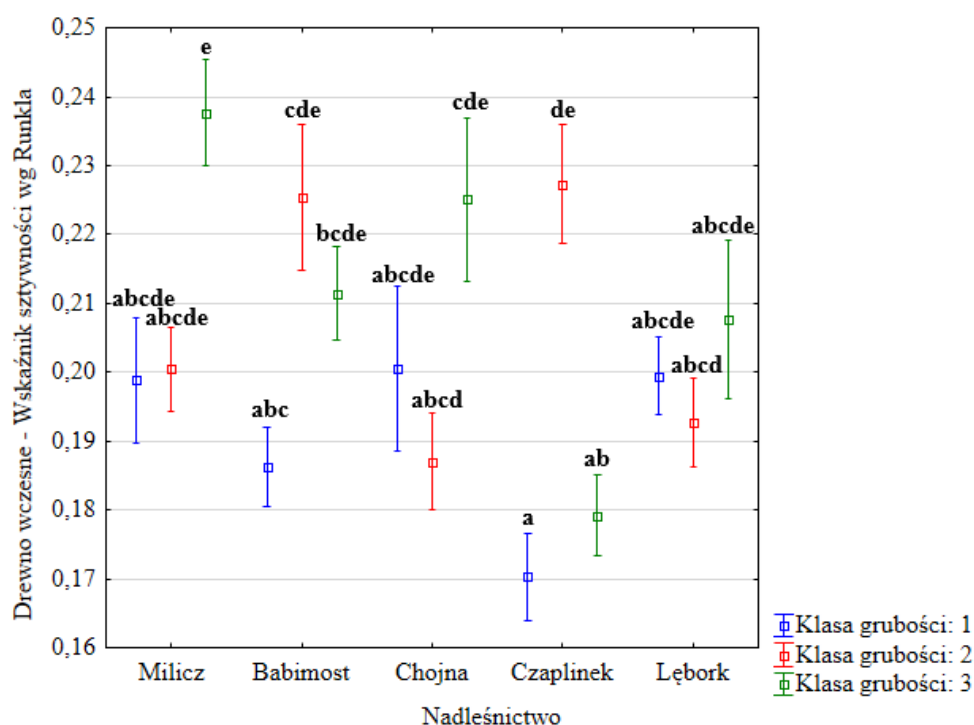
Tab. 60. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	37,18731	1	37,18731	8815,131	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,04230	4	0,01058	2,507	0,0407 *
Gr	0,07161	2	0,03581	8,488	0,0002 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,19743	8	0,02468	5,850	< 0,0001 *
Błąd	3,73344	885	0,00422		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 120).



Ryc. 120. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w Gr



Ryc. 121. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 121 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw

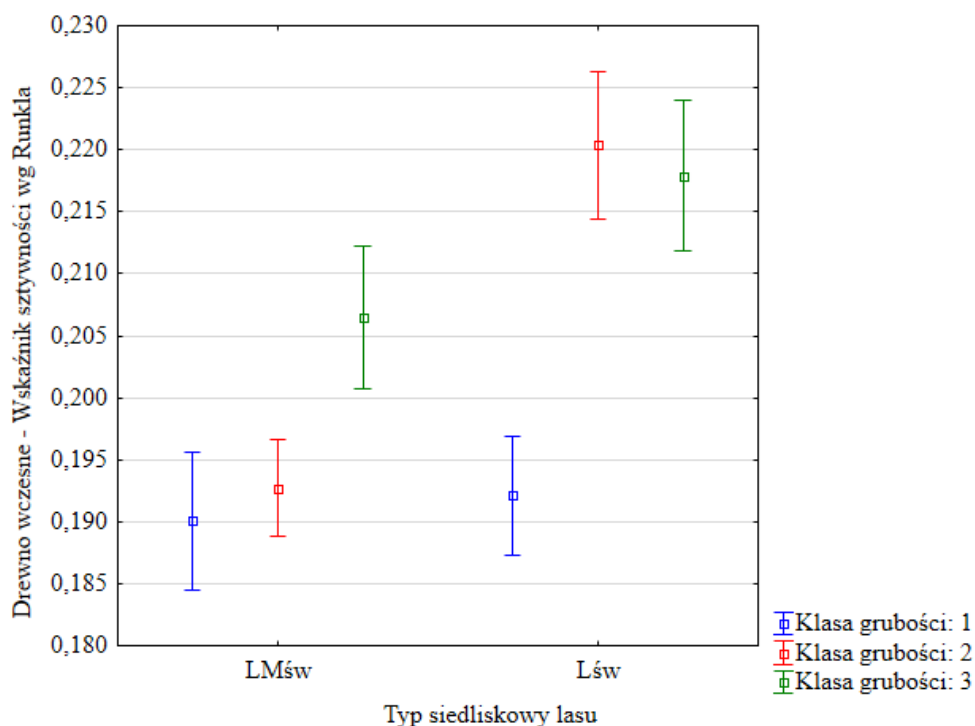
oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 61). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 61. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

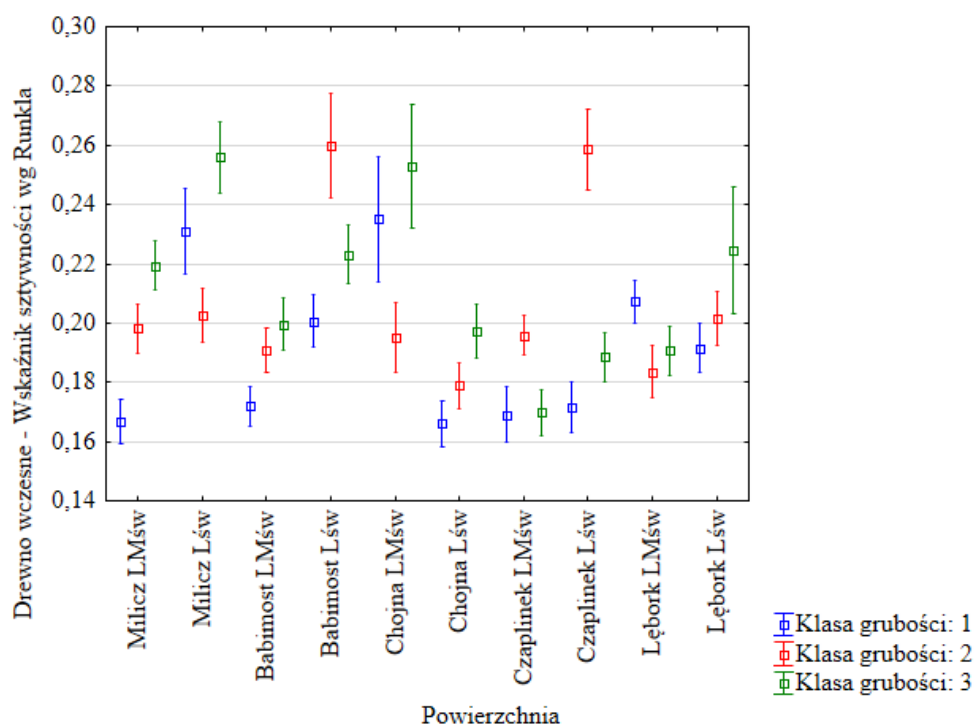
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	37,18731	1	37,18731	8512,109	< 0,0001 *
Gr	0,07161	2	0,03581	8,196	0,0003 *
TSL	0,04228	1	0,04228	9,678	0,0019 *
TSL*Gr (interakcja)	0,02522	2	0,01261	2,887	0,0563
Błąd	3,90567	894	0,00437		

Na rycinie nr 122 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 122. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego w rozbiu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 123, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 123. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 62.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna późnego DG uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 2,081, najniższą w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 0,904. Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 1,962, a najmniejszą w Lęborku na Lśw w I klasie grubości – 0,809. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik sztywności wg Runkla cewki drewna późnego wyniósł 1,374, a mediana 1,267. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 1,385. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewek drewna

późnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 1,286 w I klasie, 1,319 w II klasie oraz 1,516 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości (0,400), natomiast najwyższą w Babimostcie na Lśw w II klasie grubości (5,250).

Tab. 62. Statystyka opisowa wskaźnika sztywności wg Runkla drewna późnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	1,217	1,111	0,765	2,000	0,327	26,876
		2	30	1,202	1,244	0,679	2,091	0,323	26,829
		3	30	1,525	1,392	0,417	2,833	0,598	39,175
		Razem	90	1,315	1,258	0,417	2,833	0,456	34,644
	Lśw	1	30	1,479	1,366	0,692	2,857	0,599	40,521
		2	30	1,491	1,380	0,792	3,875	0,569	38,156
		3	30	1,627	1,442	0,714	4,400	0,744	45,716
		Razem	90	1,532	1,380	0,692	4,400	0,638	41,645
	Razem		180	1,424	1,310	0,417	4,400	0,564	39,583
Babimost	LMśw	1	30	1,560	1,583	0,900	2,222	0,355	22,764
		2	30	0,937	0,875	0,441	1,800	0,283	30,211
		3	30	1,299	1,193	0,682	2,100	0,448	34,474
		Razem	90	1,265	1,172	0,441	2,222	0,446	35,231
	Lśw	1	30	1,294	1,267	0,643	2,444	0,448	34,621
		2	30	1,697	1,455	0,818	5,250	0,857	50,500
		3	30	1,432	1,323	0,750	2,333	0,422	29,465
		Razem	90	1,474	1,333	0,643	5,250	0,625	42,411
	Razem		180	1,370	1,264	0,441	5,250	0,552	40,263
Chojna	LMśw	1	30	1,258	1,154	0,692	3,000	0,597	47,480
		2	30	1,354	1,312	0,400	3,000	0,669	49,362
		3	30	2,081	1,962	1,048	3,833	0,666	31,981
		Razem	90	1,565	1,387	0,400	3,833	0,737	47,088
	Lśw	1	30	1,368	1,225	0,800	2,286	0,369	27,002
		2	30	1,457	1,371	0,800	2,375	0,430	29,536
		3	30	1,329	1,314	0,458	2,222	0,480	36,119
		Razem	90	1,385	1,308	0,458	2,375	0,428	30,879
	Razem		180	1,475	1,345	0,400	3,833	0,607	41,187
Czaplinek	LMśw	1	30	1,300	1,244	0,545	2,333	0,415	31,897
		2	30	1,102	0,974	0,560	1,857	0,368	33,357
		3	30	1,566	1,573	0,692	2,667	0,389	24,829
		Razem	90	1,323	1,293	0,545	2,667	0,431	32,592
	Lśw	1	30	1,149	1,053	0,565	2,000	0,393	34,209
		2	30	1,407	1,348	0,813	2,375	0,378	26,852
		3	30	1,192	1,138	0,524	2,222	0,472	39,607
		Razem	90	1,249	1,172	0,524	2,375	0,427	34,188
	Razem		180	1,286	1,214	0,524	2,667	0,430	33,397
Lębork	LMśw	1	30	1,329	1,247	0,714	2,571	0,393	29,571
		2	30	1,116	1,077	0,619	2,429	0,388	34,717
		3	30	1,591	1,472	0,654	3,800	0,674	42,366
		Razem	90	1,346	1,231	0,619	3,800	0,534	39,715
	Lśw	1	30	0,904	0,809	0,414	1,714	0,390	43,119
		2	30	1,427	1,225	0,938	2,714	0,519	36,340
		3	30	1,523	1,348	0,536	3,500	0,668	43,856
		Razem	90	1,285	1,118	0,414	3,500	0,598	46,544
	Razem		180	1,315	1,194	0,414	3,800	0,566	43,060
LMśw		450	1,363	1,267	0,400	3,833	0,541	39,688	
Lśw		450	1,385	1,273	0,414	5,250	0,560	40,402	
1		300	1,286	1,185	0,414	3,000	0,464	36,098	
2		300	1,319	1,214	0,400	5,250	0,544	41,217	
3		300	1,516	1,400	0,417	4,400	0,606	39,977	
Razem		900	1,374	1,267	0,400	5,250	0,550	40,040	

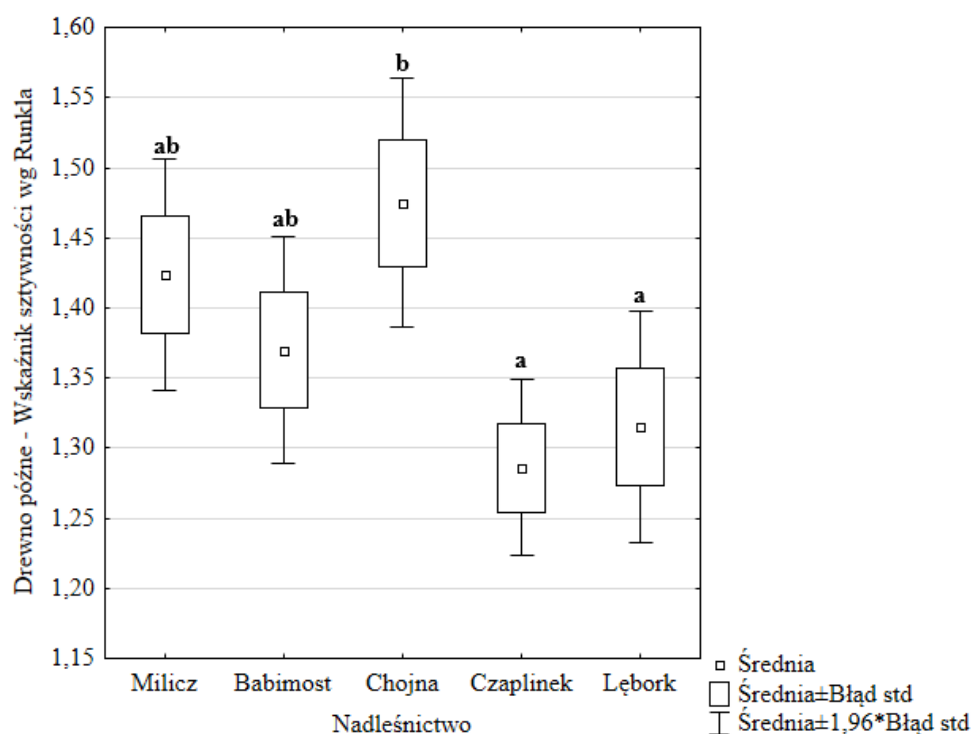
Współczynnik zmienności wyniósł 40,04%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 62).

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 63). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

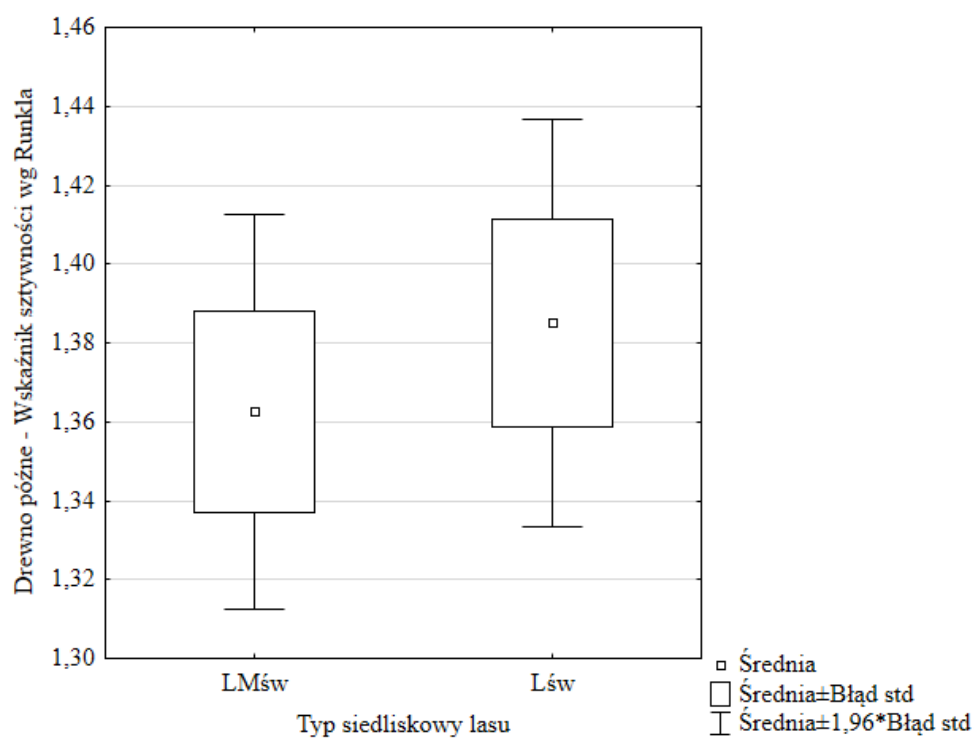
Tab. 63. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1698,653	1	1698,653	5775,115	< 0,0001 *
Lokalizacja	4,287	4	1,072	3,644	0,0059 *
TSL	0,114	1	0,114	0,387	0,5343
Lokalizacja * TSL (interakcja)	5,846	4	1,462	4,969	0,0006 *
Błąd	261,778	890	0,294		

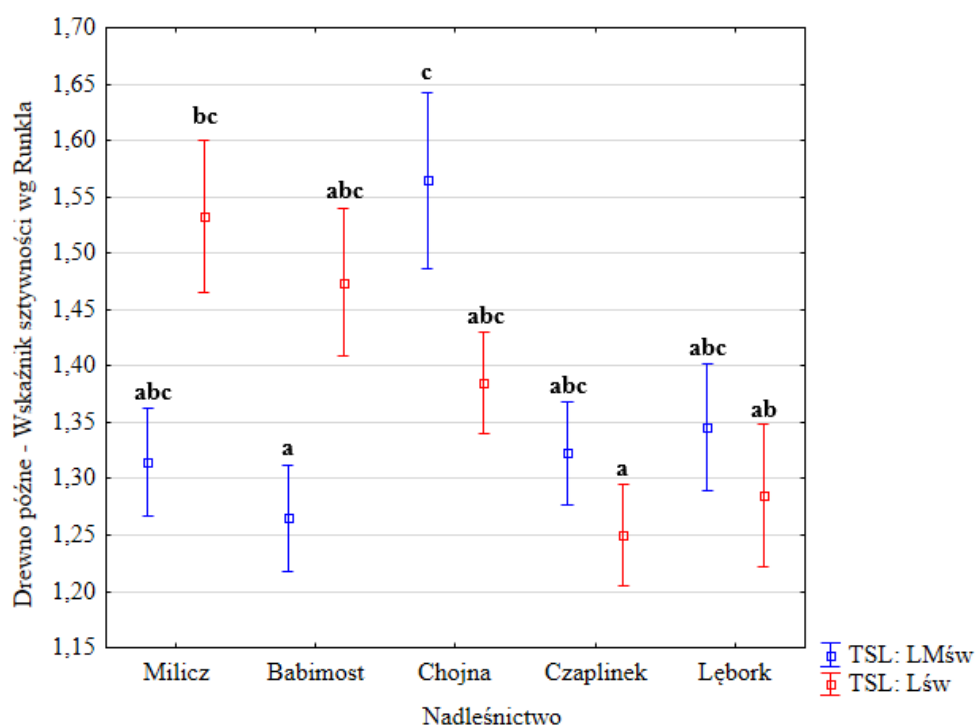
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 124). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 125).



Ryc. 124. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w lokalizacjach



Ryc. 125. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w TSL



Ryc. 126. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i TSL

Na rycinie nr 126 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych

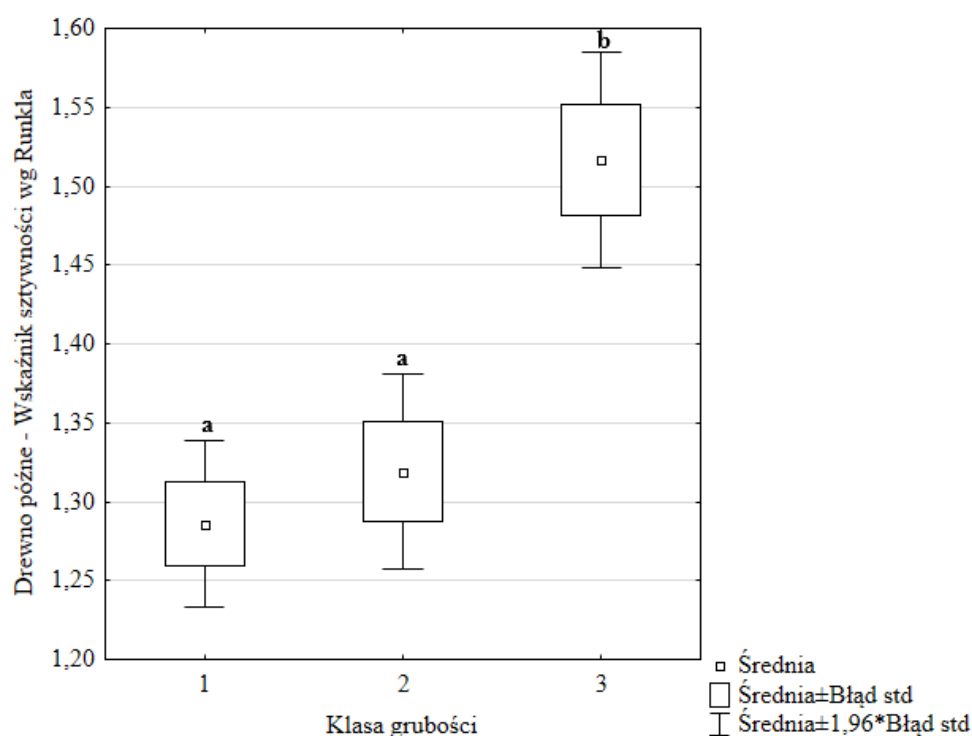
nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 64). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 64. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1698,653	1	1698,653	5931,721	< 0,0001 *
Gr	9,324	2	4,662	16,280	< 0,0001 *
Lokalizacja	4,287	4	1,072	3,743	0,0050 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	4,979	8	0,622	2,173	0,0274 *
Błąd	253,435	885	0,286		

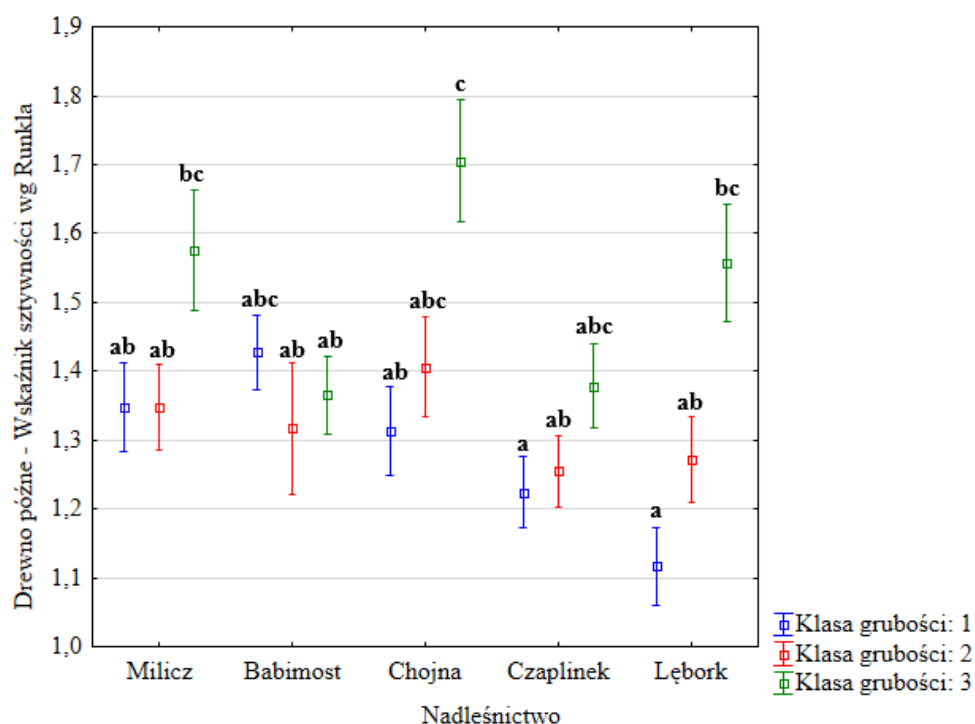
W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 127).



Ryc. 127. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 128 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz

wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



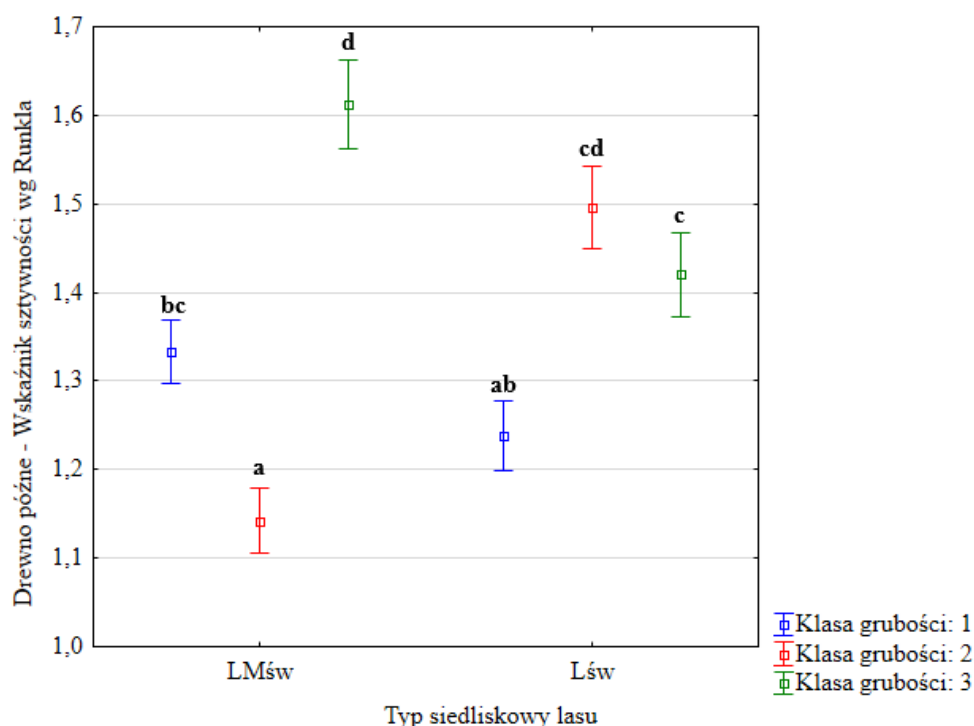
Ryc. 128. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 65). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

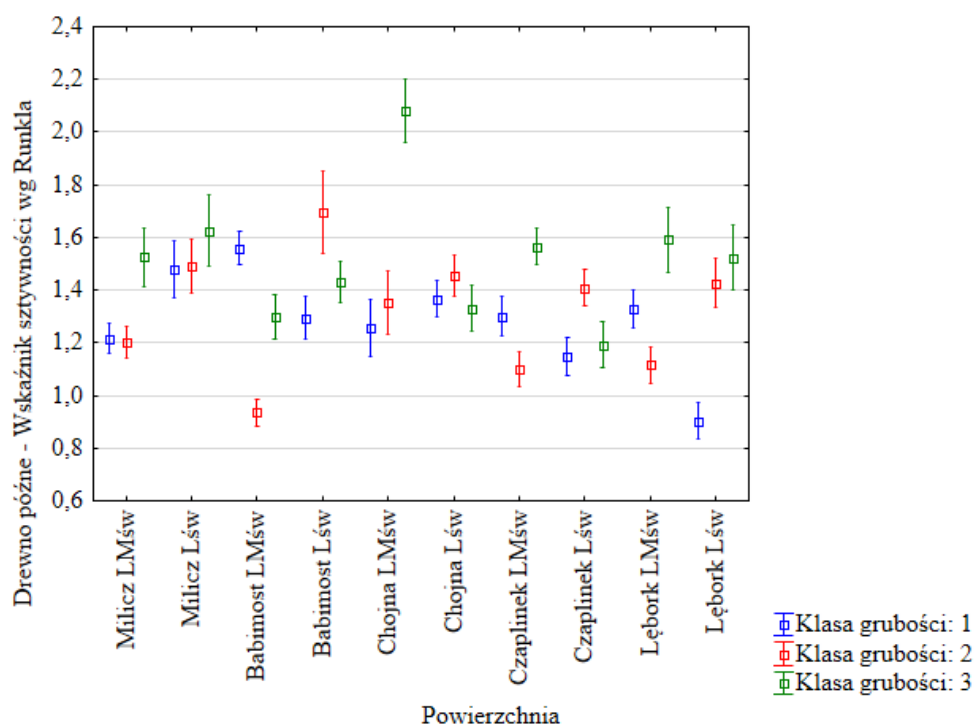
Tab. 65. Analiza wariancji między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1698,653	1	1698,653	6077,192	< 0,0001 *
Gr	9,324	2	4,662	16,680	< 0,0001 *
TSL	0,114	1	0,114	0,407	0,5238
TSL*Gr (interakcja)	12,703	2	6,352	22,724	< 0,0001 *
Błąd	249,884	894	0,280		

Na rycinie nr 129 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 129. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 130. Porównanie średnich wartości wskaźnika sztywności wg Runkla cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 130, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem sztywności wg Runkla cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.1.9. Wskaźnik Mühlstepha

Drewno wczesne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika Mühlstepha cewek drewna wczesnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 67.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika Mühlstepha cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości – 0,362, najniższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 0,263. Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 0,350, a najmniejszą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości oraz w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości – 0,258. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik Mühlstepha cewki drewna wczesnego wyniósł 0,304, a mediana 0,299. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 0,311. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika Mühlstepha cewek drewna wczesnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 0,290 w I klasie, 0,308 w II klasie oraz 0,313 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (0,152), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (0,698). Współczynnik zmienności wyniósł 22,56%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 67).

Analiza zależności wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 66). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

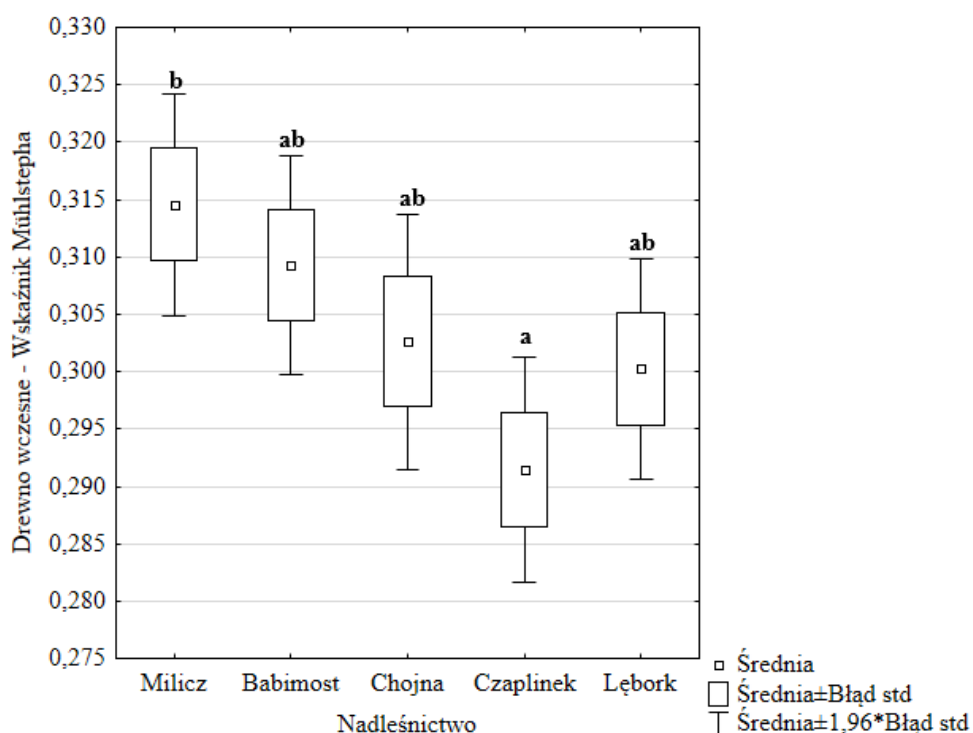
Tab. 66. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	82,97277	1	82,97277	19035,48	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,05607	4	0,01402	3,22	0,0124 *
TSL	0,04734	1	0,04734	10,86	0,0010 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,23433	4	0,05858	13,44	< 0,0001 *
Błąd	3,87937	890	0,00436		

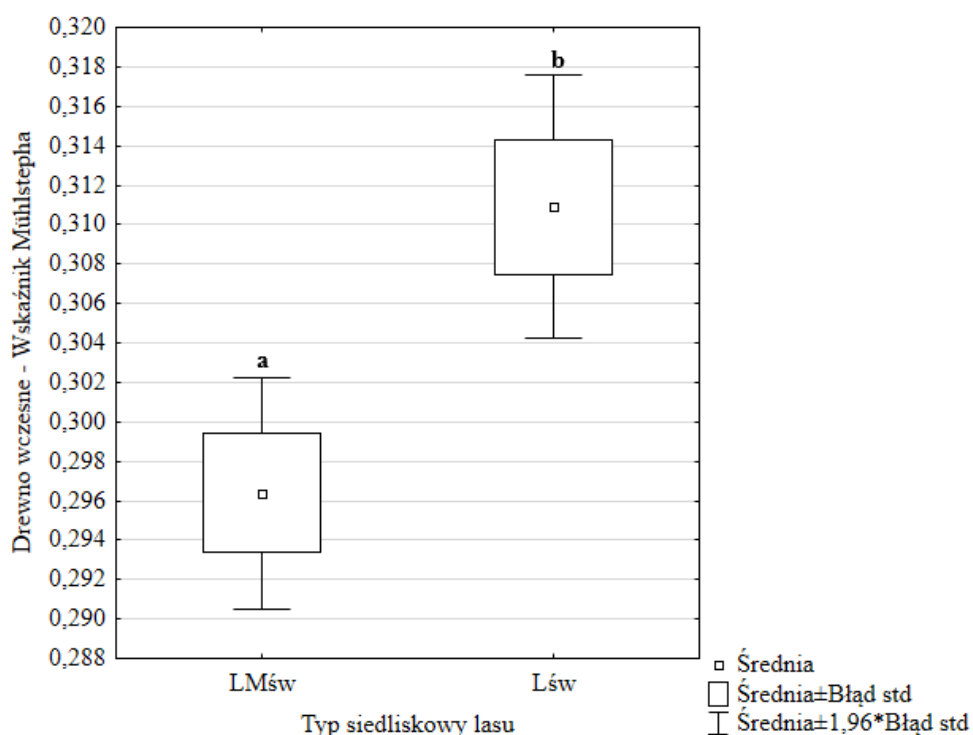
Tab. 67. Statystyka opisowa wskaźnika Mühlstepha drewna wczesnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,263	0,258	0,199	0,415	0,047	18,001
		2	30	0,301	0,290	0,206	0,418	0,051	16,874
		3	30	0,325	0,324	0,249	0,427	0,050	15,443
		Razem	90	0,296	0,284	0,199	0,427	0,055	18,614
	Lśw	1	30	0,332	0,318	0,194	0,490	0,081	24,332
		2	30	0,305	0,296	0,194	0,438	0,056	18,318
		3	30	0,361	0,364	0,260	0,521	0,065	17,880
		Razem	90	0,333	0,321	0,194	0,521	0,071	21,311
	Razem		180	0,315	0,300	0,194	0,521	0,066	20,973
Babimost	LMśw	1	30	0,270	0,276	0,179	0,337	0,045	16,659
		2	30	0,292	0,279	0,221	0,413	0,047	16,132
		3	30	0,302	0,296	0,196	0,408	0,054	18,015
		Razem	90	0,288	0,282	0,179	0,413	0,050	17,458
	Lśw	1	30	0,303	0,311	0,206	0,426	0,055	18,113
		2	30	0,360	0,340	0,214	0,604	0,086	23,887
		3	30	0,328	0,327	0,190	0,420	0,060	18,346
		Razem	90	0,330	0,321	0,190	0,604	0,072	21,679
	Razem		180	0,309	0,306	0,179	0,604	0,065	21,108
Chojna	LMśw	1	30	0,334	0,326	0,244	0,698	0,078	23,229
		2	30	0,294	0,284	0,210	0,474	0,069	23,424
		3	30	0,349	0,350	0,214	0,587	0,105	30,137
		Razem	90	0,326	0,314	0,210	0,698	0,087	26,845
	Lśw	1	30	0,262	0,262	0,174	0,383	0,052	19,815
		2	30	0,278	0,271	0,206	0,420	0,048	17,245
		3	30	0,299	0,308	0,190	0,406	0,058	19,358
		Razem	90	0,280	0,275	0,174	0,420	0,054	19,429
	Razem		180	0,303	0,289	0,174	0,698	0,076	25,172
Czaplinek	LMśw	1	30	0,264	0,264	0,168	0,403	0,063	23,699
		2	30	0,299	0,302	0,181	0,395	0,045	15,161
		3	30	0,266	0,262	0,177	0,385	0,053	19,809
		Razem	90	0,277	0,284	0,168	0,403	0,056	20,154
	Lśw	1	30	0,268	0,258	0,152	0,369	0,058	21,796
		2	30	0,362	0,361	0,229	0,532	0,073	20,237
		3	30	0,289	0,283	0,174	0,399	0,055	19,036
		Razem	90	0,306	0,303	0,152	0,532	0,074	24,219
	Razem		180	0,291	0,288	0,152	0,532	0,067	23,033
Lębork	LMśw	1	30	0,312	0,302	0,210	0,377	0,046	14,619
		2	30	0,283	0,265	0,170	0,418	0,058	20,459
		3	30	0,292	0,291	0,165	0,391	0,054	18,484
		Razem	90	0,295	0,293	0,165	0,418	0,054	18,117
	Lśw	1	30	0,293	0,288	0,217	0,390	0,053	18,073
		2	30	0,304	0,303	0,177	0,428	0,057	18,883
		3	30	0,318	0,306	0,177	0,595	0,106	33,384
		Razem	90	0,305	0,300	0,177	0,595	0,076	24,923
	Razem		180	0,300	0,297	0,165	0,595	0,066	21,897
LMśw		450	0,296	0,289	0,165	0,698	0,064	21,520	
Lśw		450	0,311	0,306	0,152	0,604	0,072	23,237	
1		300	0,290	0,284	0,152	0,698	0,064	22,109	
2		300	0,308	0,299	0,170	0,604	0,066	21,351	
3		300	0,313	0,306	0,165	0,595	0,073	23,442	
Razem		900	0,304	0,299	0,152	0,698	0,069	22,557	

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 131). Również między TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 132).

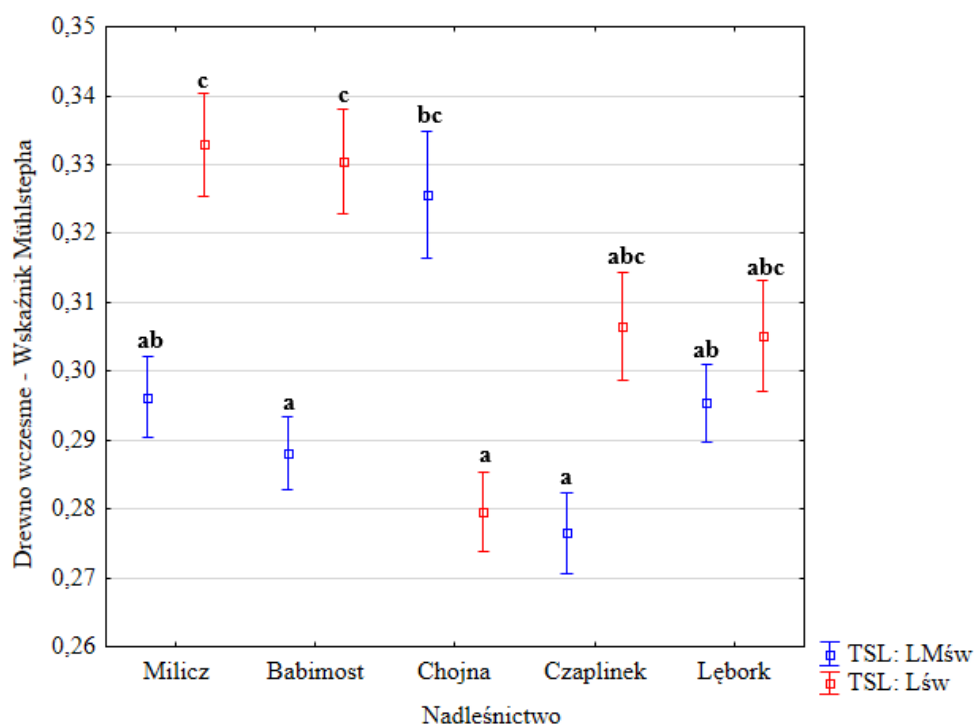


Ryc. 131. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 132. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 133 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



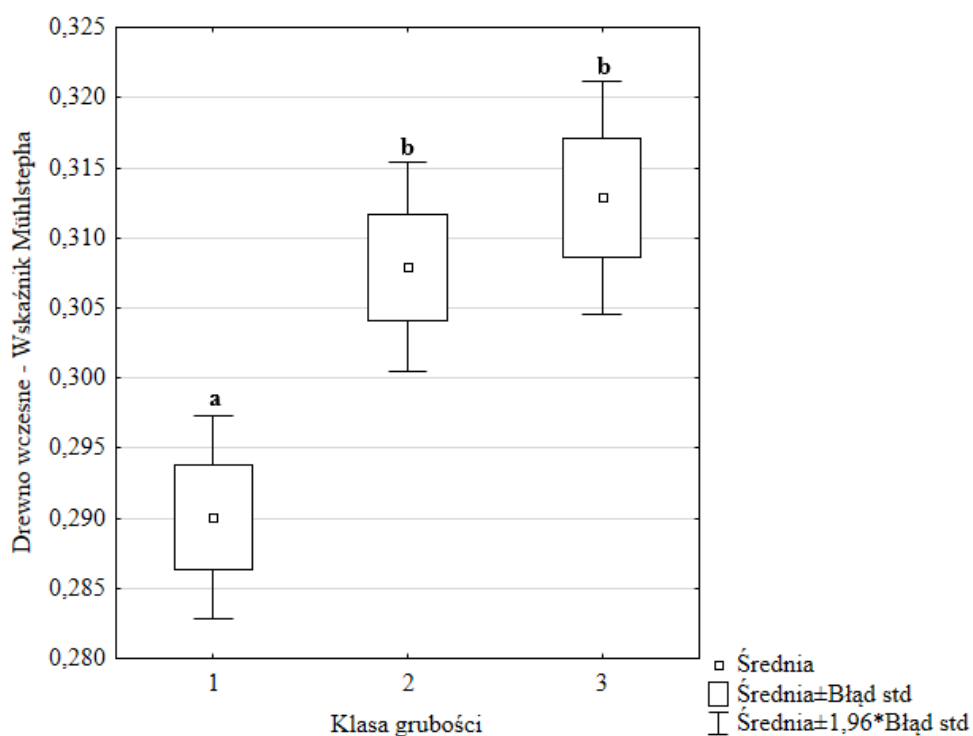
Ryc. 133. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 68). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

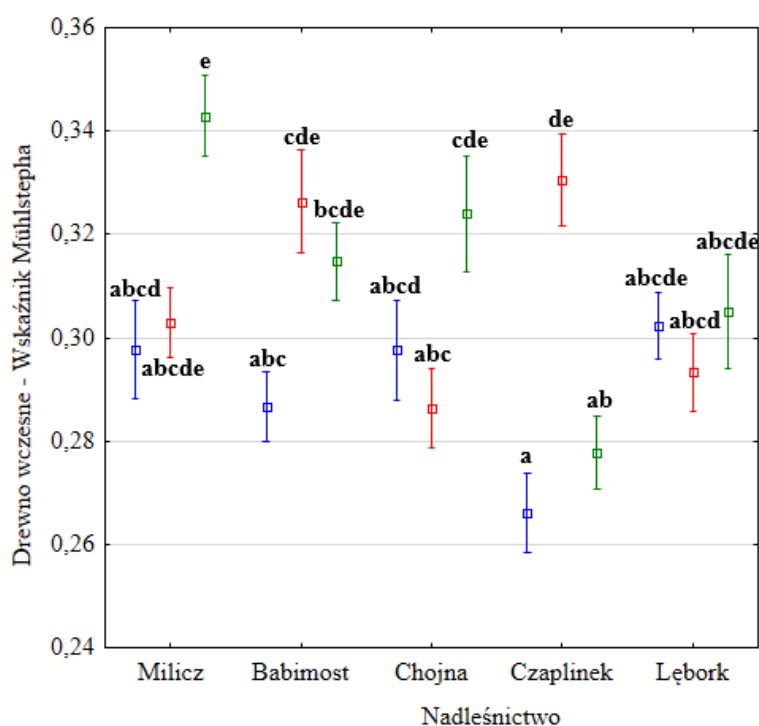
Tab. 68. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	82,97277	1	82,97277	19090,08	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,05607	4	0,01402	3,22	0,0122 *
Gr	0,08629	2	0,04315	9,93	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,22820	8	0,02853	6,56	< 0,0001 *
Błąd	3,84655	885	0,00435		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 134).



Ryc. 134. Porównanie średnich wartości wskaźnika Muhlstepha cewki drewna wczesnego w Gr



Ryc. 135. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Muhlstepha cewki drewna wczesnego w rozbiu na lokalizację i Gr

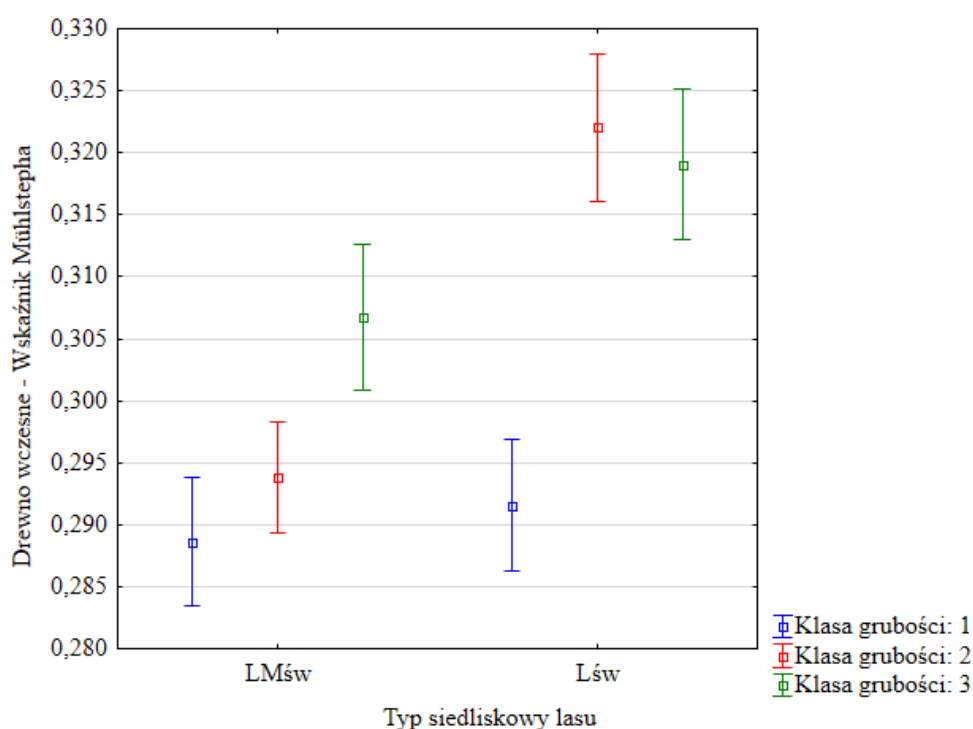
Na rycinie nr 135 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Muhlstepha cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 69). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 69. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

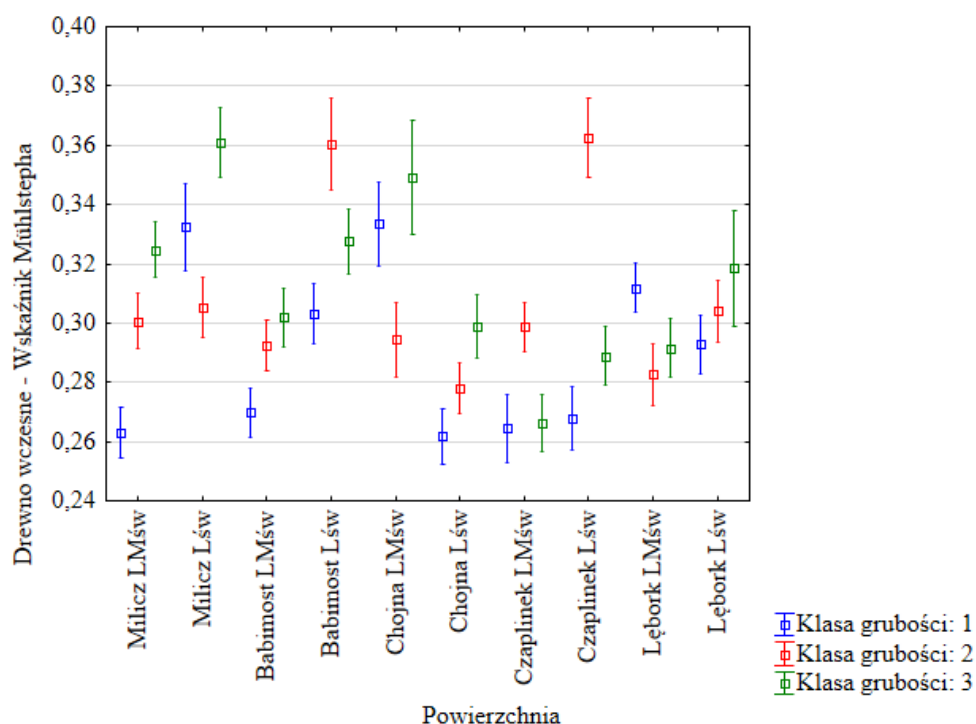
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	82,97277	1	82,97277	18274,70	< 0,0001 *
Gr	0,08629	2	0,04315	9,50	< 0,0001 *
TSL	0,04734	1	0,04734	10,43	0,0019 *
TSL*Gr (interakcja)	0,02444	2	0,01222	2,69	0,0683
Błąd	4,05904	894	0,00454		

Na rycinie nr 136 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 136. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 137, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem Mühlstepha cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 137. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika Mühlstepha cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 70.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika Mühlstepha cewek drewna późnego DG uzyskano w Chojnie na LMšw w III klasie grubości – 0,880, najniższą w Lęborku na Lšw w I klasie grubości – 0,694. Największą medianę otrzymano w Chojnie na LMšw w III klasie grubości – 0,886, a najmniejszą w Lęborku na Lšw w I klasie grubości – 0,694. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik Mühlstepha cewki drewna późnego wyniósł 0,797, a mediana 0,805. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lšw – 0,799. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika Mühlstepha cewek drewna późnego rosły wraz ze wzrostem grubości: 0,786 w I klasie, 0,789 w II klasie oraz 0,816 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMšw w IM klasie grubości (0,490), natomiast najwyższą w Babimostie na Lšw w II klasie grubości (0,974). Współczynnik zmienności wyniósł 10,23%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 70).

Tab. 70. Statystyka opisowa wskaźnika Mühlstepha drewna późnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

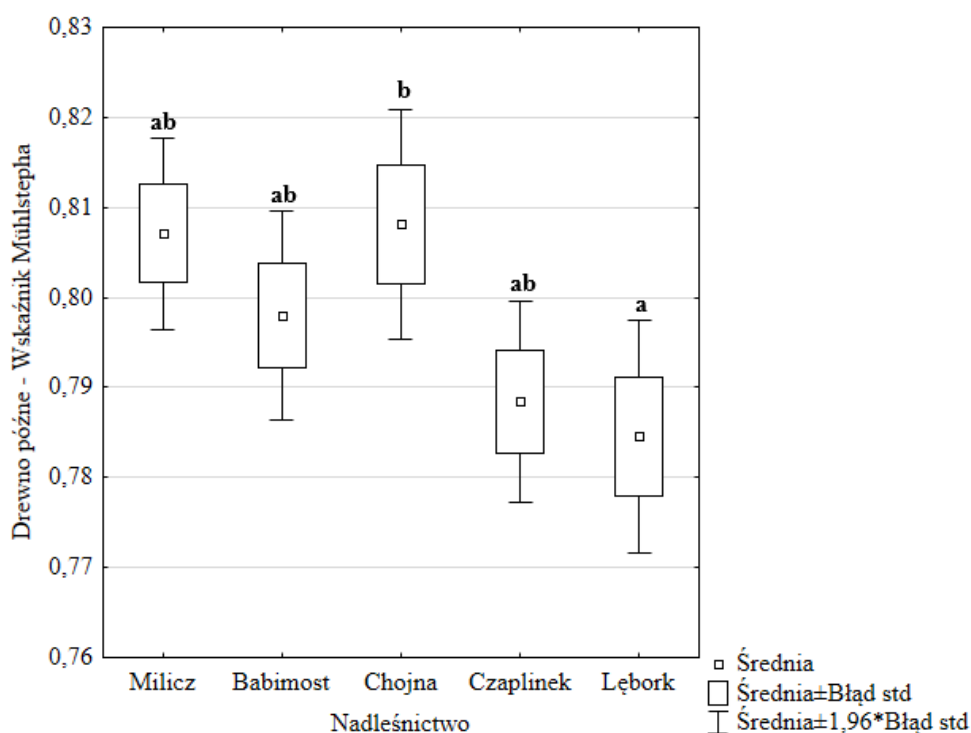
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,785	0,776	0,679	0,889	0,056	7,192
		2	30	0,781	0,801	0,645	0,895	0,065	8,316
		3	30	0,817	0,825	0,502	0,932	0,089	10,932
		Razem	90	0,794	0,804	0,502	0,932	0,073	9,141
	Lśw	1	30	0,811	0,821	0,651	0,933	0,079	9,701
		2	30	0,821	0,823	0,688	0,958	0,059	7,163
		3	30	0,828	0,832	0,660	0,966	0,075	9,002
		Razem	90	0,820	0,823	0,651	0,966	0,071	8,624
	Razem		180	0,807	0,813	0,502	0,966	0,073	9,003
Babimost	LMśw	1	30	0,838	0,850	0,723	0,904	0,048	5,737
		2	30	0,718	0,716	0,519	0,872	0,077	10,768
		3	30	0,790	0,792	0,646	0,896	0,075	9,470
		Razem	90	0,782	0,788	0,519	0,904	0,084	10,702
	Lśw	1	30	0,788	0,805	0,629	0,916	0,083	10,561
		2	30	0,837	0,834	0,698	0,974	0,062	7,430
		3	30	0,817	0,815	0,673	0,910	0,058	7,070
		Razem	90	0,814	0,816	0,629	0,974	0,071	8,704
	Razem		180	0,798	0,805	0,519	0,974	0,079	9,894
Chojna	LMśw	1	30	0,772	0,784	0,651	0,938	0,087	11,255
		2	30	0,777	0,813	0,490	0,938	0,118	15,185
		3	30	0,880	0,886	0,761	0,957	0,050	5,722
		Razem	90	0,810	0,824	0,490	0,957	0,102	12,557
	Lśw	1	30	0,810	0,798	0,691	0,907	0,052	6,394
		2	30	0,820	0,822	0,691	0,912	0,062	7,528
		3	30	0,790	0,813	0,530	0,904	0,093	11,711
		Razem	90	0,807	0,812	0,530	0,912	0,071	8,817
	Razem		180	0,808	0,818	0,490	0,957	0,088	10,828
Czaplinek	LMśw	1	30	0,794	0,801	0,581	0,910	0,070	8,773
		2	30	0,755	0,743	0,589	0,878	0,075	9,927
		3	30	0,837	0,849	0,651	0,926	0,055	6,572
		Razem	90	0,795	0,810	0,581	0,926	0,074	9,350
	Lśw	1	30	0,764	0,763	0,592	0,889	0,076	9,943
		2	30	0,816	0,819	0,696	0,912	0,054	6,570
		3	30	0,764	0,781	0,569	0,904	0,093	12,191
		Razem	90	0,781	0,788	0,569	0,912	0,079	10,112
	Razem		180	0,788	0,796	0,569	0,926	0,077	9,746
Lębork	LMśw	1	30	0,802	0,802	0,660	0,922	0,057	7,128
		2	30	0,759	0,768	0,619	0,915	0,071	9,345
		3	30	0,827	0,836	0,634	0,957	0,073	8,799
		Razem	90	0,796	0,799	0,619	0,957	0,072	9,081
	Lśw	1	30	0,694	0,694	0,500	0,864	0,105	15,185
		2	30	0,811	0,798	0,734	0,928	0,062	7,649
		3	30	0,814	0,819	0,576	0,951	0,083	10,243
		Razem	90	0,773	0,777	0,500	0,951	0,102	13,140
	Razem		180	0,785	0,792	0,500	0,957	0,089	11,300
LMśw			450	0,795	0,805	0,490	0,957	0,082	10,284
Lśw			450	0,799	0,806	0,500	0,974	0,081	10,178
1			300	0,786	0,790	0,500	0,938	0,081	10,315
2			300	0,789	0,796	0,490	0,974	0,080	10,130
3			300	0,816	0,826	0,502	0,966	0,080	9,847
Razem			900	0,797	0,805	0,490	0,974	0,082	10,228

Analiza zależności wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 71). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 71. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

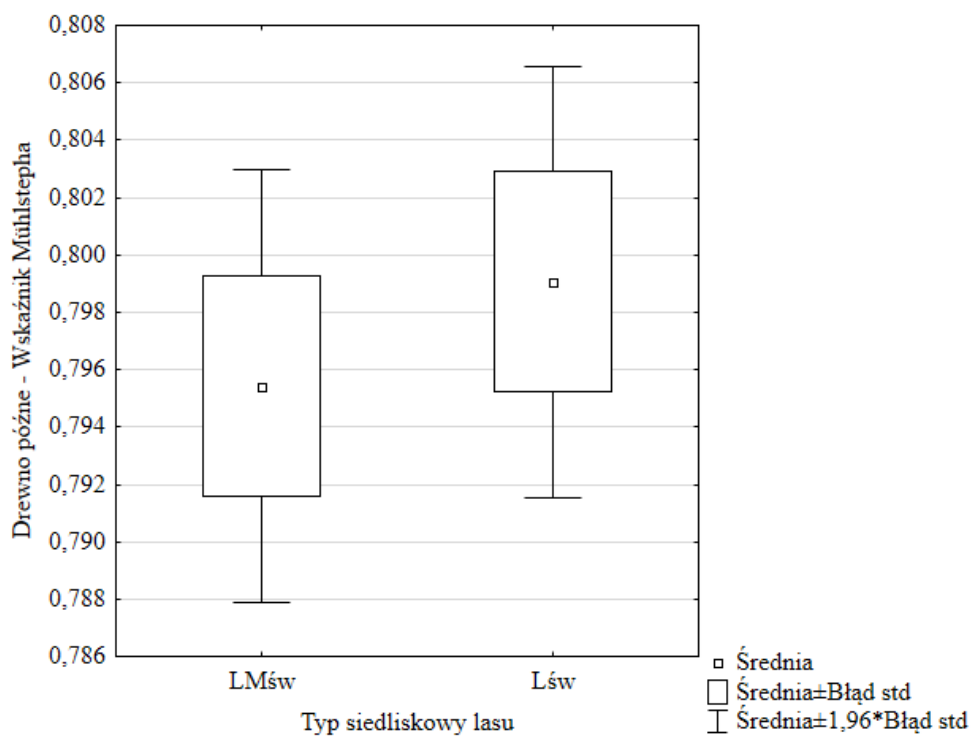
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	572,0374	1	572,0374	87991,49	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,0817	4	0,0204	3,14	0,0140 *
TSL	0,0030	1	0,0030	0,46	0,4987
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,1064	4	0,0266	4,09	0,0027 *
Błąd	5,7859	890	0,0065		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 138). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 139).

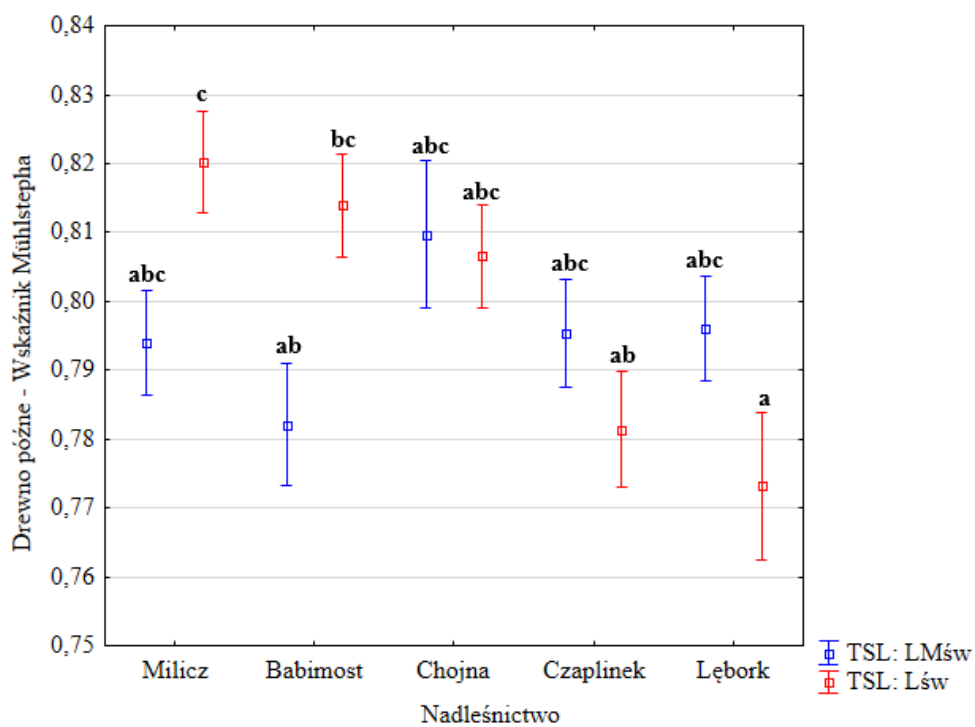


Ryc. 138. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 140 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 139. Porównanie średnich wartości wskaźnika Muhlstepha cewki drewna późnego w TSL



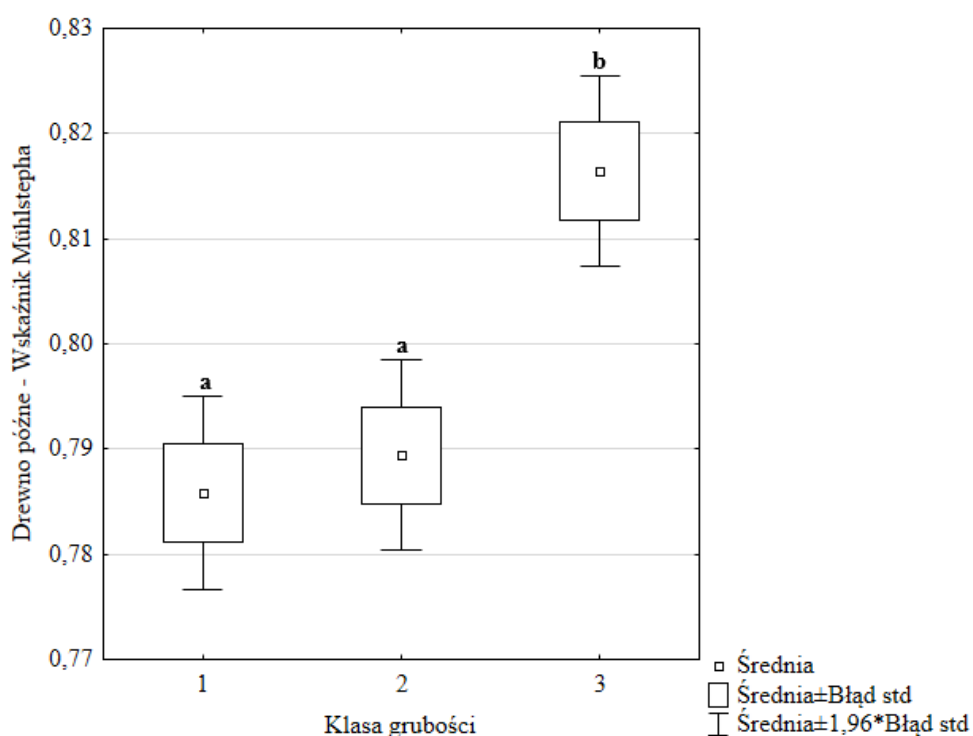
Ryc. 140. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Muhlstepha cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika Muhlstepha cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 72). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 72. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

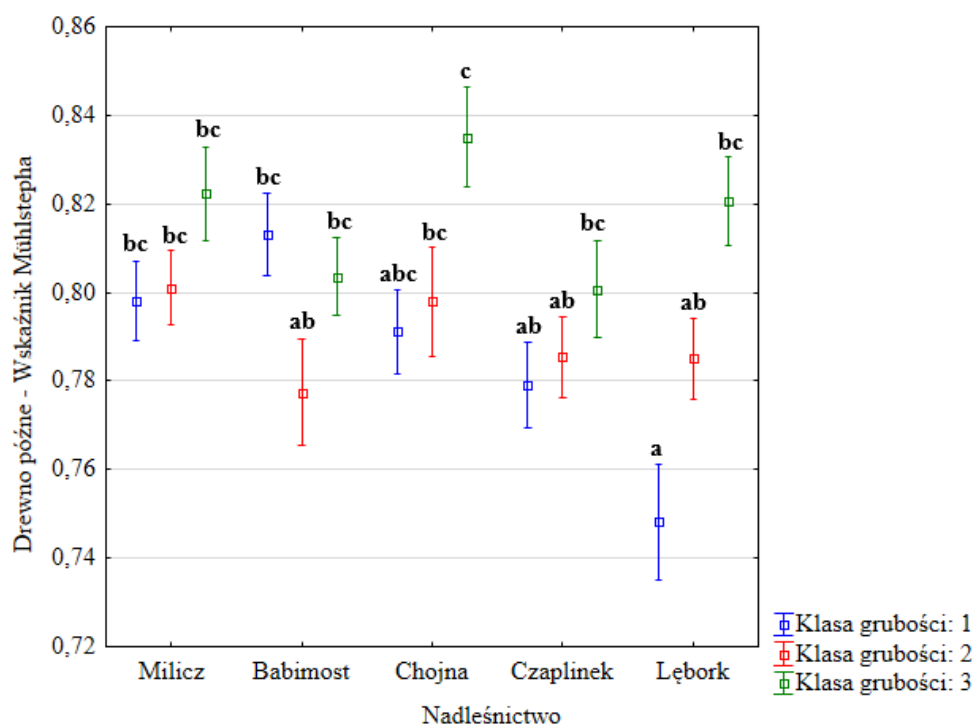
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	572,0374	1	572,0374	90483,83	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,0817	4	0,0204	3,23	0,0121 *
Gr	0,1676	2	0,0838	13,25	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,1328	8	0,0166	2,63	0,0076 *
Błąd	5,5950	885	0,0063		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 141).



Ryc. 141. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 142 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



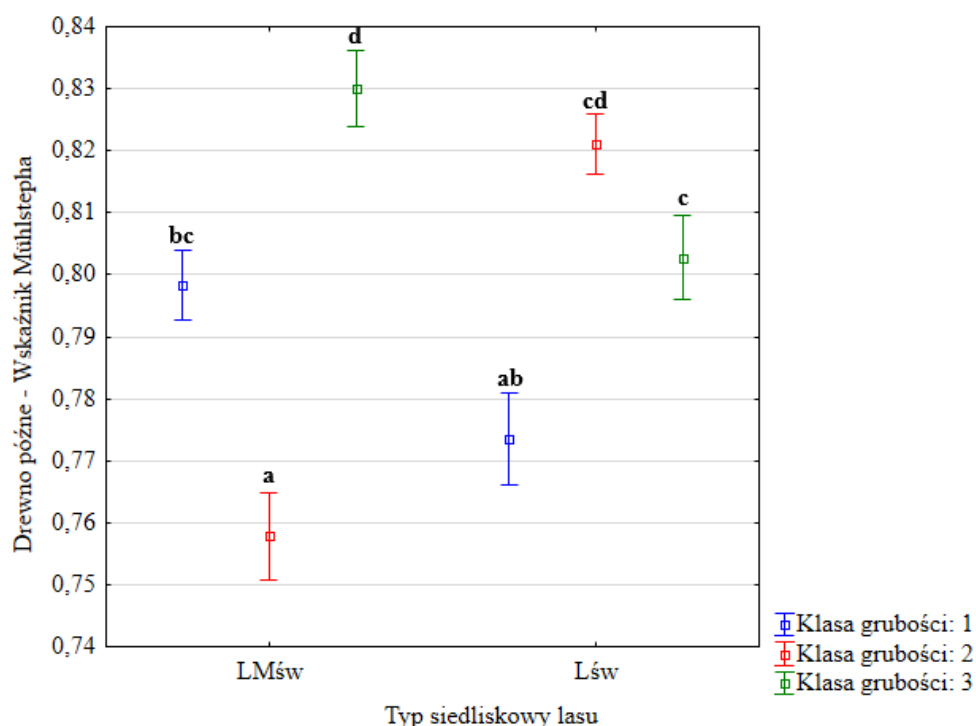
Ryc. 142. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 73). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 73. Analiza wariancji między wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

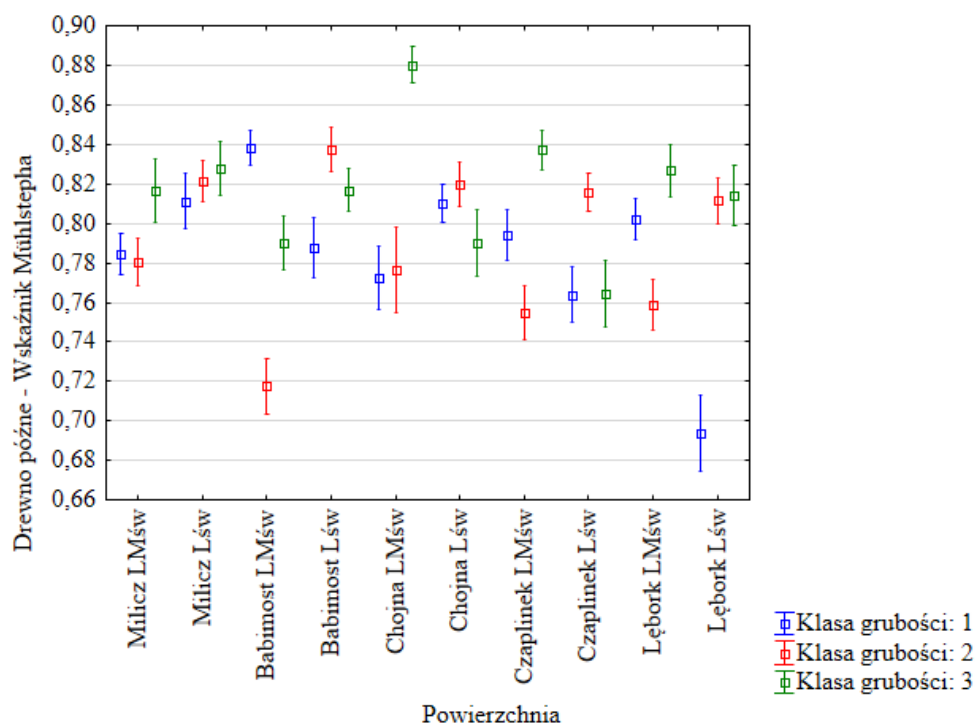
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	572,0374	1	572,0374	94594,96	< 0,0001 *
Gr	0,1676	2	0,0838	13,86	< 0,0001 *
TSL	0,0030	1	0,0030	0,49	0,4830
TSL*Gr (interakcja)	0,4003	2	0,2001	33,09	< 0,0001 *
Błąd	5,4062	894	0,0060		

Na rycinie nr 143 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem Mühlstepha cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 143. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 144, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem Mühlstepha cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 144. Porównanie średnich wartości wskaźnika Mühlstepha cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.1.10. Wskaźnik zwartości

Drewno wczesne

Tab. 74. Statystyka opisowa wskaźnika zwartości drewna wczesnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Porównanie, TSL i Lśw									
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,201	0,194	0,102	0,305	0,055	27,402
		2	30	0,168	0,156	0,086	0,247	0,043	25,728
		3	30	0,212	0,209	0,076	0,346	0,062	29,293
		Razem	90	0,193	0,187	0,076	0,346	0,057	29,262
	Lśw	1	30	0,200	0,183	0,131	0,373	0,059	29,560
		2	30	0,222	0,218	0,114	0,358	0,064	28,953
		3	30	0,203	0,203	0,102	0,263	0,047	23,291
		Razem	90	0,208	0,205	0,102	0,373	0,058	27,621
	Razem		180	0,201	0,192	0,076	0,373	0,057	28,577
Babimost	LMśw	1	30	0,227	0,220	0,092	0,413	0,061	26,873
		2	30	0,209	0,201	0,119	0,305	0,049	23,175
		3	30	0,183	0,171	0,092	0,354	0,063	34,347
		Razem	90	0,206	0,200	0,092	0,413	0,060	29,067
	Lśw	1	30	0,224	0,228	0,098	0,336	0,064	28,691
		2	30	0,182	0,183	0,109	0,256	0,042	23,378
		3	30	0,197	0,196	0,130	0,307	0,052	26,127
		Razem	90	0,201	0,196	0,098	0,336	0,056	27,759
	Razem		180	0,204	0,198	0,092	0,413	0,058	28,392
Chojna	LMśw	1	30	0,171	0,166	0,087	0,278	0,049	28,501
		2	30	0,167	0,167	0,097	0,296	0,039	23,371
		3	30	0,180	0,180	0,103	0,314	0,046	25,669
		Razem	90	0,173	0,172	0,087	0,314	0,045	25,857
	Lśw	1	30	0,163	0,155	0,097	0,259	0,045	27,458
		2	30	0,196	0,185	0,123	0,302	0,045	23,129
		3	30	0,209	0,197	0,105	0,353	0,062	29,570
		Razem	90	0,189	0,183	0,097	0,353	0,054	28,657
	Razem		180	0,181	0,174	0,087	0,353	0,050	27,770
Czaplinek	LMśw	1	30	0,202	0,174	0,104	0,466	0,077	38,050
		2	30	0,217	0,213	0,104	0,449	0,067	30,817
		3	30	0,203	0,196	0,106	0,317	0,056	27,347
		Razem	90	0,207	0,197	0,104	0,466	0,067	32,111
	Lśw	1	30	0,204	0,196	0,117	0,346	0,055	26,993
		2	30	0,198	0,212	0,091	0,307	0,061	30,838
		3	30	0,213	0,202	0,113	0,380	0,064	30,146
		Razem	90	0,205	0,202	0,091	0,380	0,060	29,200
	Razem		180	0,206	0,199	0,091	0,466	0,063	30,631
Lębork	LMśw	1	30	0,196	0,197	0,107	0,322	0,055	28,111
		2	30	0,184	0,177	0,088	0,341	0,059	32,142
		3	30	0,213	0,211	0,122	0,348	0,059	27,602
		Razem	90	0,198	0,197	0,088	0,348	0,058	29,513
	Lśw	1	30	0,214	0,190	0,124	0,375	0,074	34,837
		2	30	0,254	0,255	0,136	0,354	0,055	21,678
		3	30	0,243	0,236	0,092	0,449	0,088	36,369
		Razem	90	0,237	0,232	0,092	0,449	0,075	31,677
	Razem		180	0,217	0,210	0,088	0,449	0,070	32,130
LMśw			450	0,196	0,189	0,076	0,466	0,059	30,072
Lśw			450	0,208	0,202	0,091	0,449	0,063	30,126
1			300	0,200	0,194	0,087	0,466	0,062	31,186
2			300	0,200	0,190	0,086	0,449	0,058	29,259
3			300	0,206	0,197	0,076	0,449	0,062	30,299
Razem			900	0,202	0,195	0,076	0,466	0,061	30,259

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika zwartości cewek drewna wczesnego daglezji oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 74.

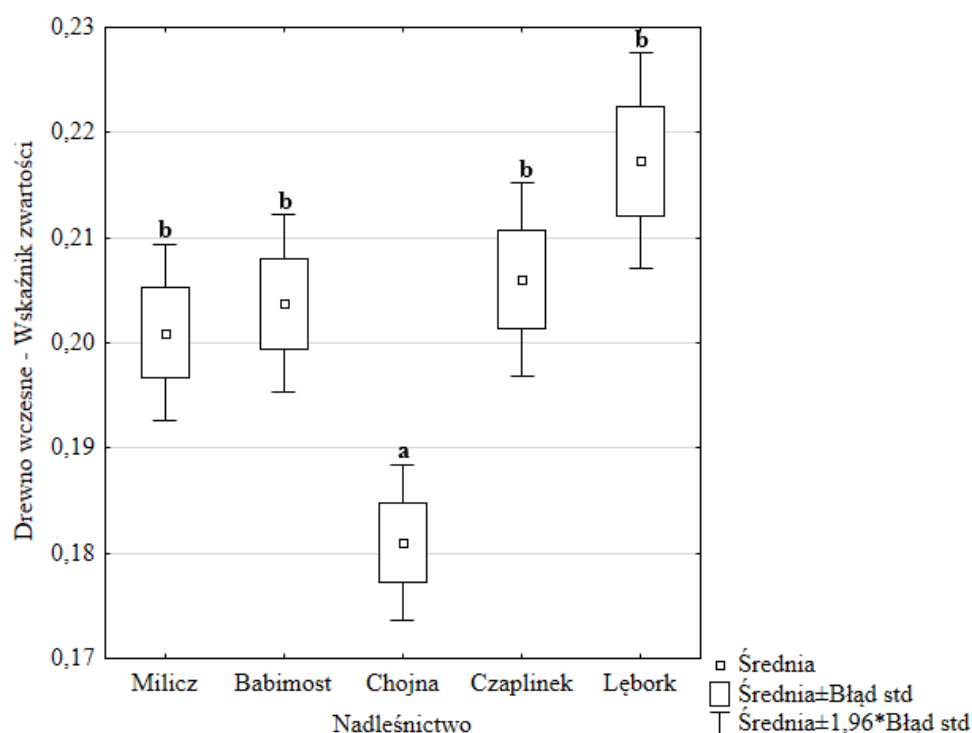
Najwyższą średnią wartość wskaźnika zwartości cewek drewna wczesnego DG uzyskano w Lęborku na Lśw w II klasie grubości – 0,254, najniższą w Chojnie na Lśw w I klasie grubości – 0,163. Największą medianę otrzymano w Lęborku na Lśw w II klasie grubości – 0,255, a najmniejszą w Chojnie na Lśw w I klasie grubości – 0,155. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik zwartości cewki drewna wczesnego wyniósł 0,202, a mediana 0,195. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 0,208. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika zwartości cewek drewna wczesnego były zbliżone: 0,200 w I klasie, 0,200 w II klasie oraz 0,206 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Miliczu na LMśw w III klasie grubości (0,076), natomiast najwyższą w Czaplinku na LMśw w I klasie grubości (0,466). Współczynnik zmienności wyniósł 30,60%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 74).

Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 75). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

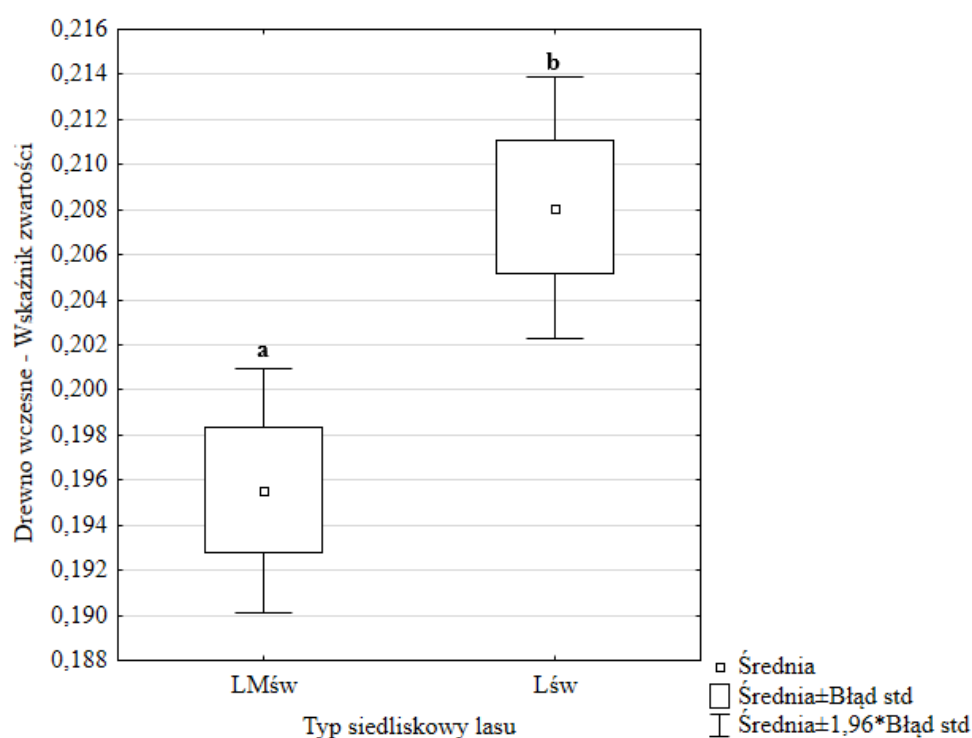
Tab. 75. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	36,65689	1	36,65689	10408,57	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,12524	4	0,03131	8,89	< 0,0001 *
TSL	0,03543	1	0,03543	10,06	0,0016 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,05753	4	0,01438	4,08	0,0028 *
Błąd	3,13440	890	0,00352		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 145). Również między TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 146).

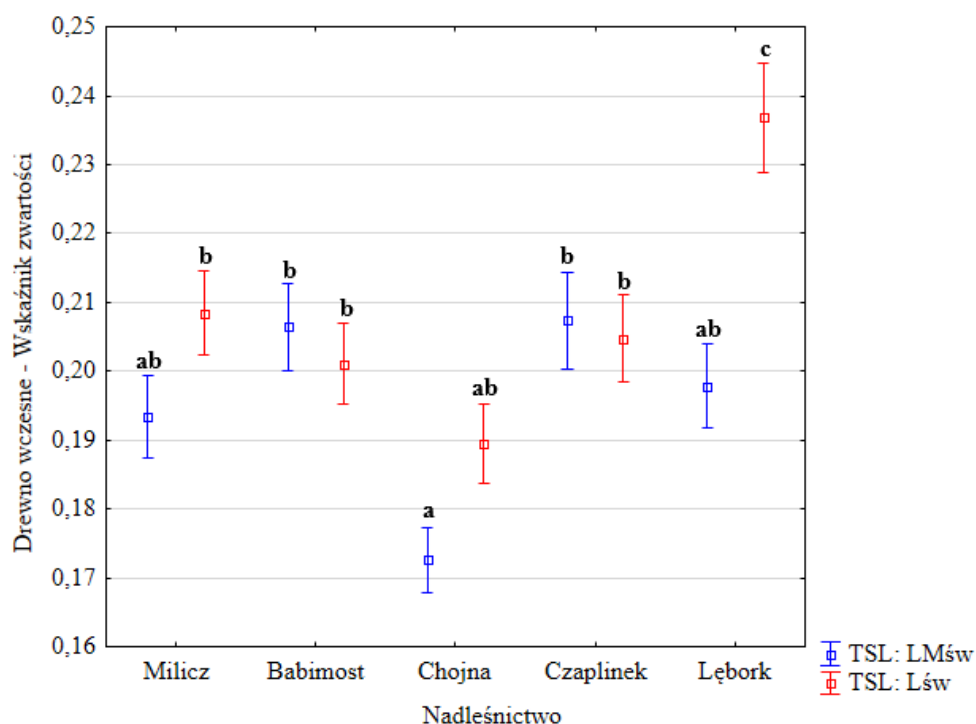


Ryc. 145. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w lokalizacjach



Ryc. 146. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w TSL

Na rycinie nr 147 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



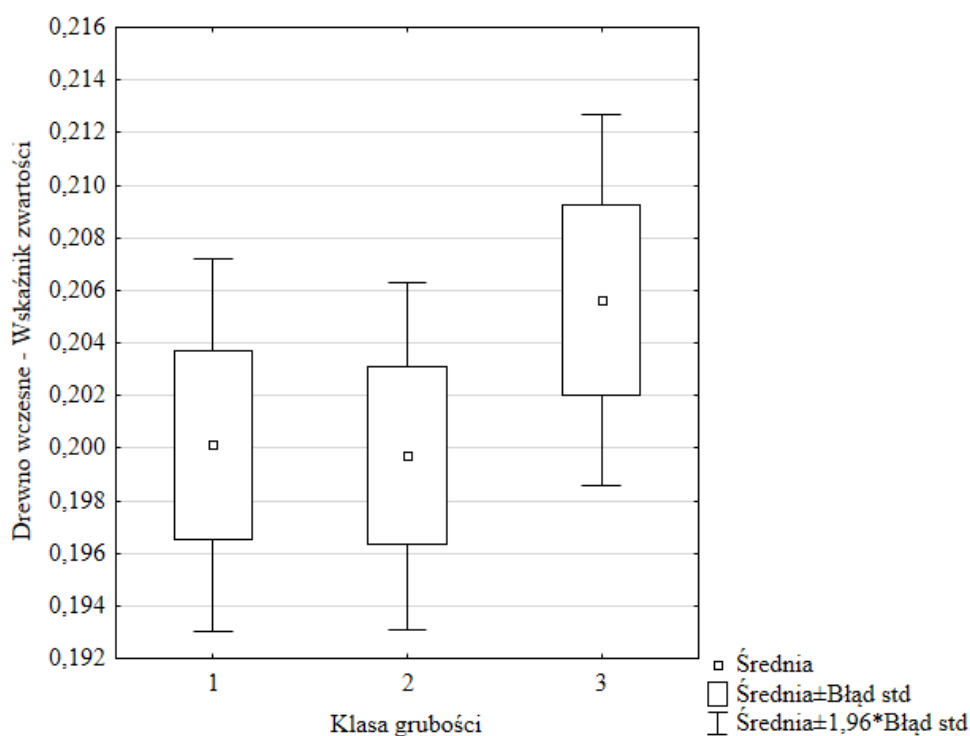
Ryc. 147. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość (tab. 76). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

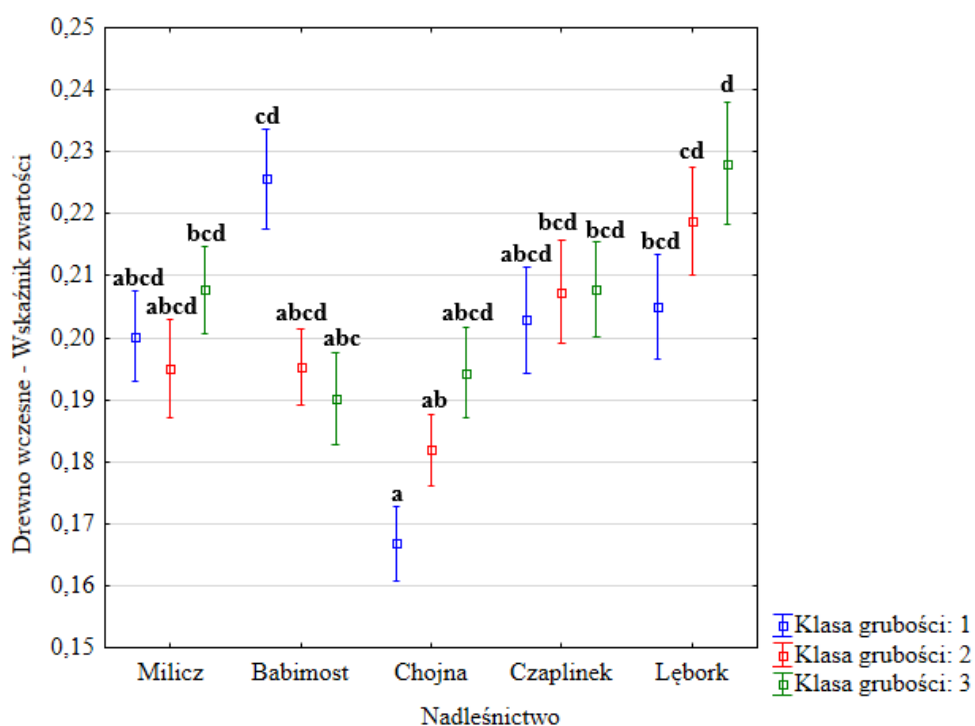
Tab. 76. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	36,65689	1	36,65689	10336,58	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,12524	4	0,03131	8,83	< 0,0001 *
Gr	0,00656	2	0,00328	0,93	0,3967
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,08230	8	0,01029	2,90	0,0034 *
Błąd	3,13850	885	0,00355		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie wyznaczono grup jednorodnych (ryc. 148).



Ryc. 148. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w Gr



Ryc. 149. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w rozbiu na lokalizację i Gr

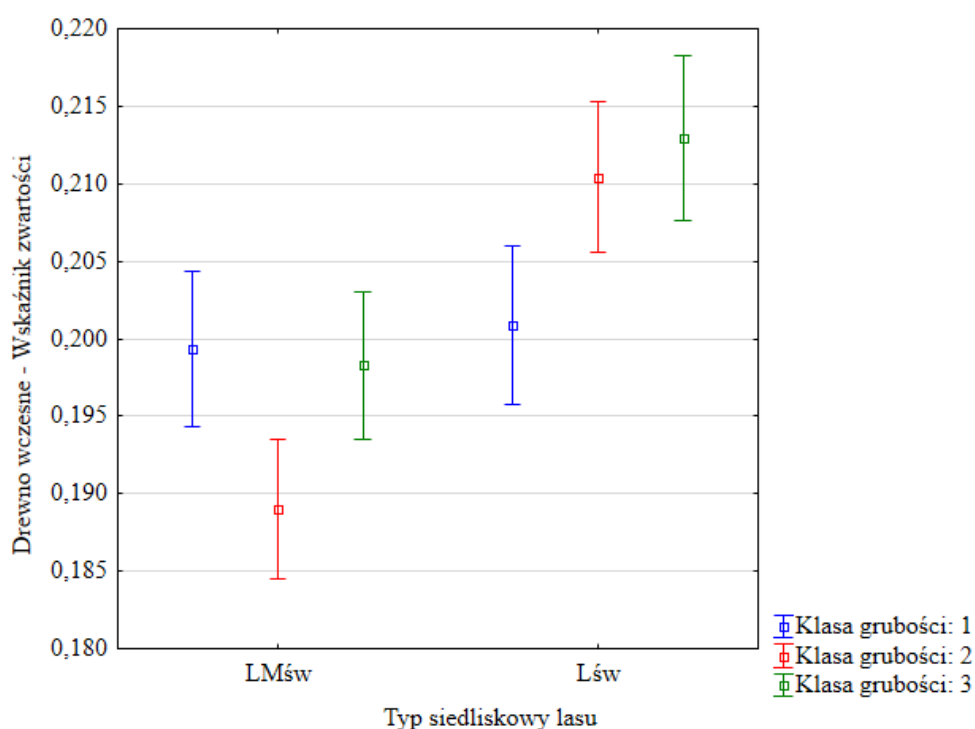
Na rycinie nr 149 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL na badaną właściwość. Natomiast Gr i interakcja czynników nie są istotne (tab. 77). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 77. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

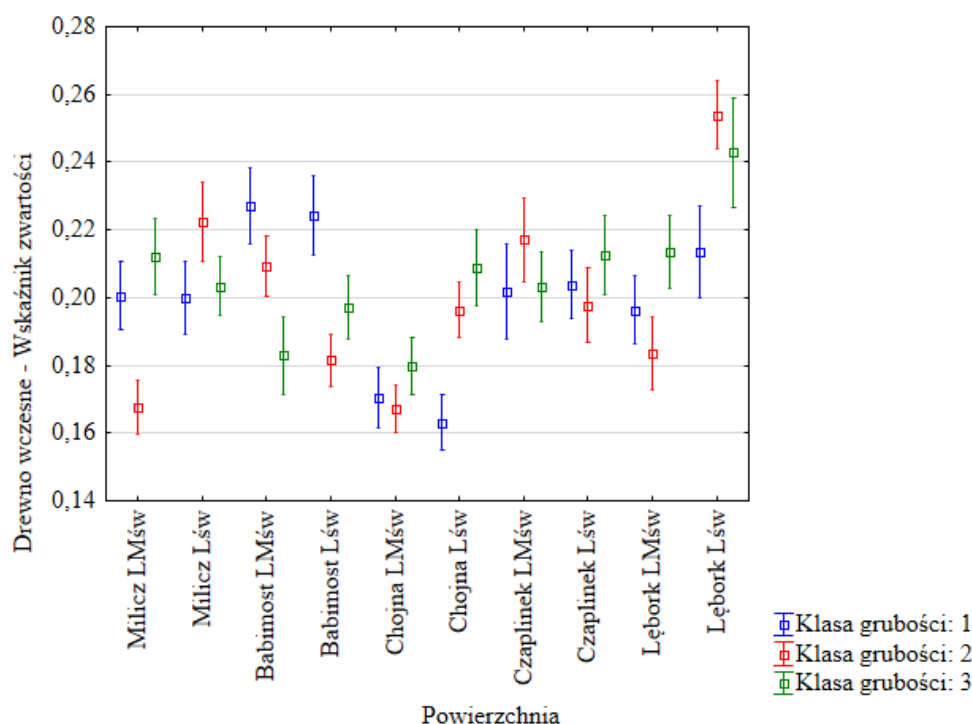
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	36,65689	1	36,65689	9944,864	< 0,0001 *
Gr	0,00656	2	0,00328	0,890	0,4108
TSL	0,03543	1	0,03543	9,612	0,0020 *
TSL*Gr (interakcja)	0,01531	2	0,00765	2,077	0,1259
Błąd	3,29529	894	0,00369		

Na rycinie nr 150 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna wczesnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 150. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 151, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem zwartości cewek drewna wczesnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 151. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna wczesnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Drewno późne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika zwartości cewek drewna późnego daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 78.

Najwyższą średnią wartość wskaźnika zwartości cewek drewna późnego DG uzyskano w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 0,331, najniższą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 0,175. Największą medianę otrzymano w Miliczu na Lśw w III klasie grubości – 0,321, a najmniejszą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości – 0,158. Dla całego materiału poddanego analizie średni wskaźnik zwartości cewki drewna późnego wyniósł 0,261, a mediana 0,255. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 0,264. Natomiast w klasach grubości średnie wartości wskaźnika zwartości cewek drewna późnego wyniosły: 0,258 w I klasie, 0,255 w II klasie oraz 0,271 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na LMśw w II klasie grubości (0,076), natomiast najwyższą w Czaplinku na LMśw w III klasie grubości (0,653). Współczynnik zmienności wyniósł 32,90%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup. (tab. 78).

Tab. 78. Statystyka opisowa wskaźnika zwartości drewna późnego z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	30	0,297	0,275	0,176	0,580	0,104	35,015
		2	30	0,275	0,278	0,137	0,415	0,072	26,064
		3	30	0,284	0,286	0,137	0,489	0,081	28,468
		Razem	90	0,285	0,279	0,137	0,580	0,086	30,181
	Lśw	1	30	0,298	0,299	0,174	0,528	0,087	29,323
		2	30	0,269	0,264	0,150	0,426	0,074	27,395
		3	30	0,331	0,321	0,176	0,480	0,086	25,971
		Razem	90	0,299	0,297	0,150	0,528	0,086	28,582
	Razem		180	0,292	0,286	0,137	0,580	0,086	29,377
Babimost	LMśw	1	30	0,252	0,247	0,125	0,428	0,077	30,456
		2	30	0,296	0,293	0,181	0,502	0,069	23,236
		3	30	0,297	0,305	0,154	0,415	0,062	20,834
		Razem	90	0,282	0,282	0,125	0,502	0,072	25,471
	Lśw	1	30	0,316	0,308	0,184	0,475	0,081	25,443
		2	30	0,262	0,278	0,101	0,465	0,087	33,138
		3	30	0,297	0,303	0,139	0,465	0,087	29,304
		Razem	90	0,292	0,286	0,101	0,475	0,087	29,789
	Razem		180	0,287	0,285	0,101	0,502	0,080	27,771
Chojna	LMśw	1	30	0,248	0,220	0,146	0,527	0,093	37,368
		2	30	0,244	0,239	0,089	0,411	0,088	35,952
		3	30	0,252	0,244	0,118	0,421	0,076	30,228
		Razem	90	0,248	0,235	0,089	0,527	0,085	34,231
	Lśw	1	30	0,230	0,235	0,114	0,335	0,056	24,583
		2	30	0,256	0,249	0,121	0,420	0,096	37,682
		3	30	0,215	0,221	0,091	0,376	0,071	32,945
		Razem	90	0,233	0,237	0,091	0,420	0,077	33,149
	Razem		180	0,241	0,236	0,089	0,527	0,081	33,791
Czaplinek	LMśw	1	30	0,224	0,212	0,093	0,445	0,073	32,667
		2	30	0,252	0,260	0,076	0,449	0,081	32,094
		3	30	0,299	0,279	0,147	0,653	0,103	34,382
		Razem	90	0,258	0,254	0,076	0,653	0,091	35,230
	Lśw	1	30	0,235	0,238	0,122	0,349	0,048	20,365
		2	30	0,294	0,264	0,154	0,505	0,095	32,339
		3	30	0,249	0,226	0,123	0,532	0,089	35,889
		Razem	90	0,259	0,247	0,122	0,532	0,083	32,111
	Razem		180	0,259	0,250	0,076	0,653	0,087	33,607
Lębork	LMśw	1	30	0,213	0,193	0,112	0,393	0,082	38,420
		2	30	0,175	0,158	0,093	0,345	0,063	35,944
		3	30	0,269	0,275	0,125	0,465	0,078	28,901
		Razem	90	0,219	0,198	0,093	0,465	0,083	38,017
	Lśw	1	30	0,268	0,282	0,145	0,387	0,070	26,217
		2	30	0,224	0,217	0,115	0,394	0,065	29,129
		3	30	0,220	0,216	0,096	0,465	0,071	32,252
		Razem	90	0,237	0,225	0,096	0,465	0,072	30,146
	Razem		180	0,228	0,220	0,093	0,465	0,078	34,161
LMśw		450	0,258	0,255	0,076	0,653	0,087	33,550	
Lśw		450	0,264	0,254	0,091	0,532	0,085	32,259	
1		300	0,258	0,249	0,093	0,580	0,085	32,725	
2		300	0,255	0,255	0,076	0,505	0,085	33,548	
3		300	0,271	0,263	0,091	0,653	0,087	32,224	
Razem		900	0,261	0,255	0,076	0,653	0,086	32,898	

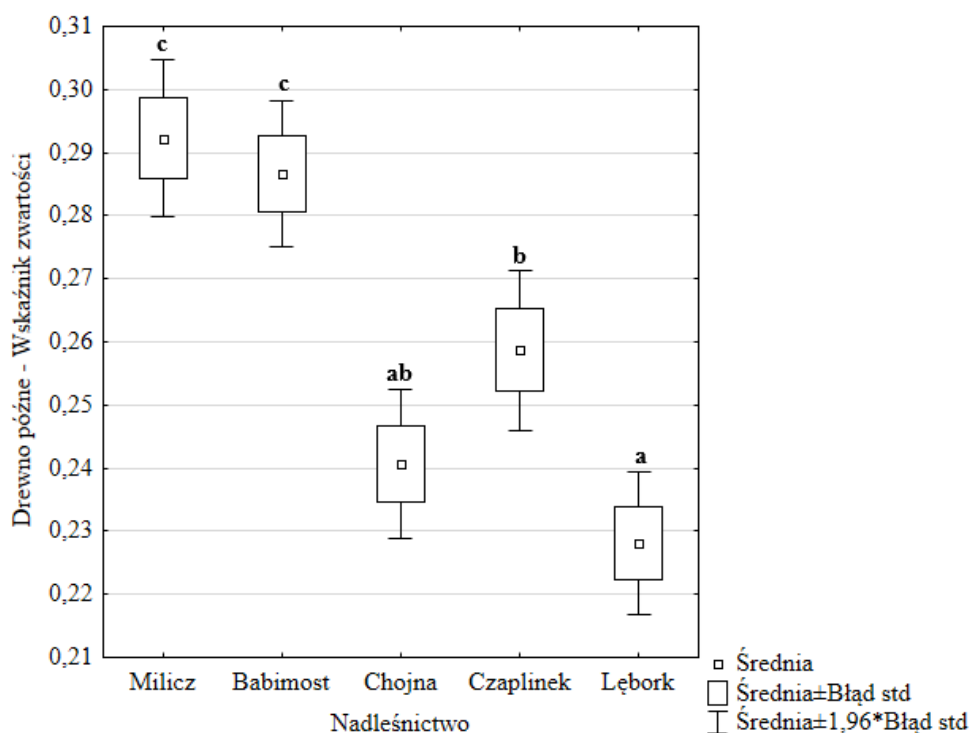
Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji na badaną właściwość. Natomiast TSL

i interakcja między czynnikami nie są istotne (tab. 79). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 79. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

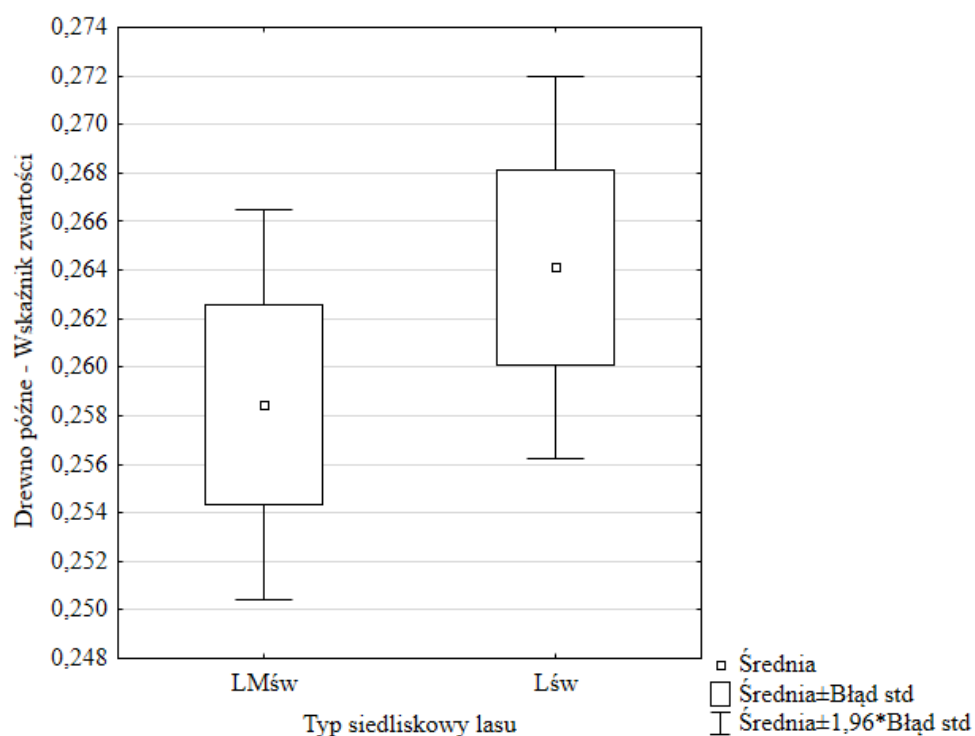
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	61,44142	1	61,44142	9053,402	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,56454	4	0,14113	20,796	< 0,0001 *
TSL	0,00720	1	0,00720	1,061	0,3031
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,03068	4	0,00767	1,130	0,3408
Błąd	6,04004	890	0,00679		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 152). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 153).

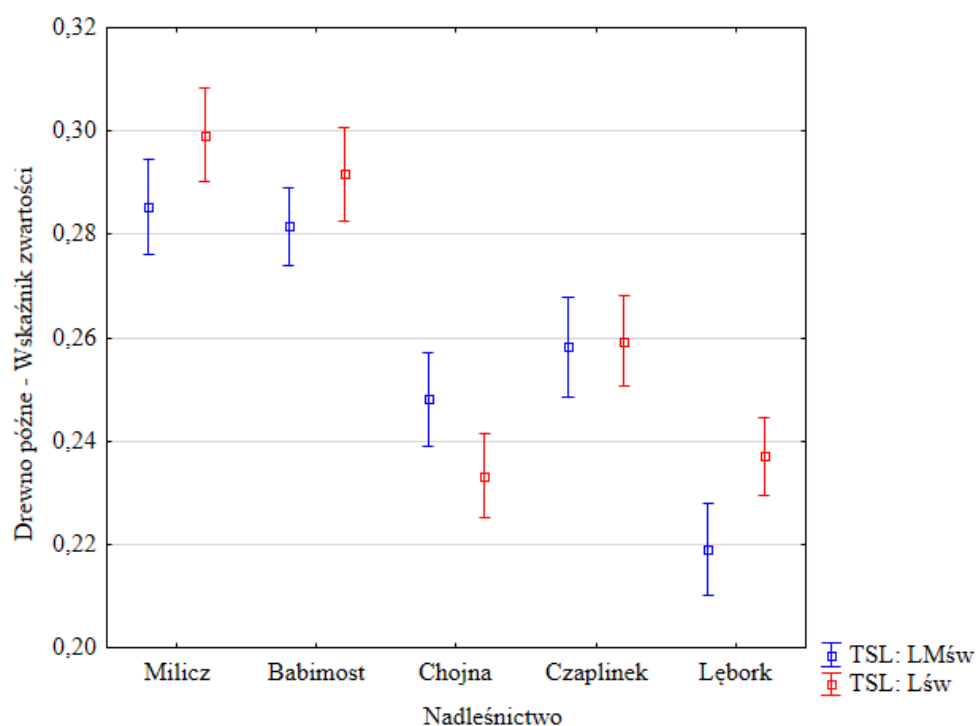


Ryc. 152. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 154 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach.



Ryc. 153. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w TSL



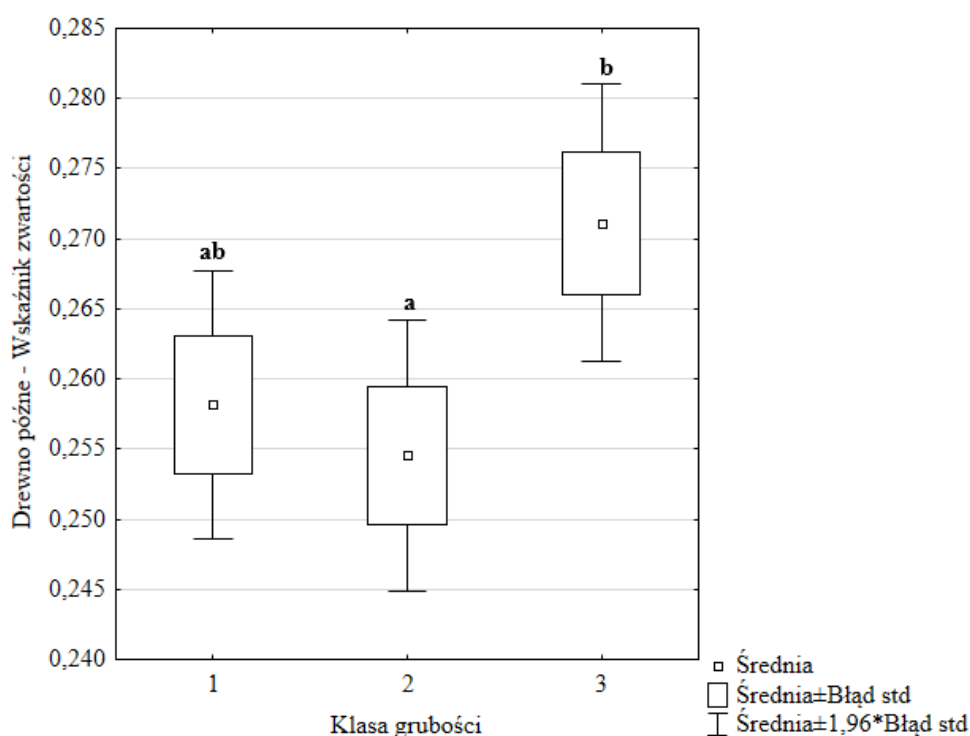
Ryc. 154. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 80). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 80. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

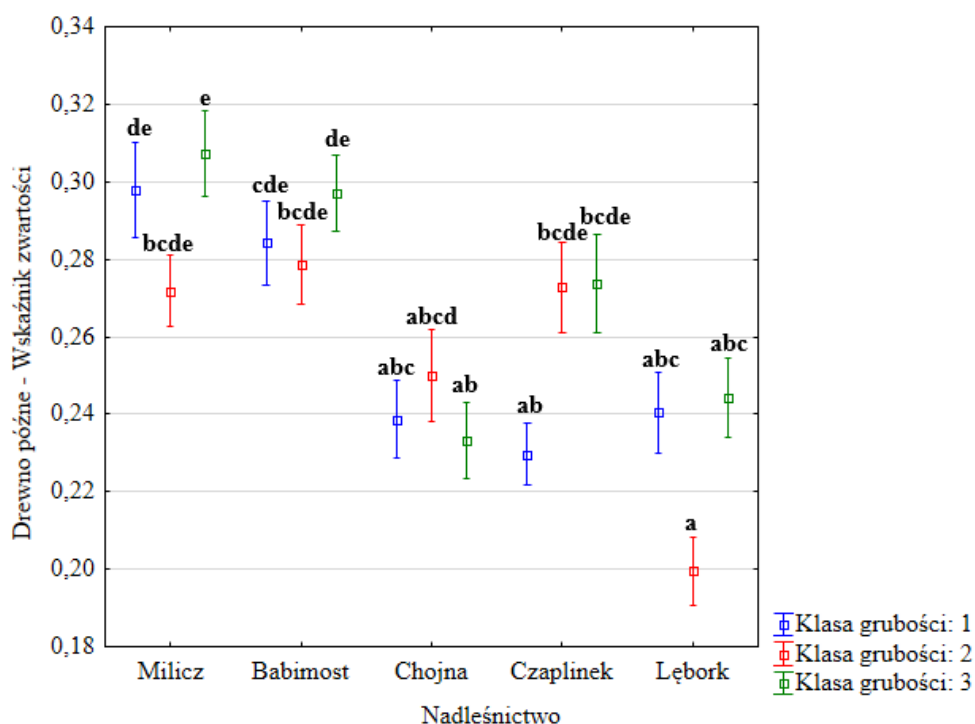
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	61,44142	1	61,44142	9266,201	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,56454	4	0,14113	21,285	< 0,0001 *
Gr	0,04541	2	0,02271	3,425	0,0330 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,16433	8	0,02054	3,098	0,0019 *
Błąd	5,86817	885	0,00663		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 155).



Ryc. 155. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 156 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



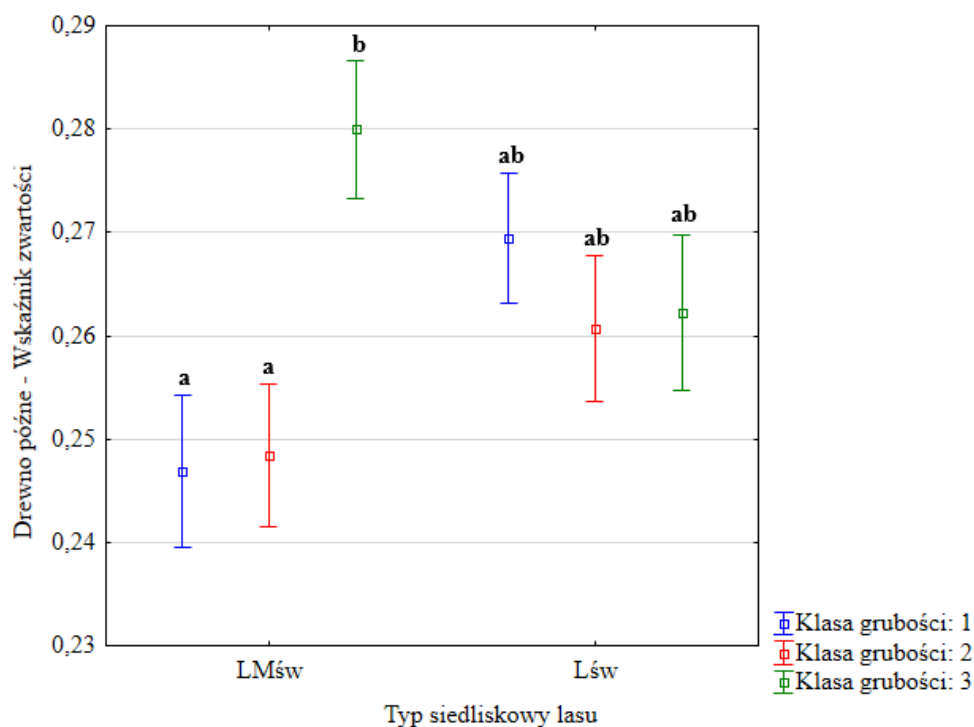
Ryc. 156. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w rozbiciu na lokalizację i Gr

Analiza zależności wskaźnika zwartości cewki drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 81). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 81. Analiza wariancji między wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

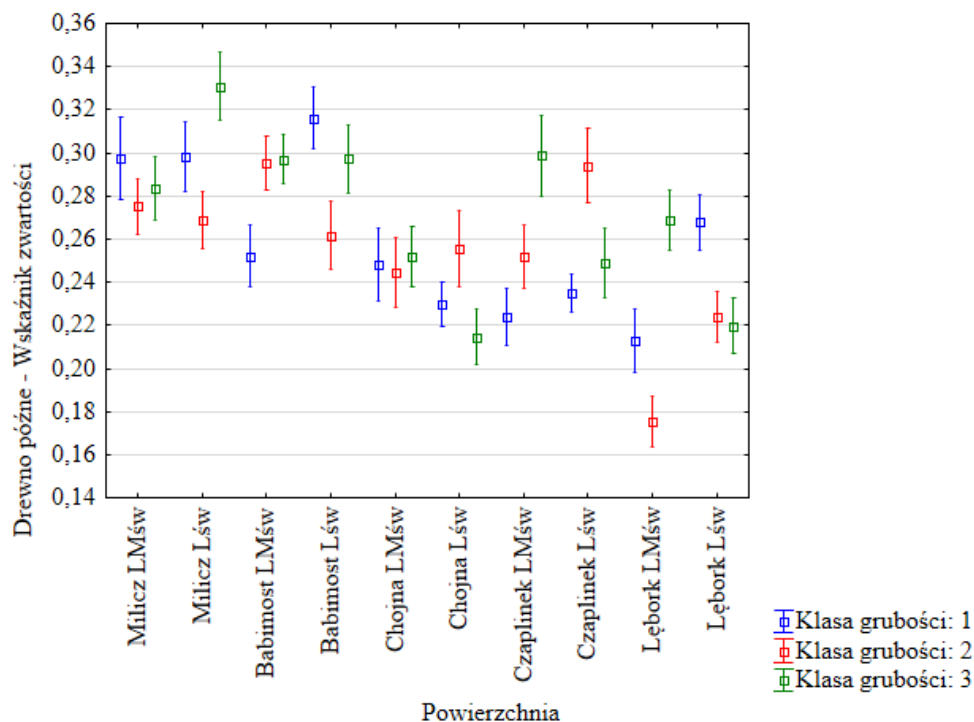
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	61,44142	1	61,44142	8419,345	< 0,0001 *
Gr	0,04541	2	0,02271	3,112	0,0450 *
TSL	0,00720	1	0,00720	0,987	0,3207
TSL*Gr (interakcja)	0,06574	2	0,03287	4,504	0,0113 *
Błąd	6,52410	894	0,00730		

Na rycinie nr 157 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem zwartości cewki drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 157. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika zwartości cewki drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 158, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem zwartości cewek drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 151. Porównanie średnich wartości wskaźnika zwartości cewki drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.2. Właściwości strukturalne

5.2.1. Średnia szerokość słoja

Tab. 82. Statystyka opisowa średniej szerokości słoja [mm] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	1,97	1,89	1,22	2,71	0,49	25,01
		2	30	2,76	2,82	1,51	4,63	0,75	27,20
		3	30	3,38	3,34	1,99	5,99	0,98	29,03
		Razem	87	2,73	2,61	1,22	5,99	0,96	35,11
	Lśw	1	30	1,33	1,36	0,70	2,37	0,35	26,25
		2	30	2,15	2,03	1,36	4,31	0,69	32,37
		3	30	2,62	2,57	1,30	4,30	0,87	33,18
		Razem	90	2,03	1,85	0,70	4,31	0,85	42,00
	Razem		177	2,37	2,24	0,70	5,99	0,97	40,81
Babimost	LMśw	1	30	1,85	1,81	1,22	2,45	0,33	17,82
		2	30	1,90	1,74	1,32	3,14	0,53	27,79
		3	30	3,17	2,97	1,66	5,39	1,18	37,21
		Razem	90	2,31	1,98	1,22	5,39	0,98	42,40
	Lśw	1	30	2,14	1,94	0,88	3,49	0,78	36,55
		2	30	2,26	2,30	0,95	3,82	0,75	32,93
		3	30	3,75	3,60	2,02	7,78	1,16	30,85
		Razem	90	2,72	2,54	0,88	7,78	1,17	42,89
	Razem		180	2,51	2,21	0,88	7,78	1,09	43,50
Chojna	LMśw	1	30	1,64	1,50	1,12	3,15	0,40	24,67
		2	30	1,63	1,59	1,04	2,54	0,42	25,58
		3	30	1,60	1,60	0,68	2,64	0,44	27,39
		Razem	90	1,62	1,58	0,68	3,15	0,42	25,62
	Lśw	1	30	2,17	2,10	1,18	4,82	0,95	43,96
		2	30	2,07	1,98	1,25	3,35	0,54	26,34
		3	30	2,89	2,77	1,22	4,83	0,94	32,41
		Razem	90	2,38	2,24	1,18	4,83	0,90	38,01
	Razem		180	2,00	1,80	0,68	4,83	0,80	39,85
Czaplinek	LMśw	1	30	1,52	1,46	0,90	2,24	0,37	24,26
		2	30	2,16	2,16	1,23	3,45	0,64	29,73
		3	30	2,43	2,34	1,21	4,48	0,84	34,61
		Razem	90	2,04	1,85	0,90	4,48	0,75	36,65
	Lśw	1	30	1,26	1,08	0,74	2,31	0,48	38,19
		2	30	1,99	1,82	1,19	3,18	0,60	30,14
		3	30	2,63	2,74	1,33	4,48	0,75	28,60
		Razem	90	1,96	1,82	0,74	4,48	0,83	42,50
	Razem		180	2,00	1,85	0,74	4,48	0,79	39,52
Lębork	LMśw	1	30	1,91	1,65	1,15	3,36	0,60	31,30
		2	30	2,41	2,33	1,16	3,97	0,68	28,27
		3	30	2,74	2,68	1,45	4,16	0,70	25,50
		Razem	90	2,35	2,32	1,15	4,16	0,74	31,36
	Lśw	1	30	2,65	2,59	1,54	3,84	0,72	27,18
		2	30	3,54	3,35	2,16	6,65	0,87	24,51
		3	30	3,70	3,75	2,11	5,67	0,93	25,00
		Razem	90	3,30	3,28	1,54	6,65	0,95	28,90
	Razem		180	2,83	2,75	1,15	6,65	0,97	34,45
LMśw		447	2,21	2,00	0,68	5,99	0,87	39,43	
Lśw		450	2,48	2,34	0,70	7,78	1,07	43,01	
1		297	1,84	1,68	0,70	4,82	0,70	38,18	
2		300	2,29	2,16	0,95	6,65	0,82	36,00	
3		300	2,89	2,80	0,68	7,78	1,08	37,38	
Razem		897	2,34	2,16	0,68	7,78	0,98	41,93	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima średniej szerokości słoja drewna daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki

zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 82.

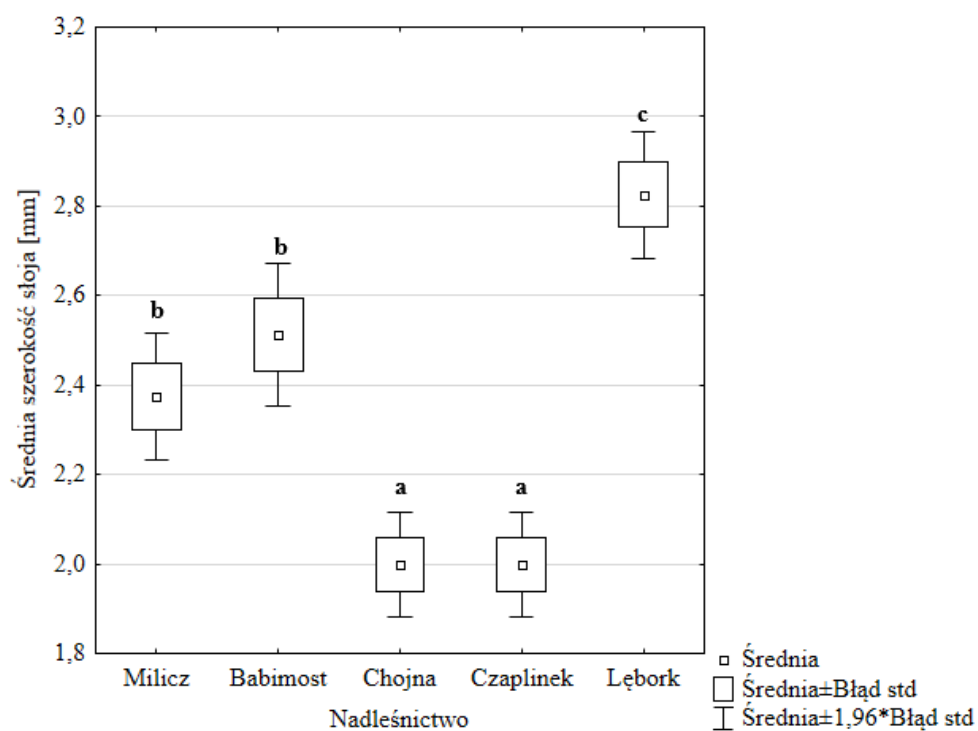
Najwyższą średnią wartość średniej szerokości słoja rocznego drewna DG uzyskano w Babimoście na Lśw w III klasie grubości – 3,75 mm, najniższą w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości – 1,26 mm. Najwyższą medianę oznaczono dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 3,75 mm, a najniższą dla Czaplinka na Lśw w I klasie grubości – 1,08 mm. Dla całego materiału poddanego analizie średnia szerokość słoja wyniosła 2,34 mm, a mediana 2,16 mm. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 2,48 mm, Natomiast w klasach grubości wartości średniej szerokości słoja wzrastały wraz ze wzrostem grubości – 1,84 mm w I klasie, 2,29 mm w II klasie oraz 2,89 mm w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (0,68 mm), natomiast najwyższą w Babimoście na Lśw w III klasie grubości (7,78 mm). Współczynnik zmienności wyniósł 41,93%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 82).

Analiza zależności średniej szerokości słoja od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 83). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

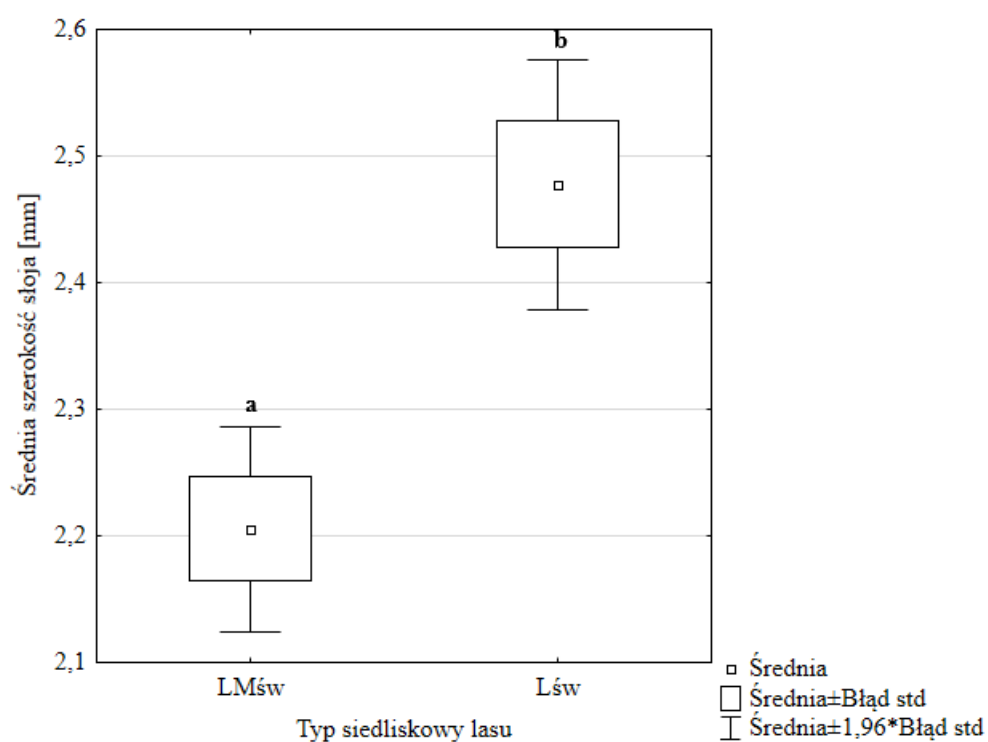
Tab. 83. Analiza wariancji między średnią szerokością słoja a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4924,866	1	4924,866	6436,827	< 0,0001 *
Lokalizacja	89,968	4	22,492	29,397	< 0,0001 *
TSL	16,198	1	16,198	21,171	< 0,0001 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	78,723	4	19,681	25,723	< 0,0001 *
Błąd	678,651	887	0,765		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 152). Natomiast porównanie wartości średniej szerokości słoja między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 153).

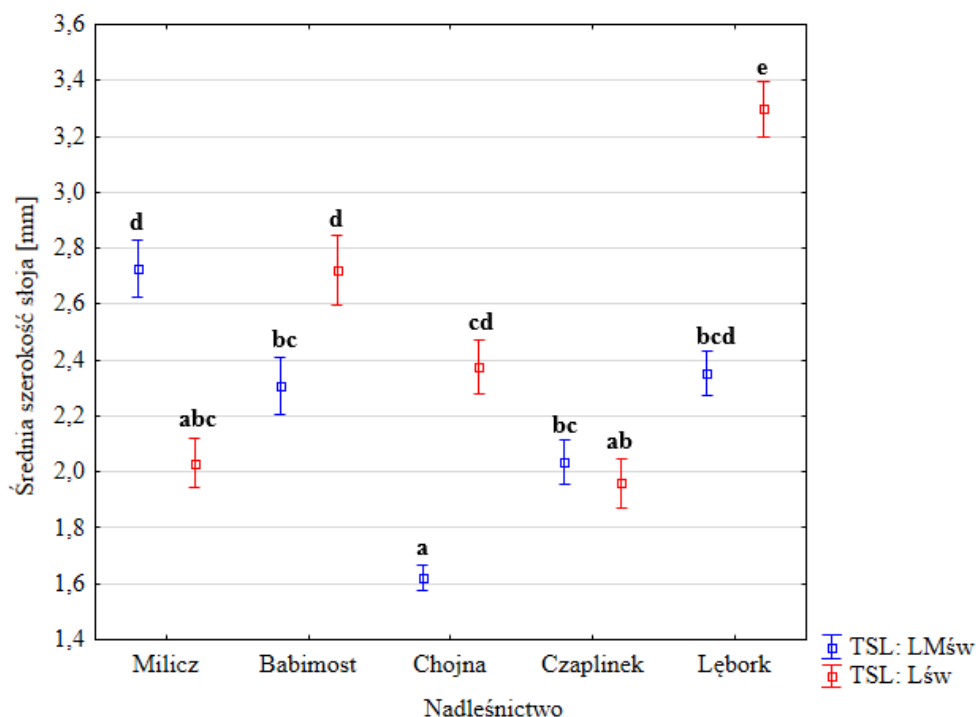


Ryc. 152. Porównanie średnich wartości średniej szerokości słoja w lokalizacjach



Ryc. 153. Porównanie średnich wartości średniej szerokości słoja w TSL

Na rycinie nr 154 przedstawiono relację między przeciętną średnią szerokością słoja dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



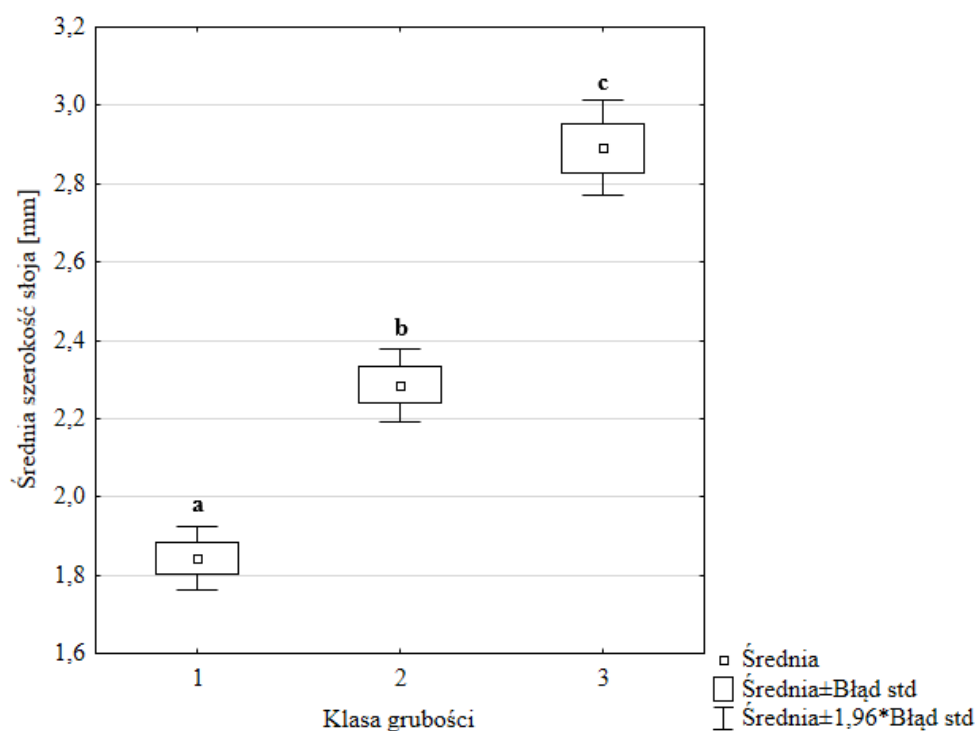
Ryc. 154. Średnie wartości i błędy standardowe średniej szerokości słoja w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności średniej szerokości słoja od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 84). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 84. Analiza wariancji między średnią szerokością słoja a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

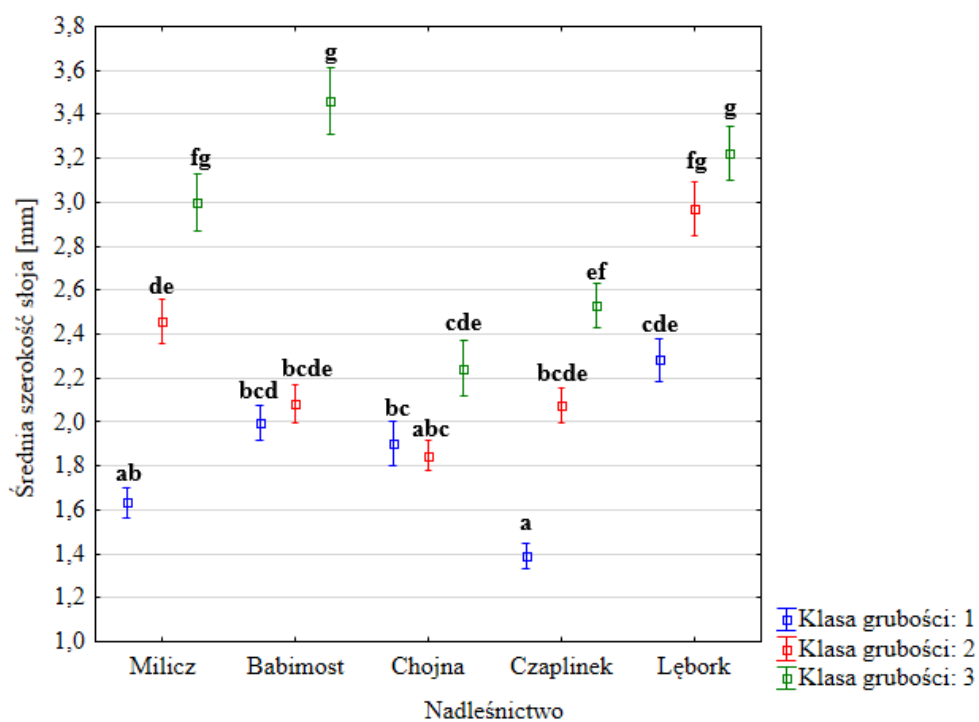
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4909,229	1	4909,229	7675,314	< 0,0001 *
Lokalizacja	89,776	4	22,444	35,090	< 0,0001 *
Gr	166,054	2	83,027	129,808	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	44,458	8	5,557	8,688	< 0,0001 *
Błąd	564,138	882	0,640		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 3 grupy jednorodne (ryc. 155).



Ryc. 155. Porównanie średnich wartości średniej szerokości słoja w Gr

Na rycinie nr 156 przedstawiono relację między przeciętną średnią szerokością słoja dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



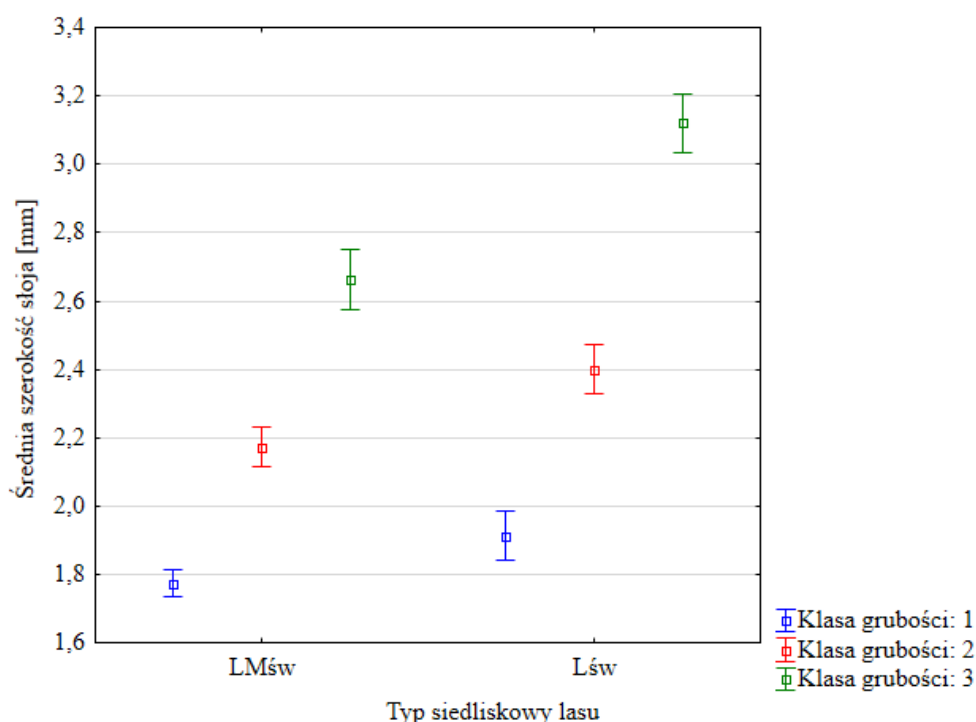
Ryc. 156. Średnie wartości i błędy standardowe średniej szerokości słoja w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności średniej szerokości słoja od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 85). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 85. Analiza wariancji między średnią szerokością słoja a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

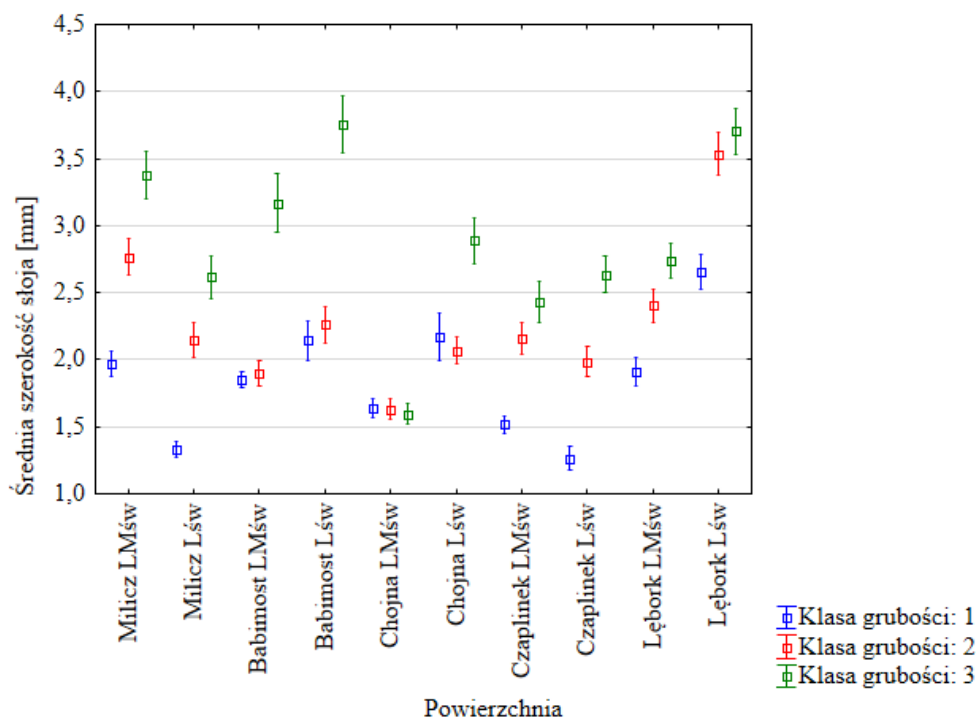
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4911,711	1	4911,711	6461,180	< 0,0001 *
TSL	16,976	1	16,976	22,332	< 0,0001 *
Gr	165,663	2	82,831	108,962	< 0,0001 *
TSL*Gr (interakcja)	4,046	2	2,023	2,661	0,0704
Błąd	677,327	891	0,760		

Na rycinie nr 157 przedstawiono relację między przeciętną średnią szerokością słoja dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 157. Średnie wartości i błędy standardowe średniej szerokości słoja w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 158, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. W większości przypadków otrzymywano większe wartości na Lśw – wyjątek stanowią wartości uzyskane dla Milicza LMśw oraz Czaplinka LMśw w 1 i 2 klasie grubości. Z wyjątkiem wyników dla Chojny można zauważyć wzrost otrzymanych wartości średniej szerokości słoja wraz ze wzrostem klasy grubości.



Ryc. 158. Porównanie średnich wartości średniej szerokości słoja i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.2.2. Procentowy udział drewna późnego

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima procentowego udziału drewna późnego drewna daglezi oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 86.

Najwyższą średnią wartość procentowego udziału drewna późnego drewna DG uzyskano w Lęborku na LMśw w I klasie grubości – 61,41%, najniższą w Babimostcie na LMśw w II klasie grubości – 48,20%. Najwyższą medianę oznaczono dla Lęborka na LMśw w I klasie grubości – 60,68%, a najniższą dla Babimostu na LMśw w II klasie grubości – 47,53%. Dla całego materiału poddanego analizie procentowy udział drewna późnego wyniósł średnio 53,39%, a mediana 53,42%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 53,76%. Natomiast w klasach grubości wartości procentowego udziału drewna późnego wyniosły: 54,27% w I klasie, 52,67% w II klasie oraz 53,24% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostcie na LMśw w III klasie grubości (27,80%), natomiast najwyższą w Babimostcie na Lśw w III klasie grubości (74,74%). Współczynnik zmienności wyniósł 11,78%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 86).

Tab. 86. Statystyka opisowa udziału drewna późnego [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

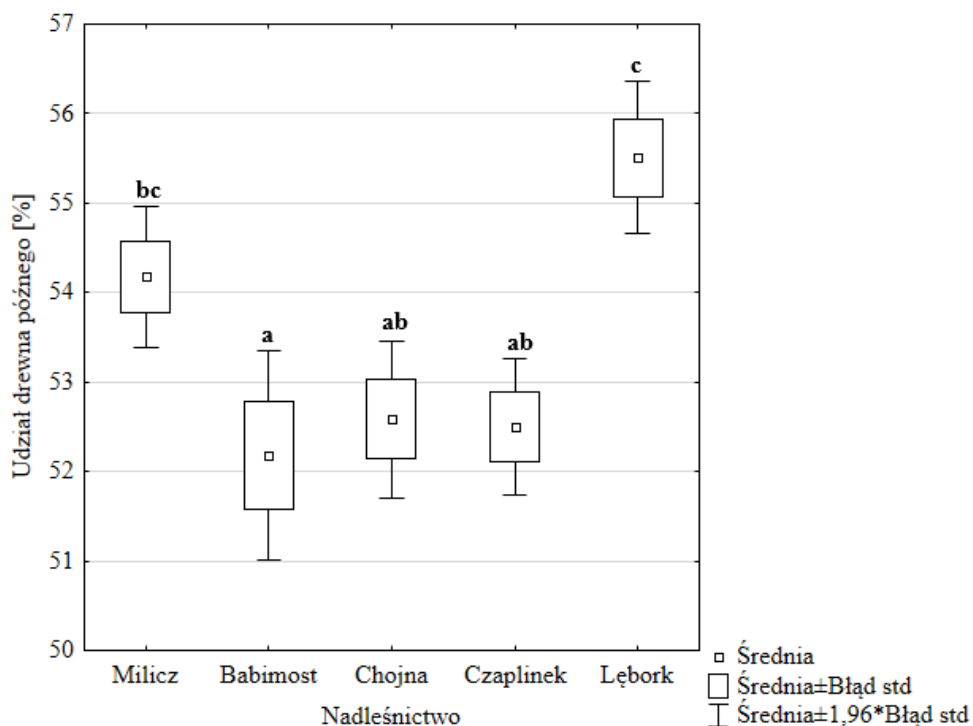
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	56,49	57,83	39,49	65,78	6,89	12,19
		2	30	50,90	51,80	38,95	63,40	7,31	14,36
		3	30	53,25	53,39	48,66	58,79	2,74	5,14
		Razem	87	53,45	53,95	38,95	65,78	6,33	11,84
	Lśw	1	30	52,13	52,13	44,48	58,26	3,09	5,93
		2	30	56,21	55,82	47,25	65,10	4,43	7,89
		3	30	56,29	56,08	49,14	62,62	3,74	6,65
		Razem	90	54,88	54,13	44,48	65,10	4,23	7,71
	Razem		177	54,17	54,13	38,95	65,78	5,40	9,96
Babimost	LMśw	1	30	51,23	52,34	37,44	60,38	5,92	11,56
		2	30	48,20	47,53	36,52	61,30	6,67	13,85
		3	30	49,95	52,71	27,80	68,23	9,98	19,97
		Razem	90	49,80	50,95	27,80	68,23	7,74	15,55
	Lśw	1	30	51,55	51,59	40,38	62,57	6,17	11,98
		2	30	53,82	52,05	43,42	70,00	6,75	12,54
		3	30	58,34	60,29	39,22	74,74	8,21	14,07
		Razem	90	54,57	53,68	39,22	74,74	7,57	13,87
	Razem		180	52,18	52,47	27,80	74,74	8,00	15,33
Chojna	LMśw	1	30	56,69	57,38	41,38	68,73	8,54	15,06
		2	30	51,80	51,38	45,89	60,61	4,13	7,98
		3	30	55,76	55,79	46,48	67,05	5,78	10,36
		Razem	90	54,75	53,90	41,38	68,73	6,69	12,22
	Lśw	1	30	51,03	51,26	44,01	57,50	3,04	5,95
		2	30	51,18	52,12	41,93	59,07	4,66	9,11
		3	30	49,05	49,33	39,39	57,08	4,64	9,46
		Razem	90	50,42	51,26	39,39	59,07	4,25	8,42
	Razem		180	52,58	52,00	39,39	68,73	5,99	11,40
Czaplinek	LMśw	1	30	49,68	49,58	39,13	58,44	4,96	9,99
		2	30	48,69	48,37	39,11	57,08	4,24	8,70
		3	30	51,34	51,30	43,11	59,11	3,83	7,45
		Razem	90	49,90	50,39	39,11	59,11	4,46	8,93
	Lśw	1	30	54,01	53,39	48,33	64,29	4,11	7,61
		2	30	56,57	56,75	47,80	64,16	4,68	8,27
		3	30	54,74	54,92	47,64	69,31	4,74	8,65
		Razem	90	55,11	54,97	47,64	69,31	4,60	8,34
	Razem		180	52,51	52,70	39,11	69,31	5,21	9,93
Lębork	LMśw	1	30	61,41	60,68	56,34	71,36	3,65	5,95
		2	30	56,91	56,15	49,93	68,08	3,99	7,00
		3	30	53,27	52,62	39,98	68,92	7,22	13,56
		Razem	90	57,20	57,36	39,98	71,36	6,14	10,74
	Lśw	1	30	58,69	57,50	52,83	65,98	3,47	5,91
		2	30	52,39	51,56	46,16	58,14	3,22	6,15
		3	30	50,38	49,56	43,13	58,62	3,94	7,82
		Razem	90	53,82	53,43	43,13	65,98	5,00	9,29
	Razem		180	55,51	55,46	39,98	71,36	5,84	10,51
LMśw		447	53,02	53,06	27,80	71,36	6,95	13,11	
Lśw		450	53,76	53,62	39,22	74,74	5,53	10,29	
1		297	54,27	54,08	37,44	71,36	6,36	11,72	
2		300	52,67	52,74	36,52	70,00	5,91	11,22	
3		300	53,24	53,25	27,80	74,74	6,49	12,20	
Razem		897	53,39	53,42	27,80	74,74	6,29	11,78	

Analiza zależności procentowego udziału drewna późnego od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 87). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 87. Analiza wariancji między procentowym udziałem drewna późnego a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

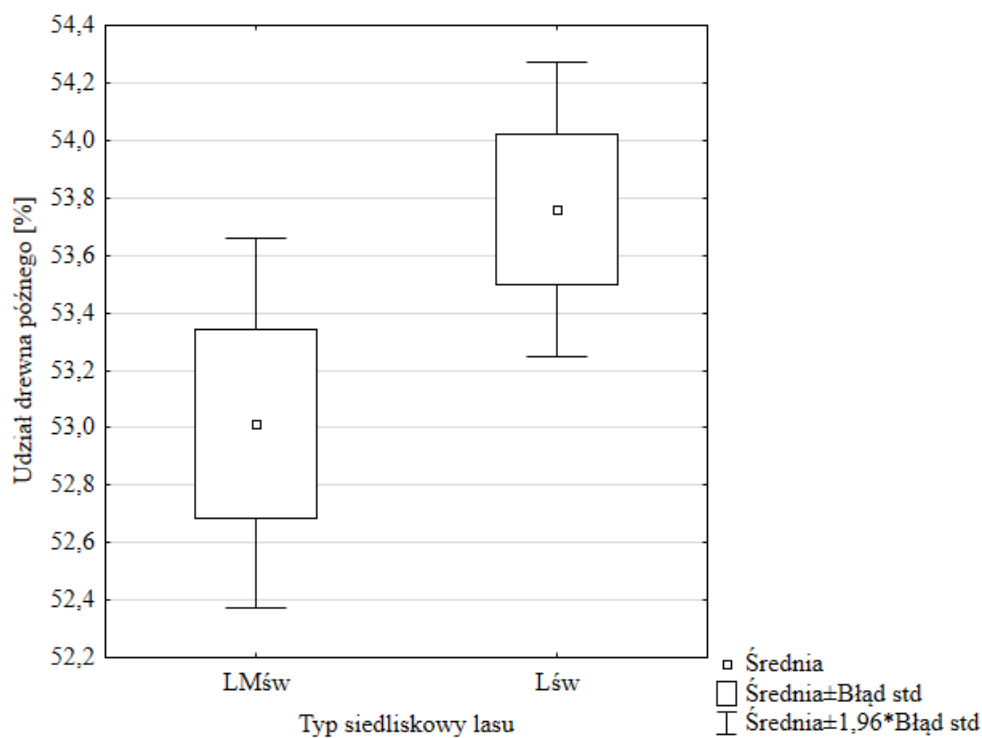
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2556492	1	2556492	74867,30	< 0,0001 *
Lokalizacja	1434	4	359	10,50	< 0,0001 *
TSL	123	1	123	3,60	0,0583
Lokalizacja * TSL (interakcja)	3568	4	892	26,12	< 0,0001 *
Błąd	30288	887	34		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 159). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 160).

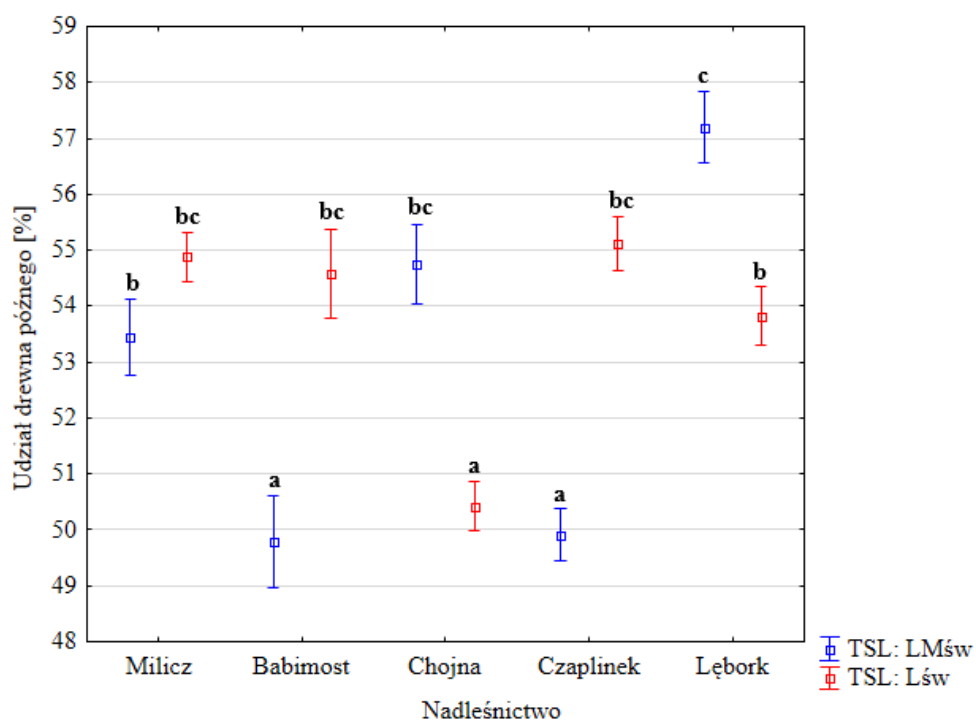


Ryc. 159. Porównanie średnich wartości procentowego udziału drewna późnego w lokalizacjach

Na rycinie nr 161 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 160. Porównanie średnich wartości procentowego udziału drewna późnego w TSL



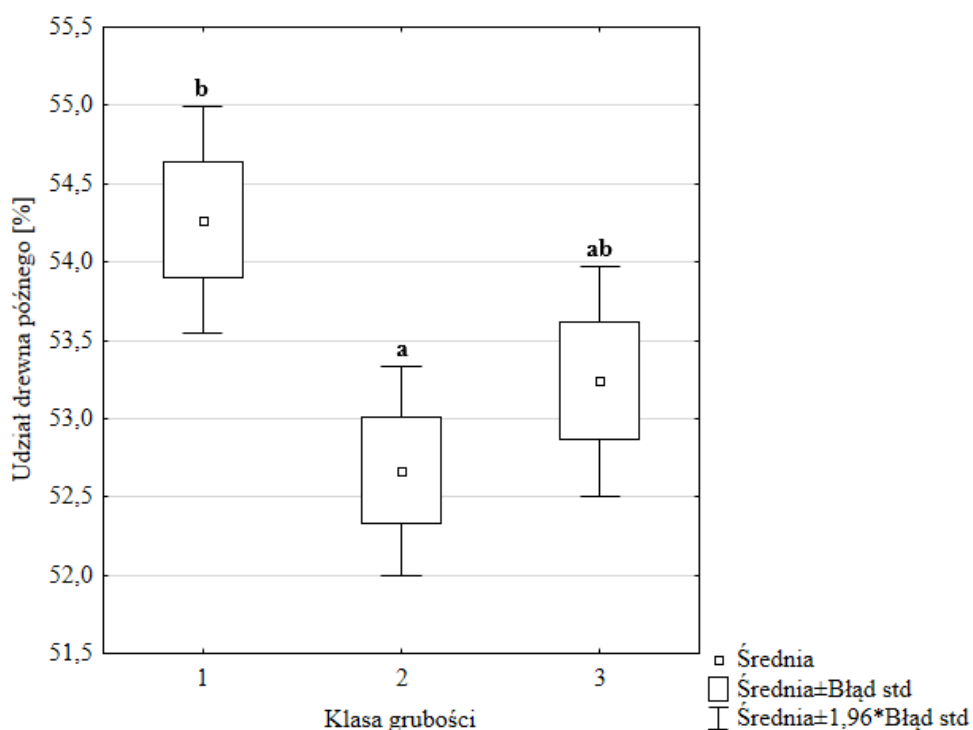
Ryc. 161. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału drewna późnego w rozbiću na lokalizację i TSL

Analiza zależności procentowego udziału drewna późnego od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 88). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 88. Analiza wariancji między procentowym udziałem drewna późnego a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

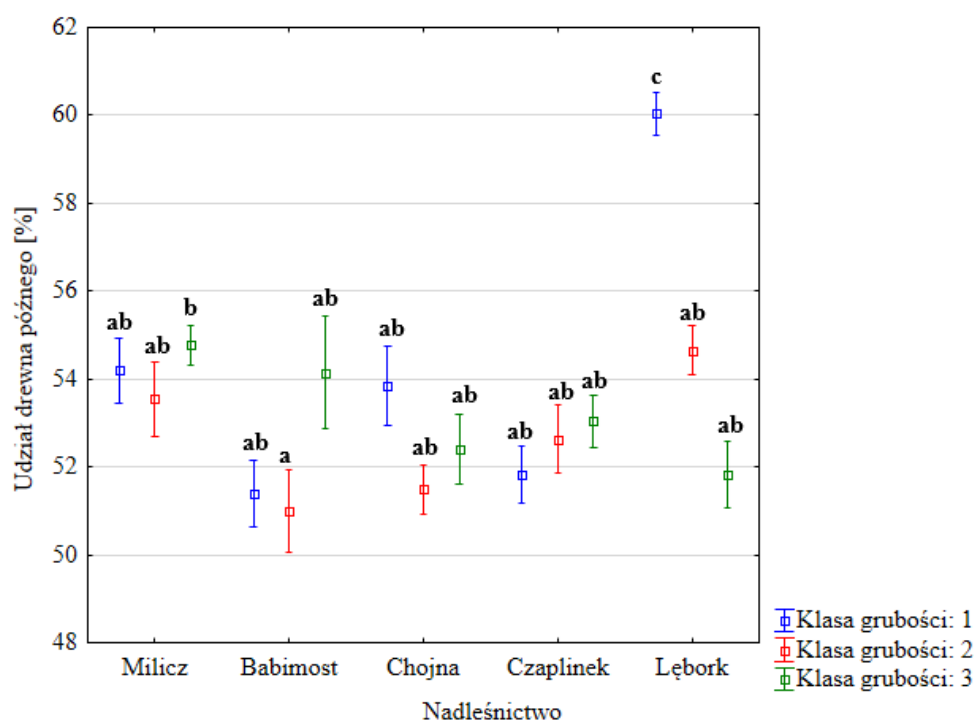
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2556577	1	2556577	72105,27	< 0,0001 *
Lokalizacja	1438	4	359	10,14	< 0,0001 *
Gr	392	2	196	5,53	0,0041 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	2309	8	289	8,14	< 0,0001 *
Błąd	31272	882	35		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 162).



Ryc. 162. Porównanie średnich wartości procentowego udziału drewna późnego w Gr

Na rycinie nr 163 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem drewna późnego dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 163. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału drewna późnego w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności procentowego udziału drewna późnego od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji czynników na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 89). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

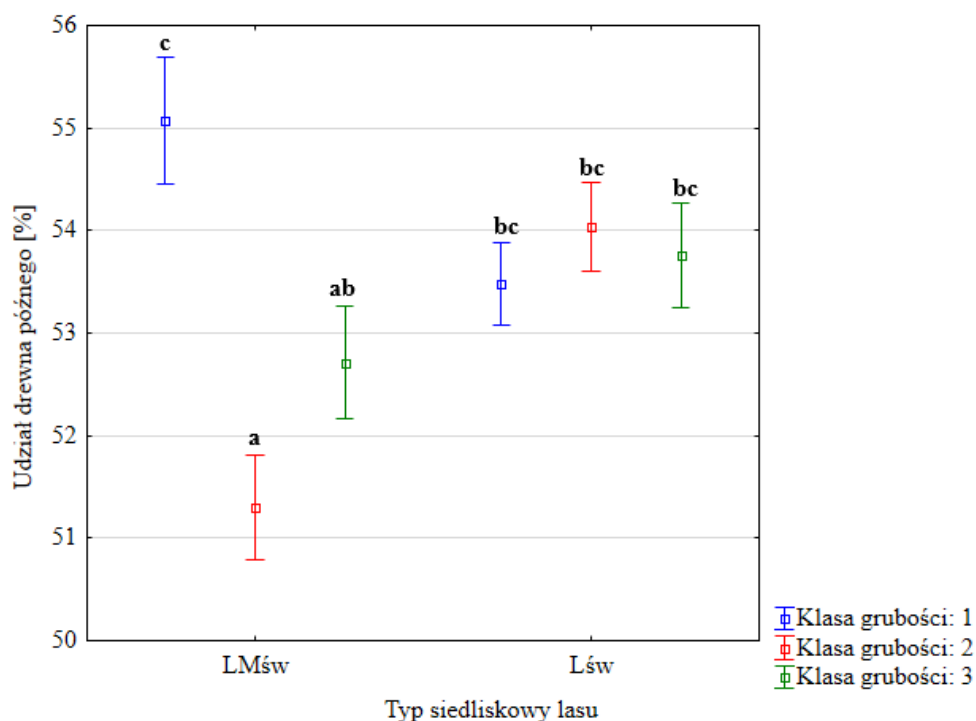
Tab. 89. Analiza wariancji między procentowym udziałem drewna późnego a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2557130	1	2557130	66632,26	< 0,0001 *
TSL	119	1	119	3,11	0,0783
Gr	397	2	198	5,17	0,0058 *
TSL*Gr (interakcja)	708	2	354	9,22	0,0001 *
Błąd	34194	891	38		

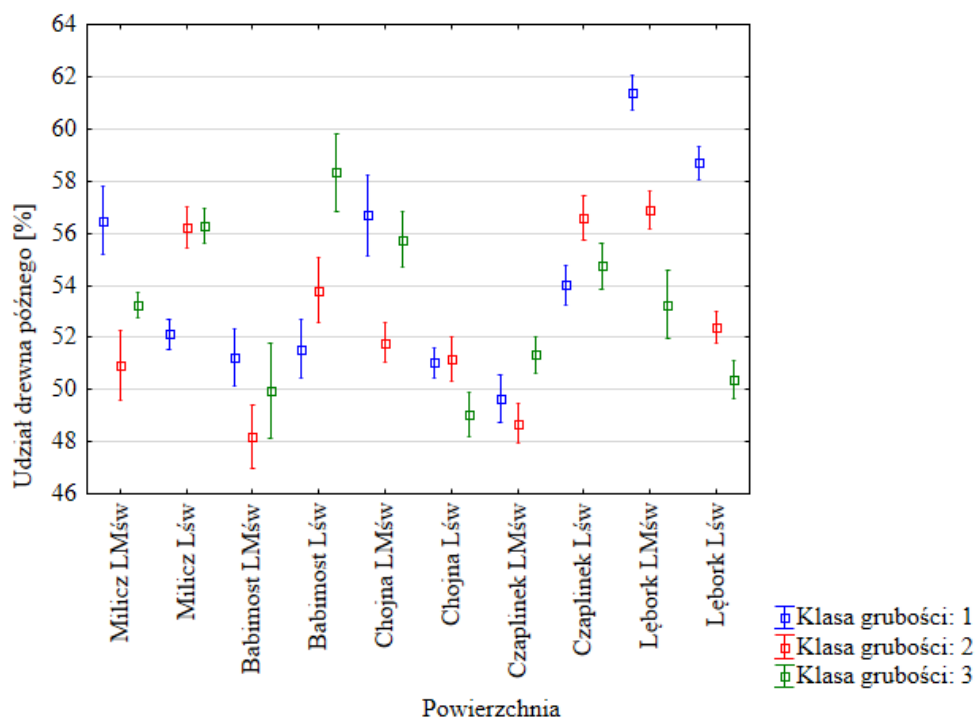
Na rycinie nr 164 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem drewna późnego dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 165, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. W większości przypadków otrzymane wartości wzrastały wraz ze wzrostem klasy grubości – wyjątek stanowią wartości uzyskane dla Chojny.

Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między procentowym udziałem drewna późnego, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 164. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału drewna późnego w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 165. Porównanie średnich wartości procentowego udziału drewna późnego i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3. Właściwości fizyczne

5.3.1. Gęstość drewna określona na próbkach 20x20x300 mm

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima gęstości drewna DG określonej na próbkach długich oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiu na lokalizację, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 91.

Najwyższą średnią wartość gęstości drewna DG określonej na próbkach długich uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 741,81 kg/m³, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 591,63 kg/m³. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 743,30 kg/m³, a najniższą dla Lęborka na Lśw w II klasie grubości – 592,25 kg/m³. Dla całego materiału poddanego analizie gęstość drewna określona na próbkach długich wyniosła średnio 644,88 kg/m³, a mediana 642,03 kg/m³. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 650,38 kg/m³. Natomiast w klasach grubości wartości gęstości drewna określonej na próbkach długich wyniosły: 643,54 kg/m³ w I klasie, 639,21 kg/m³ w II klasie oraz 651,89 kg/m³ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimoście na Lśw w I klasie grubości (509,42 kg/m³), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (796,55 kg/m³). Współczynnik zmienności wyniósł 8,30%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 91).

Analiza zależności gęstości drewna DG określonej na próbkach długich od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 90). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

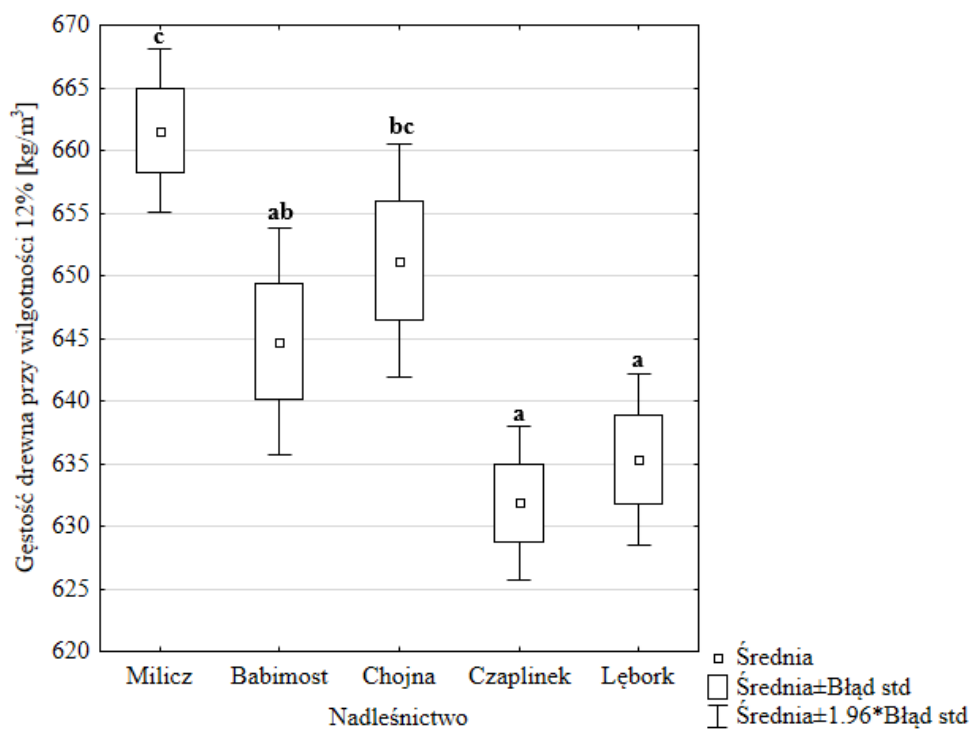
Tab. 90. Analiza wariancji między gęstością drewna określonej na próbkach 20x20x300 mm a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	373003693	1	373003693	180224,0	< 0,0001 *
Lokalizacja	101828	4	25457	12,3	< 0,0001 *
TSL	26726	1	26726	12,9	0,0003 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	600818	4	150205	72,6	< 0,0001 *
Błąd	1835795	887	2070		

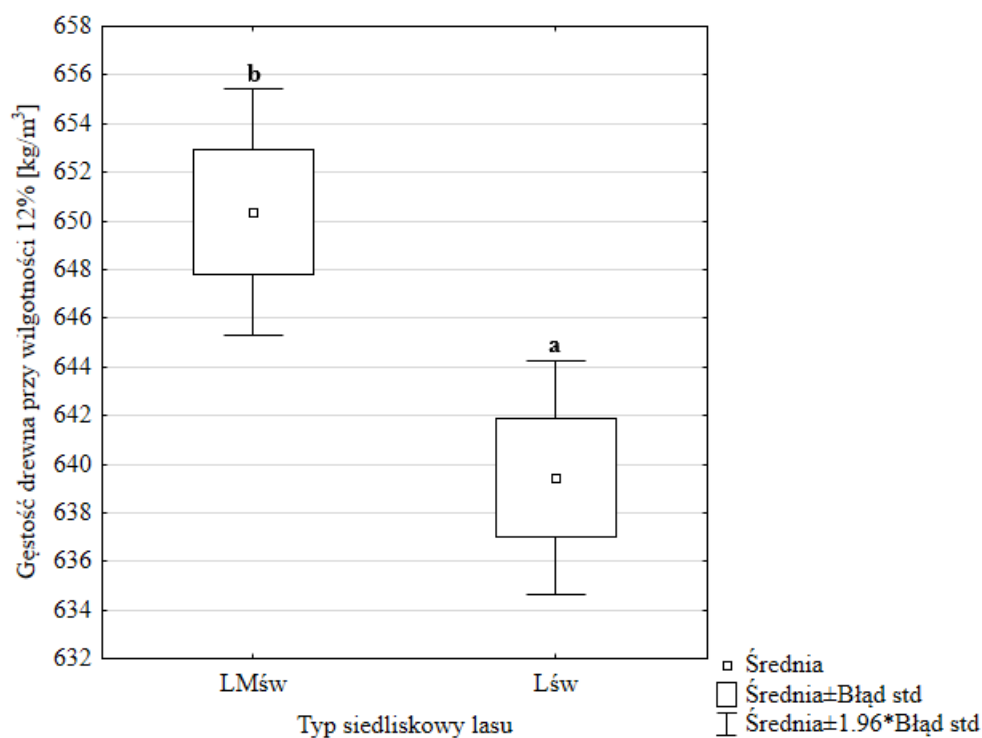
Tab. 91. Statystyka opisowa gęstości drewna określonej na próbkach 20x20x300 mm [kg/m³] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Uwzględnienie rozkładu: TSLTGR									
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	617,50	615,07	548,20	686,86	35,71	5,78
		2	30	639,63	636,21	552,72	729,98	55,15	8,62
		3	30	676,73	669,81	649,85	727,56	19,50	2,88
		Razem	87	645,55	656,51	548,20	729,98	46,24	7,16
	Lśw	1	30	659,75	654,69	580,85	724,50	30,34	4,60
		2	30	666,59	668,30	625,79	715,63	20,31	3,05
		3	30	704,80	704,18	591,37	761,66	38,43	5,45
		Razem	90	677,04	674,25	580,85	761,66	36,23	5,35
	Razem		177	661,57	666,65	548,20	761,66	44,25	6,69
Babimost	LMśw	1	30	621,58	628,63	532,49	715,17	54,94	8,84
		2	30	634,73	641,81	547,81	697,64	43,46	6,85
		3	30	644,42	648,54	554,99	702,94	43,88	6,81
		Razem	90	633,58	640,11	532,49	715,17	48,11	7,59
	Lśw	1	30	649,09	641,97	509,42	767,54	96,58	14,88
		2	30	662,81	651,87	569,98	762,55	59,37	8,96
		3	30	655,85	648,61	567,10	756,64	55,25	8,42
		Razem	90	655,92	648,61	509,42	767,54	72,21	11,01
	Razem		180	644,75	643,05	509,42	767,54	62,20	9,65
Chojna	LMśw	1	30	698,25	714,19	603,80	788,02	62,19	8,91
		2	30	652,81	652,26	601,21	714,36	24,44	3,74
		3	30	741,81	743,30	677,44	796,55	36,34	4,90
		Razem	90	697,63	692,07	601,21	796,55	56,75	8,13
	Lśw	1	30	598,68	596,76	556,32	637,03	18,57	3,10
		2	30	614,78	613,67	571,28	660,40	22,69	3,69
		3	30	600,84	604,66	548,25	644,88	23,92	3,98
		Razem	90	604,77	603,69	548,25	660,40	22,76	3,76
	Razem		180	651,20	633,13	548,25	796,55	63,45	9,74
Czaplinek	LMśw	1	30	625,91	629,46	546,27	695,52	44,60	7,13
		2	30	619,66	624,43	559,99	674,40	35,03	5,65
		3	30	596,79	601,96	514,80	639,15	31,32	5,25
		Razem	90	614,12	610,25	514,80	695,52	39,06	6,36
	Lśw	1	30	625,49	632,16	551,33	715,07	35,92	5,74
		2	30	667,74	658,06	620,01	738,45	31,84	4,77
		3	30	655,59	655,98	606,91	724,04	29,31	4,47
		Razem	90	649,61	647,41	551,33	738,45	36,74	5,66
	Razem		180	631,86	634,76	514,80	738,45	41,79	6,61
Lębork	LMśw	1	30	690,80	688,13	635,21	743,12	41,10	5,95
		2	30	641,32	631,15	594,06	706,02	34,69	5,41
		3	30	650,42	652,89	585,06	726,09	34,23	5,26
		Razem	90	660,85	654,74	585,06	743,12	42,33	6,41
	Lśw	1	30	645,70	647,03	590,96	701,44	26,64	4,13
		2	30	592,06	592,25	550,66	635,79	24,95	4,21
		3	30	591,63	592,33	545,29	654,93	26,45	4,47
		Razem	90	609,80	606,15	545,29	701,44	36,25	5,94
	Razem		180	635,32	630,95	545,29	743,12	46,90	7,38
LMśw			447	650,38	650,56	514,80	796,55	54,57	8,39
Lśw			450	639,43	633,27	509,42	767,54	51,96	8,13
1			297	643,54	641,41	509,42	788,02	57,62	8,95
2			300	639,21	638,25	547,81	762,55	43,79	6,85
3			300	651,89	649,87	514,80	796,55	57,44	8,81
Razem			897	644,88	642,03	509,42	796,55	53,53	8,30

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 166), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 167).

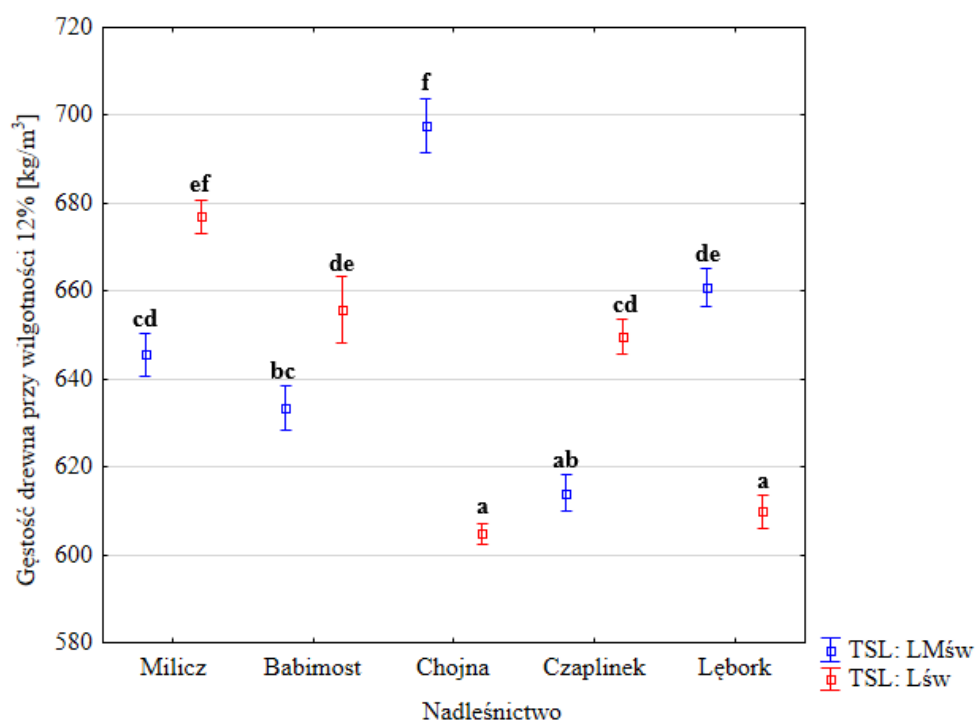


Ryc. 166. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach długich w lokalizacjach



Ryc. 167. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach długich w TSL

Na rycinie nr 168 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach długich dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



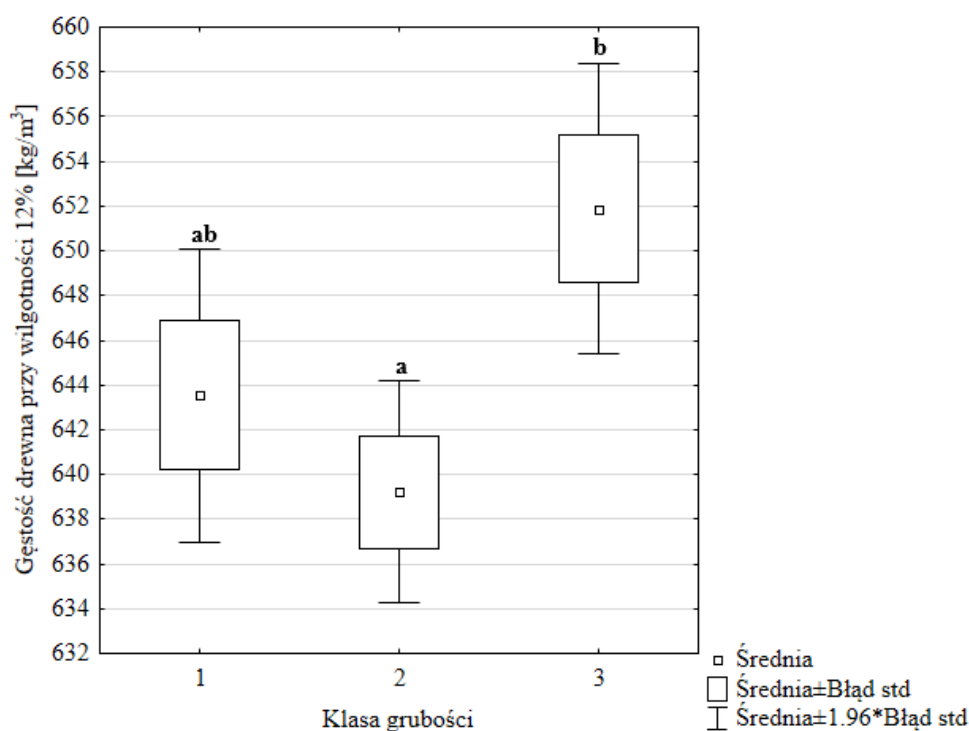
Ryc. 168. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach długich w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności gęstości drewna określonej na próbkach długich od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 92). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 92. Analiza wariancji między gęstością drewna określonej na próbkach 20x20x300 mm a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

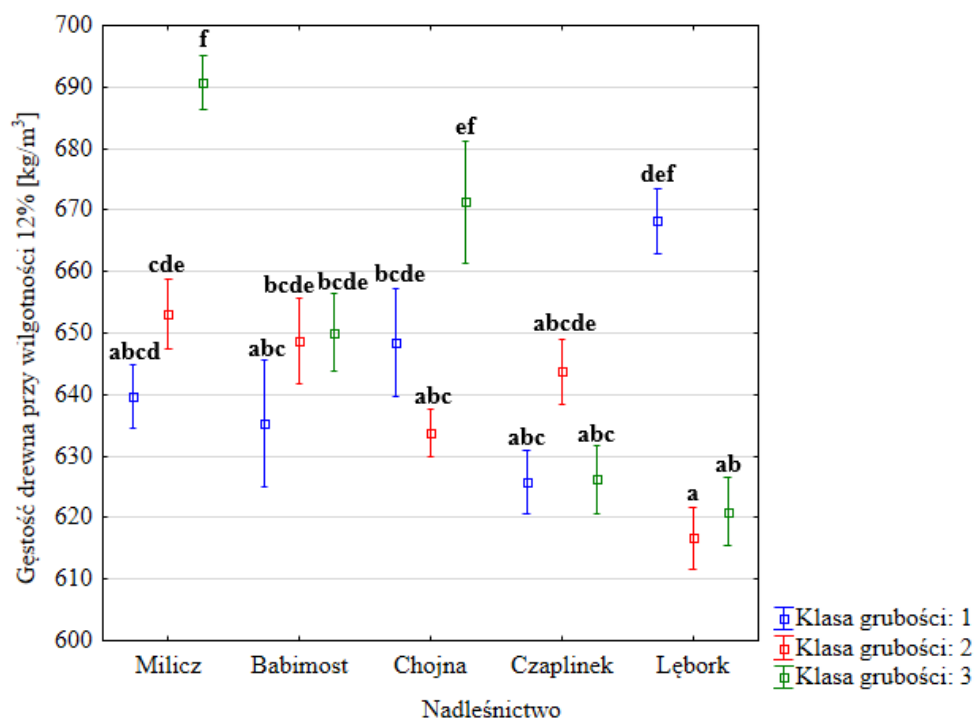
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	372958770	1	372958770	148193,4	< 0,0001 *
Lokalizacja	101250	4	25312	10,1	< 0,0001 *
Gr	24934	2	12467	5,0	0,0073 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	219545	8	27443	10,9	< 0,0001 *
Błąd	2219732	882	2517		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 169).



Ryc. 169. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach długich w Gr

Na rycinie nr 170 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach długich dla różnych klas grubości i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



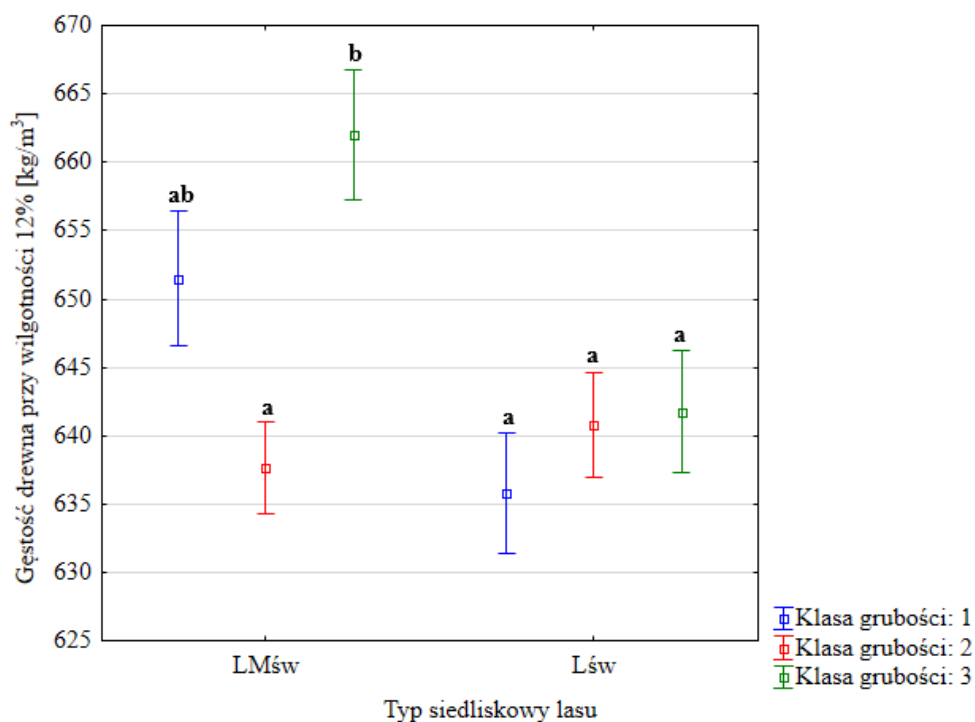
Ryc. 170. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach długich w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności gęstości drewna określonej na próbkach długich od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 93). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

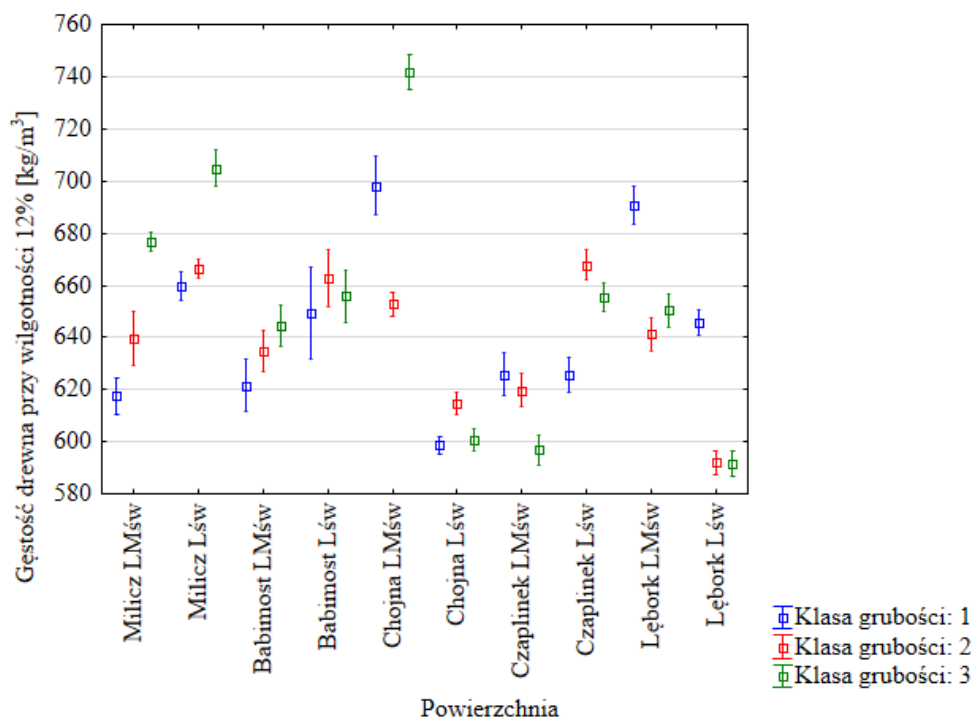
Tab. 93. Analiza wariancji między gęstością drewna określoną na próbkach 20x20x300 mm a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	373044015	1	373044015	133352,0	< 0,0001 *
Gr	24841	2	12421	4,4	0,0121 *
TSL	26921	1	26921	9,6	0,0020 *
TSL*Gr (interakcja)	23194	2	11597	4,1	0,0161 *
Błąd	2492518	891	2797		

Na rycinie nr 171 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach długich dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 171. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach długich w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 172. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach długich i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 172, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między gęstością drewna określoną na próbkach długich, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.3.2. Gęstość drewna określona na próbkach 20x20x30 mm

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima gęstości drewna DG określonej na próbkach krótkich oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 94.

Najwyższą średnią wartość gęstości drewna DG określonej na próbkach krótkich uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 745,96 kg/m³, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 586,88 kg/m³. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 750,60 kg/m³, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 588,44 kg/m³. Dla całego materiału poddanego analizie gęstość drewna określona na próbkach krótkich wyniosła średnio 644,83 kg/m³, a mediana 641,38 kg/m³. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 649,57 kg/m³. Natomiast w klasach grubości wartości gęstości drewna określonej na próbkach krótkich wyniosły: 641,95 kg/m³ w I klasie, 640,36 kg/m³ w II klasie oraz 652,15 kg/m³ w III

klasie. Najniższą wartość zanotowano w Babimostcie na Lśw w I klasie grubości (514,85 kg/m³), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (810,08 kg/m³). Współczynnik zmienności wyniósł 8,63%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 94).

Tab. 94. Statystyka opisowa gęstości drewna określonej na próbkach 20x20x30 mm [kg/m³] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

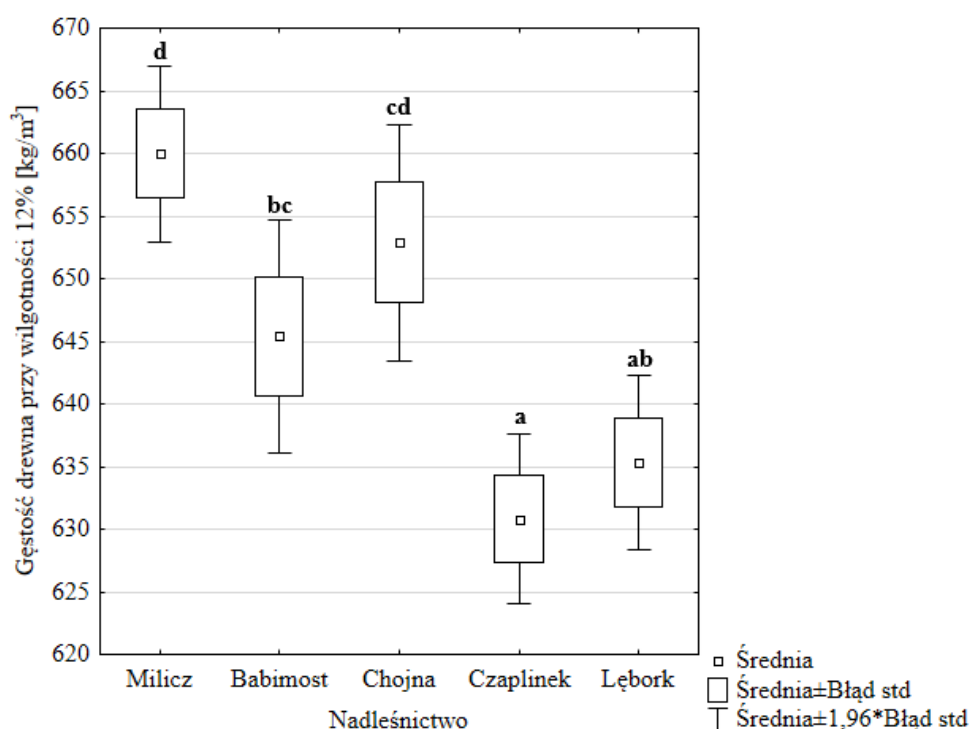
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	610,33	609,29	520,67	680,07	38,87	6,37
		2	30	633,92	628,28	547,82	717,36	57,32	9,04
		3	30	680,01	675,25	645,34	733,28	22,77	3,35
		Razem	87	642,49	656,51	520,67	733,28	50,80	7,91
	Lśw	1	30	661,68	651,16	575,84	748,31	37,01	5,59
		2	30	668,14	668,00	604,89	714,09	22,12	3,31
		3	30	700,90	701,72	577,69	773,31	39,87	5,69
		Razem	90	676,91	679,40	575,84	773,31	37,71	5,57
	Razem		177	659,99	666,74	520,67	773,31	47,73	7,23
Babimost	LMśw	1	30	617,96	630,08	533,45	697,25	54,36	8,80
		2	30	636,95	633,52	536,99	717,98	49,12	7,71
		3	30	648,47	647,39	546,14	750,12	50,16	7,74
		Razem	90	634,46	643,95	533,45	750,12	52,24	8,23
	Lśw	1	30	649,50	651,20	514,85	779,69	96,88	14,92
		2	30	663,00	648,09	568,30	758,36	61,34	9,25
		3	30	656,57	668,75	550,22	756,74	52,97	8,07
		Razem	90	656,36	661,31	514,85	779,69	72,31	11,02
	Razem		180	645,41	645,00	514,85	779,69	63,86	9,89
Chojna	LMśw	1	30	698,46	716,13	594,09	785,69	64,15	9,18
		2	30	655,83	650,31	613,59	729,53	23,65	3,61
		3	30	745,96	750,60	677,37	810,08	38,87	5,21
		Razem	90	700,08	693,12	594,09	810,08	58,19	8,31
	Lśw	1	30	603,13	603,65	556,96	639,18	18,76	3,11
		2	30	617,25	615,63	585,06	657,00	16,67	2,70
		3	30	596,64	594,99	549,64	646,82	25,42	4,26
		Razem	90	605,67	605,84	549,64	657,00	22,15	3,66
	Razem		180	652,88	634,36	549,64	810,08	64,56	9,89
Czaplinek	LMśw	1	30	617,47	611,87	540,20	696,32	45,54	7,38
		2	30	614,97	613,84	542,40	680,11	38,00	6,18
		3	30	595,49	598,21	522,78	653,63	35,65	5,99
		Razem	90	609,31	607,84	522,78	696,32	40,72	6,68
	Lśw	1	30	623,05	625,81	554,43	702,11	37,44	6,01
		2	30	676,85	663,30	623,63	765,39	37,75	5,58
		3	30	657,09	654,82	591,86	714,37	30,35	4,62
		Razem	90	652,33	647,18	554,43	765,39	41,48	6,36
	Razem		180	630,82	634,50	522,78	765,39	46,32	7,34
Lębork	LMśw	1	30	689,42	681,24	629,41	752,21	43,58	6,32
		2	30	640,83	637,51	577,47	734,93	34,68	5,41
		3	30	653,53	657,60	588,02	697,68	30,75	4,70
		Razem	90	661,26	655,34	577,47	752,21	41,79	6,32
	Lśw	1	30	645,31	643,21	593,97	699,02	28,66	4,44
		2	30	595,84	597,52	549,44	632,28	24,98	4,19
		3	30	586,88	588,44	536,00	691,53	32,24	5,49
		Razem	90	609,34	608,20	536,00	699,02	38,43	6,31
	Razem		180	635,30	631,15	536,00	752,21	47,75	7,52
LMśw		447	649,57	649,38	520,67	810,08	57,64	8,87	
Lśw		450	640,12	633,59	514,85	779,69	53,21	8,31	
1		297	641,95	637,66	514,85	785,69	59,32	9,24	
2		300	640,36	639,06	536,99	765,39	45,94	7,17	
3		300	652,15	652,53	522,78	810,08	59,99	9,20	
Razem		897	644,83	641,38	514,85	810,08	55,63	8,63	

Analiza zależności gęstości drewna DG określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 95). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

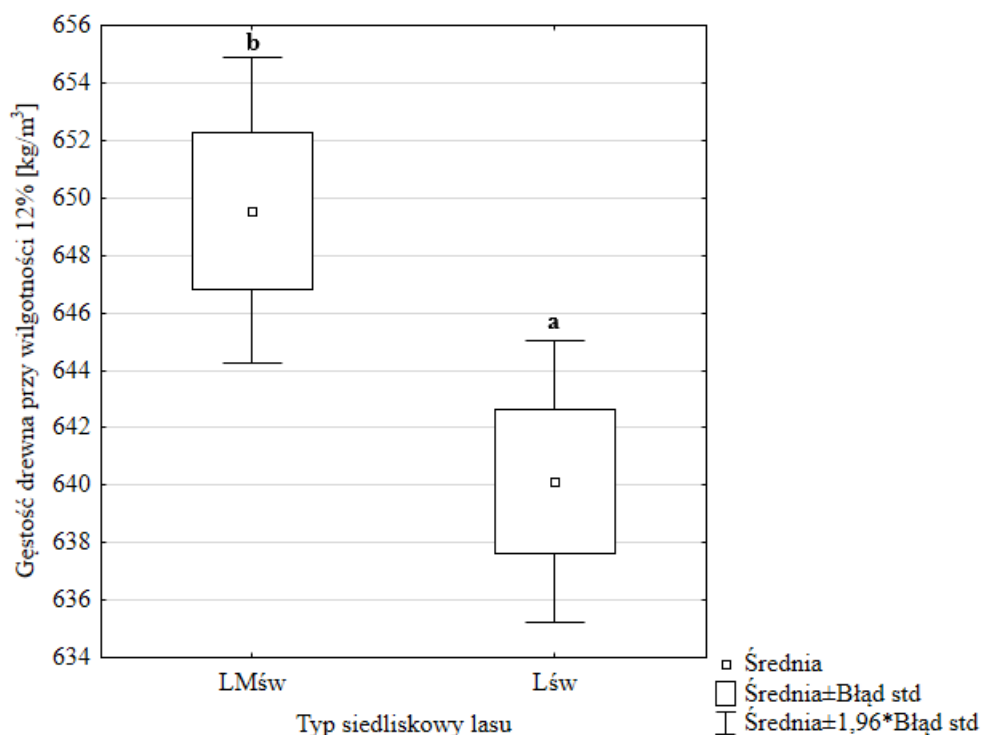
Tab. 95. Analiza wariancji między gęstością drewna określonej na próbkach 20x20x30 mm a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	372929177	1	372929177	166272,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	102508	4	25627	11,4	< 0,0001 *
TSL	19807	1	19807	8,8	0,0030 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	659187	4	164797	73,5	< 0,0001 *
Błąd	1989434	887	2243		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 4 grupy jednorodne (ryc. 173), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 174).

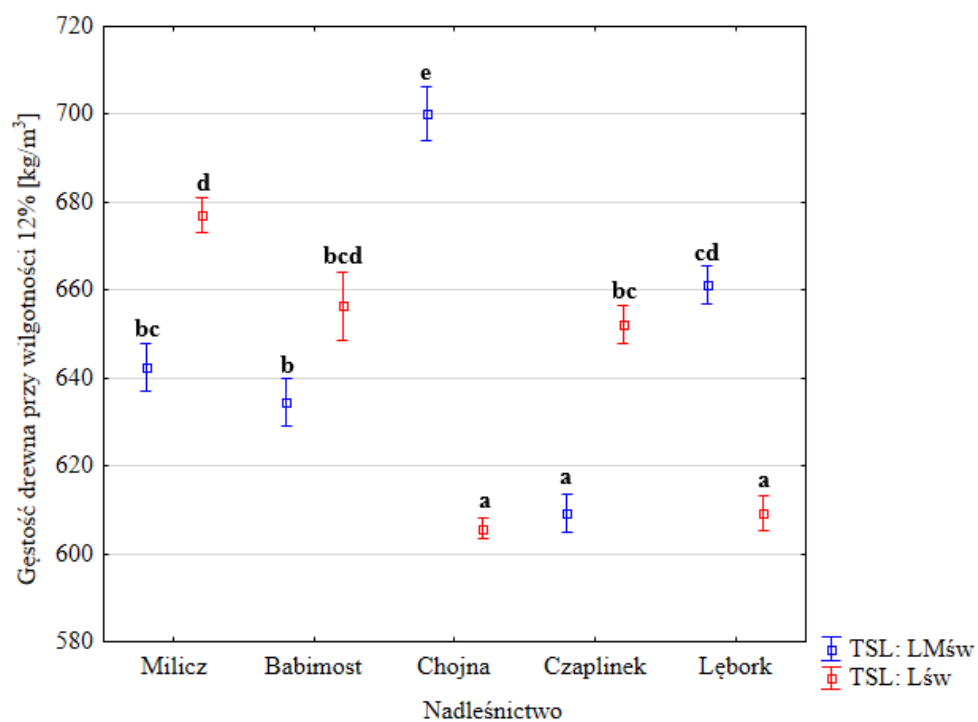


Ryc. 173. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w lokalizacjach



Ryc. 174. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w TSL

Na rycinie nr 175 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



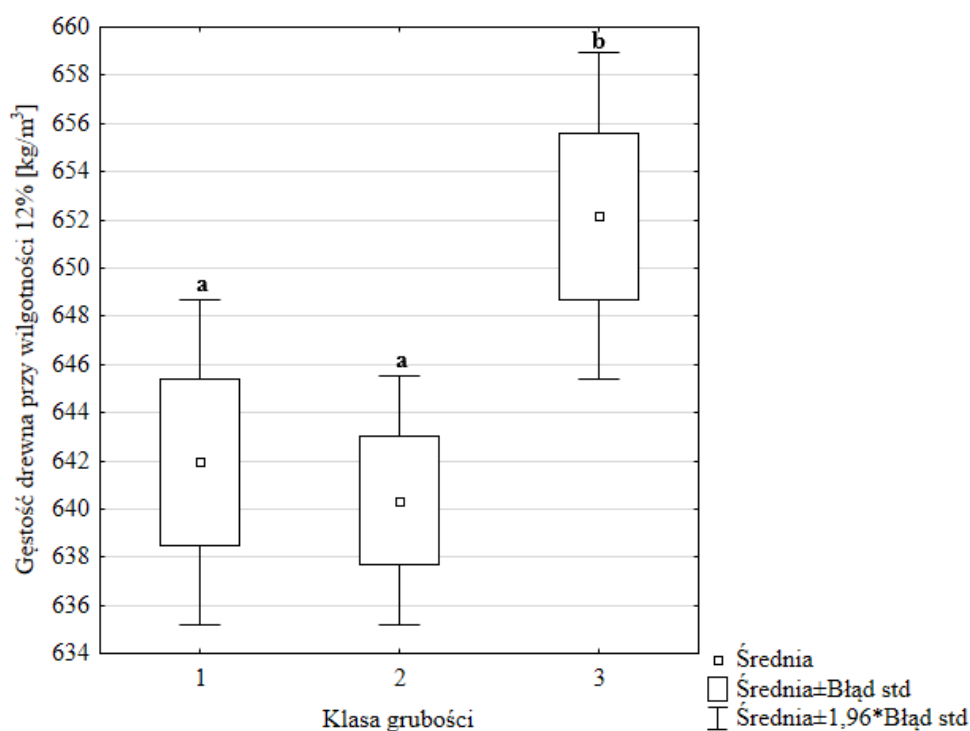
Ryc. 175. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności gęstości drewna określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 96). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 96. Analiza wariancji między gęstością drewna określonej na próbkach 20x20x30 mm a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

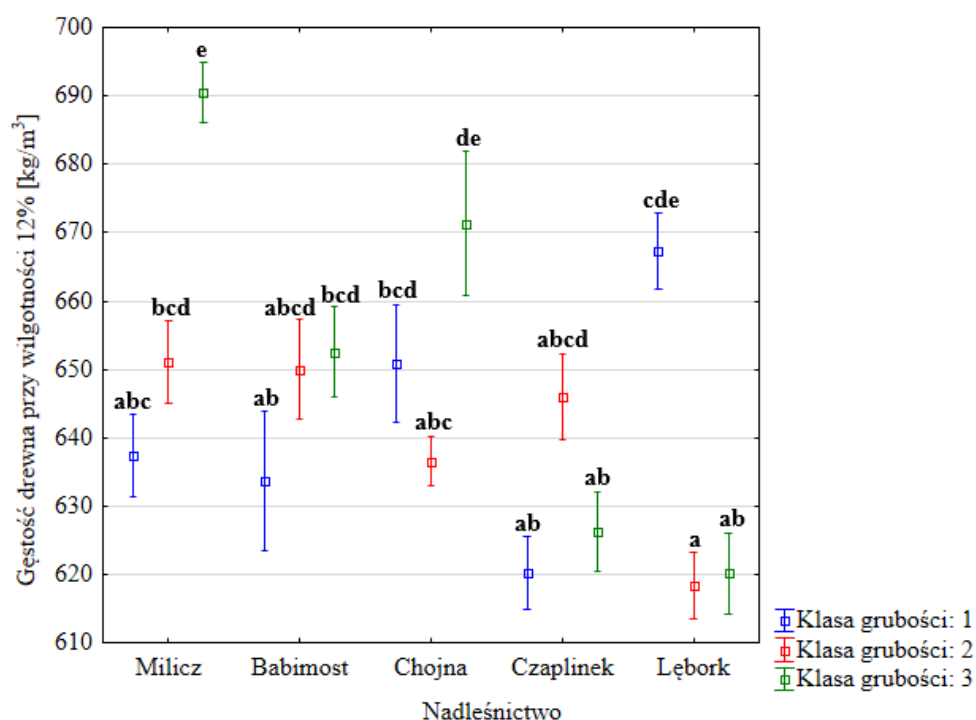
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	372886912	1	372886912	136125,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	102046	4	25512	9,3	< 0,0001 *
Gr	24646	2	12323	4,5	0,0114 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	228700	8	28588	10,4	< 0,0001 *
Błąd	2416051	882	2739		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 176).



Ryc. 176. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w Gr

Na rycinie nr 177 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 177. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności gęstości drewna określonej na próbkach krótkich od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 97). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

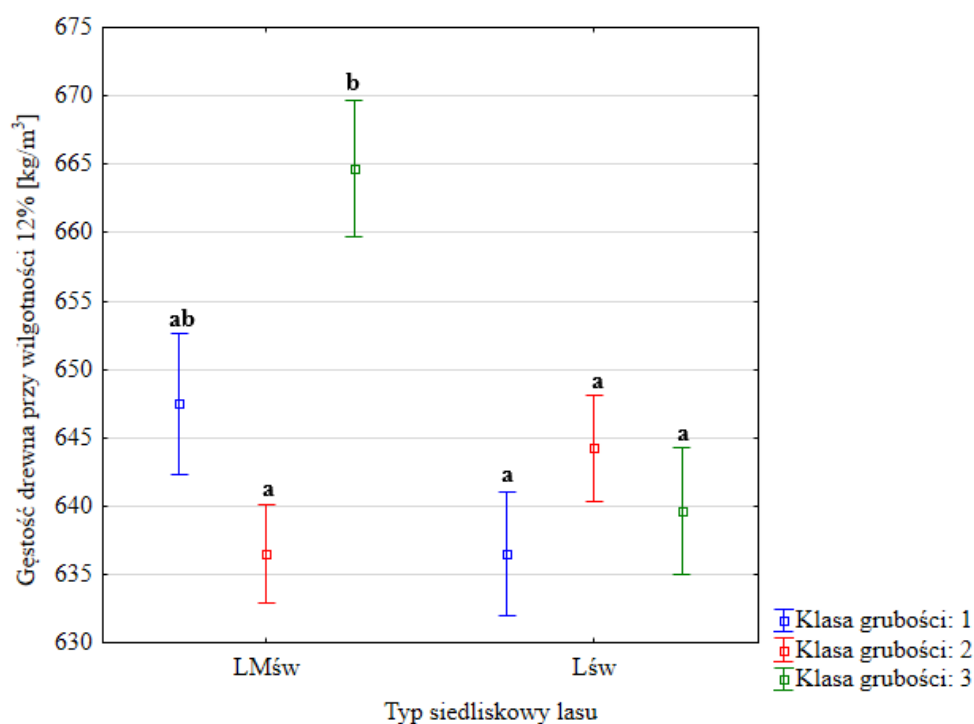
Tab. 97. Analiza wariancji między gęstością drewna określoną na próbkach 20x20x30 mm a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	372965825	1	372965825	123625,2	< 0,0001 *
TSL	19949	1	19949	6,6	0,0103 *
Gr	24474	2	12237	4,1	0,0176 *
TSL*Gr (interakcja)	40575	2	20287	6,7	0,0013 *
Błąd	2688066	891	3017		

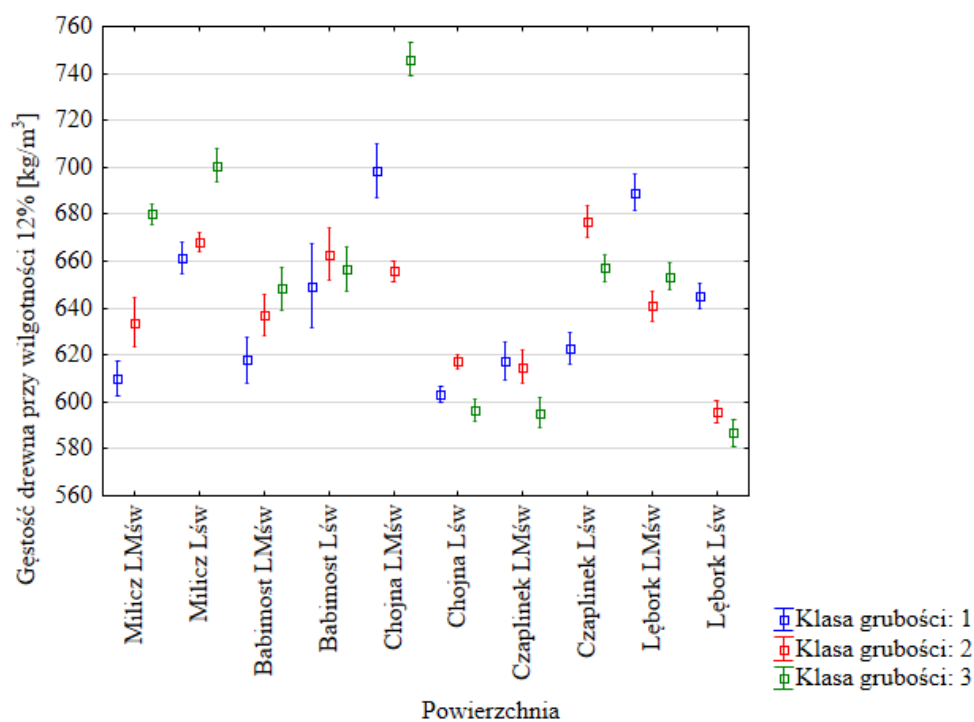
Na rycinie nr 178 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 179, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między gęstością drewna określoną na próbkach krótkich, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 178. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 179. Porównanie średnich wartości gęstości drewna określonej na próbkach krótkich i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.3. Gęstość drewna absolutnie suchego określona na próbkach 20x20x30 mm

Tab. 98. Statystyka opisowa gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach 20x20x30 mm [kg/m³] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	567,64	575,41	482,75	642,57	37,85	6,67
		2	30	592,70	588,65	514,69	675,76	53,80	9,08
		3	30	628,70	626,95	585,74	679,32	21,35	3,40
		Razem	87	597,33	607,19	482,75	679,32	46,80	7,84
	Lśw	1	30	614,60	609,70	551,96	682,78	33,10	5,39
		2	30	623,23	622,84	583,72	663,17	17,52	2,81
		3	30	651,69	655,04	525,86	719,66	40,45	6,21
		Razem	90	629,84	627,94	525,86	719,66	35,27	5,60
	Razem		177	613,86	620,63	482,75	719,66	44,33	7,22
Babimost	LMśw	1	30	580,33	588,82	481,71	652,96	50,78	8,75
		2	30	592,53	598,16	500,98	677,46	47,19	7,96
		3	30	601,72	607,10	497,33	663,93	45,34	7,53
		Razem	90	591,53	598,05	481,71	677,46	48,10	8,13
	Lśw	1	30	606,49	607,66	478,25	738,09	95,09	15,68
		2	30	610,19	601,30	536,11	712,92	57,69	9,45
		3	30	605,50	593,73	518,03	702,34	57,48	9,49
		Razem	90	607,39	595,96	478,25	738,09	71,50	11,77
	Razem		180	599,46	598,05	478,25	738,09	61,28	10,22
Chojna	LMśw	1	30	653,00	668,35	548,35	759,50	64,53	9,88
		2	30	611,03	609,40	552,82	693,29	29,90	4,89
		3	30	701,06	695,09	618,92	773,07	39,53	5,64
		Razem	90	655,03	653,73	548,35	773,07	59,37	9,06
	Lśw	1	30	554,66	554,15	517,35	590,43	19,64	3,54
		2	30	567,60	564,22	533,01	606,44	18,90	3,33
		3	30	555,99	559,73	497,29	606,17	25,91	4,66
		Razem	90	559,42	559,12	497,29	606,44	22,25	3,98
	Razem		180	607,22	587,81	497,29	773,07	65,55	10,80
Czaplinek	LMśw	1	30	581,64	578,45	499,82	655,12	47,69	8,20
		2	30	577,22	585,95	506,10	633,45	33,83	5,86
		3	30	550,01	551,58	466,90	600,52	33,54	6,10
		Razem	90	569,62	571,86	466,90	655,12	40,97	7,19
	Lśw	1	30	582,17	591,25	526,68	649,41	30,07	5,17
		2	30	634,26	627,91	578,86	713,37	40,94	6,45
		3	30	617,65	616,99	576,05	663,00	21,89	3,54
		Razem	90	611,36	600,55	526,68	713,37	38,40	6,28
	Razem		180	590,49	594,78	466,90	713,37	44,78	7,58
Lębork	LMśw	1	30	647,37	634,74	581,70	708,15	38,53	5,95
		2	30	591,41	590,96	544,60	638,95	27,68	4,68
		3	30	609,78	602,58	557,86	675,87	27,49	4,51
		Razem	90	616,19	613,66	544,60	708,15	39,09	6,34
	Lśw	1	30	597,61	592,03	560,42	643,96	20,98	3,51
		2	30	552,88	553,17	502,26	610,78	27,37	4,95
		3	30	545,09	548,30	495,03	585,45	23,20	4,26
		Razem	90	565,19	564,35	495,03	643,96	33,23	5,88
	Razem		180	590,69	587,32	495,03	708,15	44,30	7,50
LMśw		447	606,00	605,53	466,90	773,07	55,29	9,12	
Lśw		450	594,64	589,59	478,25	738,09	51,27	8,62	
1		297	598,86	594,57	478,25	759,50	57,13	9,54	
2		300	595,31	594,35	500,98	713,37	44,29	7,44	
3		300	606,72	605,19	466,90	773,07	57,81	9,53	
Razem		897	600,30	596,84	466,90	773,07	53,58	8,93	

Wartości liczności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima gęstości drewna DG absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich oraz odchylenia

standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 98.

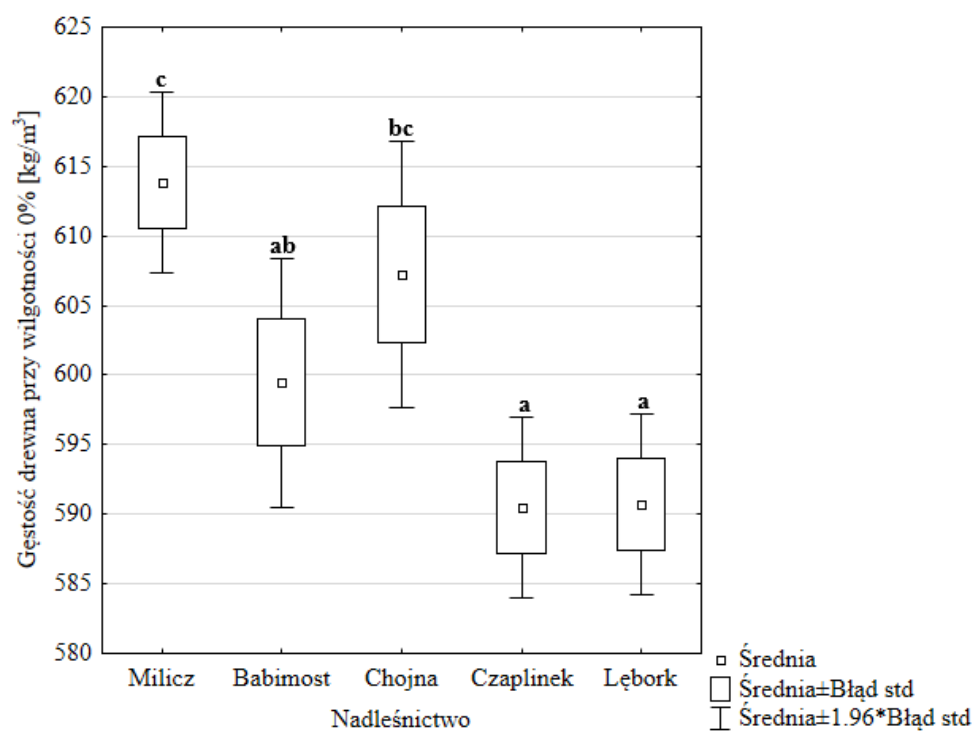
Najwyższą średnią wartość gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 701,06 kg/m³, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 545,09 kg/m³. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 695,09 kg/m³, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 548,30 kg/m³. Dla całego materiału poddanego analizie gęstość drewna absolutnie suchego określona na próbkach krótkich wyniosła średnio 600,30 kg/m³, a mediana 596,84 kg/m³. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 606,00 kg/m³. Natomiast w klasach grubości wartości gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich wyniosły: 598,86 kg/m³ w I klasie, 595,31 kg/m³ w II klasie oraz 606,72 kg/m³ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na LMśw w III klasie grubości (466,90 kg/m³), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (773,07 kg/m³). Współczynnik zmienności wyniósł 8,93%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 98).

Analiza zależności gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 99). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

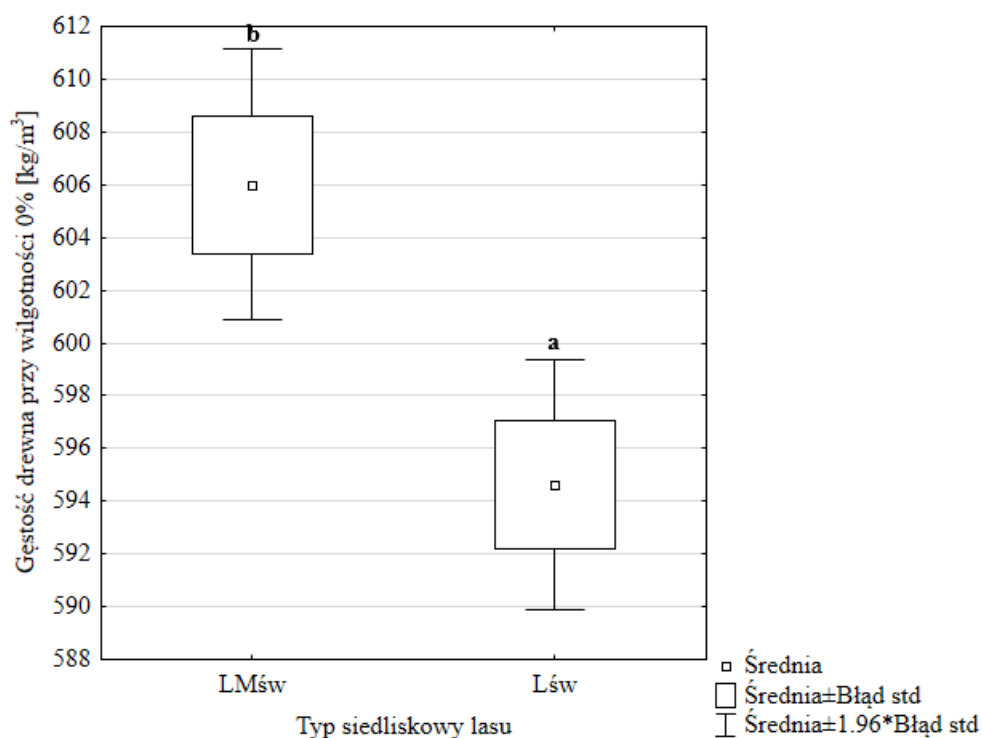
Tab. 99. Analiza wariancji między gęstością drewna absolutnie suchego określonej na próbkach 20x20x30 mm a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	323198986	1	323198986	156434,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	73921	4	18480	8,9	< 0,0001 *
TSL	28632	1	28632	13,9	0,0002 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	635436	4	158859	76,9	< 0,0001 *
Błąd	1832572	887	2066		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 180), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 181).



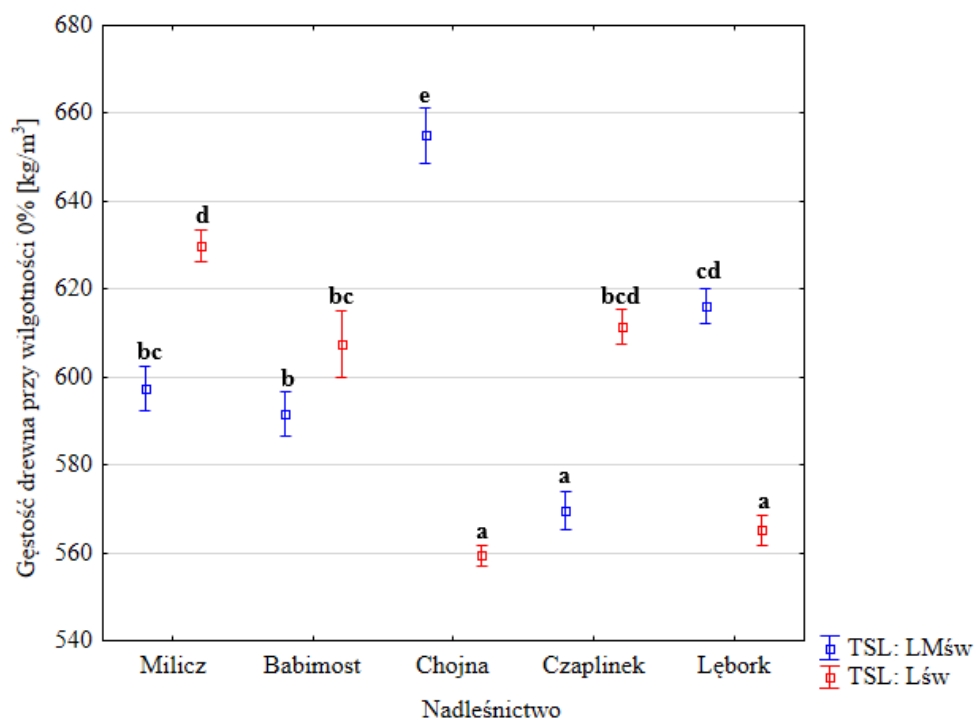
Ryc. 180. Porównanie średnich wartości gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w lokalizacjach



Ryc. 181. Porównanie średnich wartości gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w TSL

Na rycinie nr 182 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna absolutnie suchego określoną na próbkach krótkich dla różnych siedlisk

w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



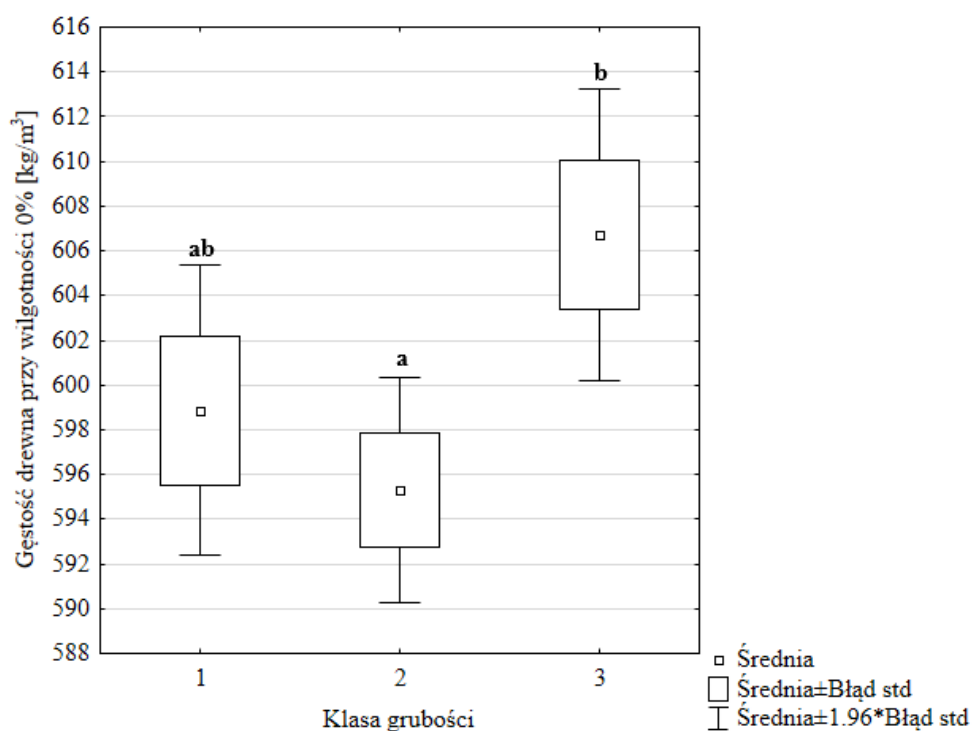
Ryc. 182. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w rozbięciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 100). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

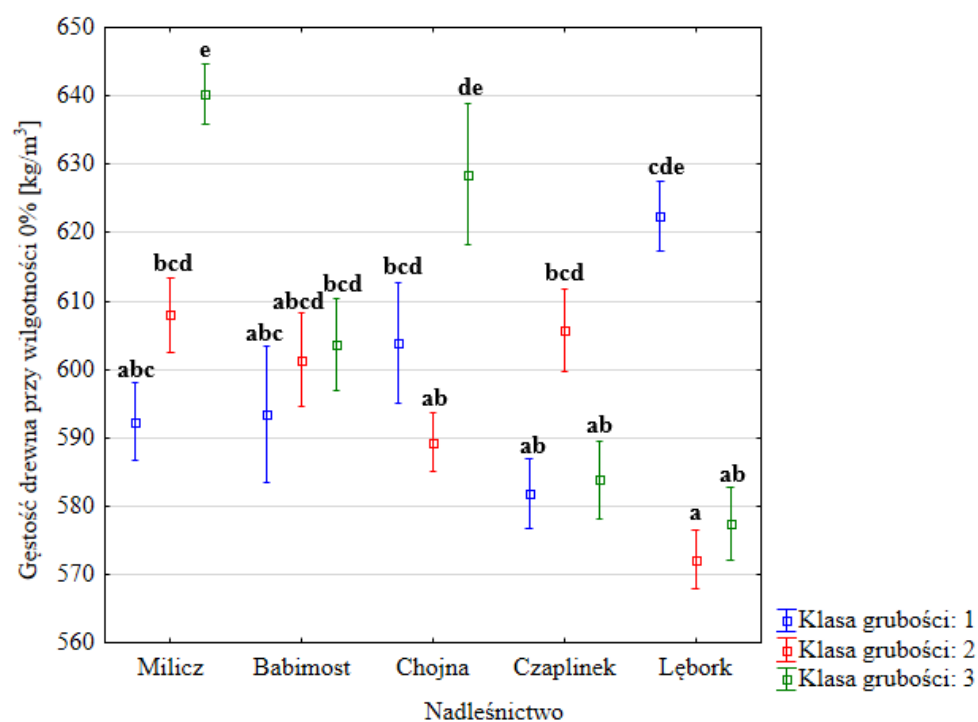
Tab. 100. Analiza wariancji między gęstością drewna absolutnie suchego określonej na próbkach 20x20x30 mm a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	323161622	1	323161622	125902,6	< 0,0001 *
Lokalizacja	73520	4	18380	7,2	< 0,0001 *
Gr	20513	2	10257	4,0	0,0114 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	213177	8	26647	10,4	< 0,0001 *
Błąd	2263881	882	2567		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 183).



Ryc. 183. Porównanie średnich wartości gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w Gr



Ryc. 184. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w rozbiu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 184 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna absolutnie suchego określoną na próbkach krótkich dla różnych Gr i nadleśnictw oraz

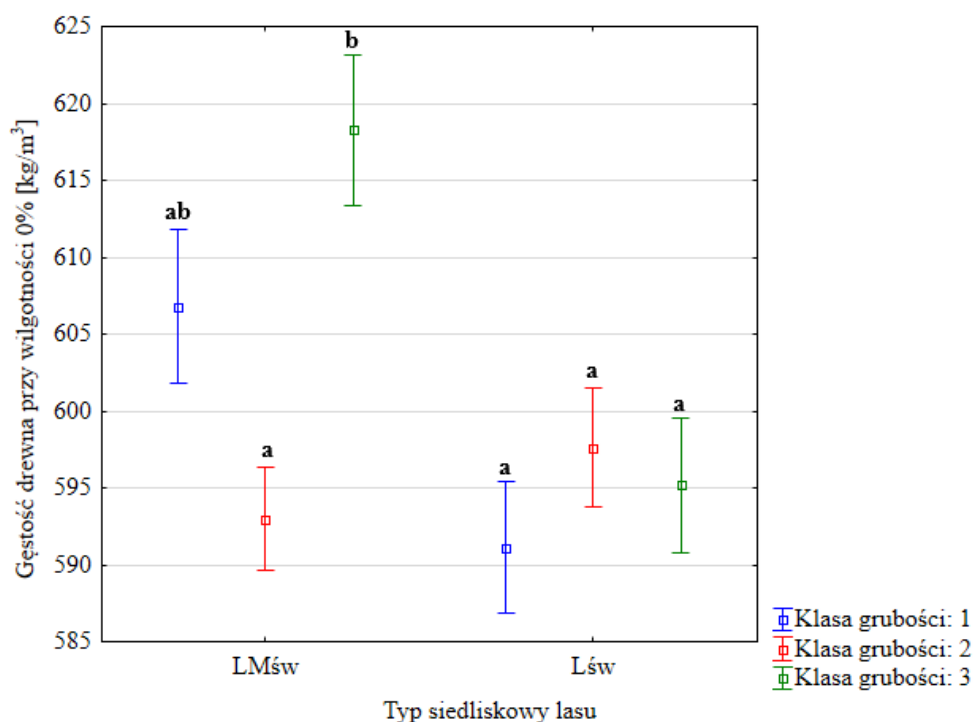
wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 101). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

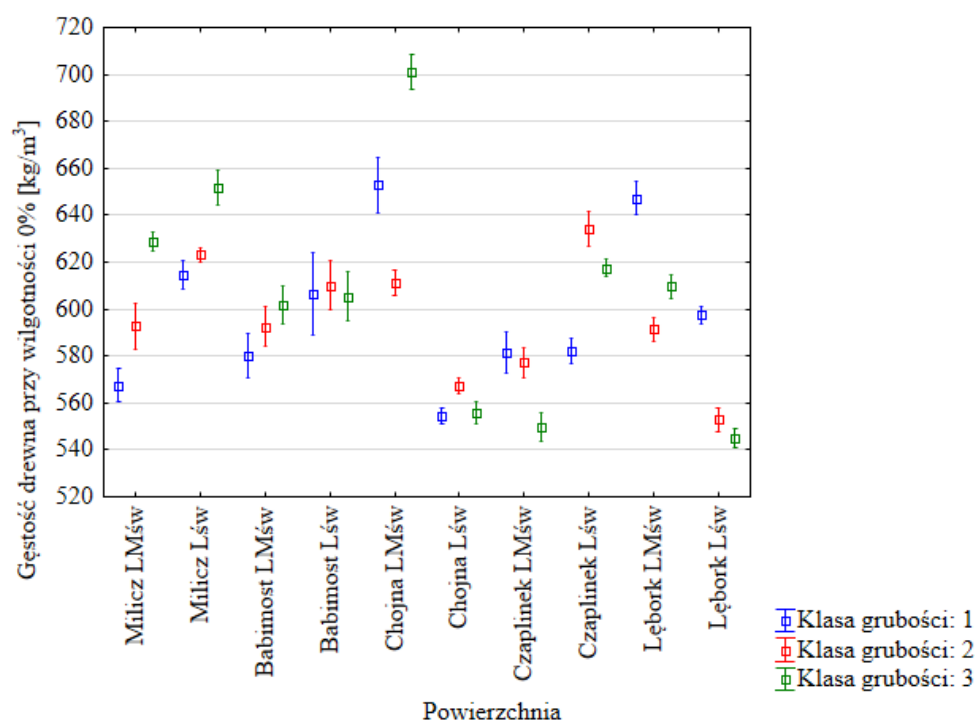
Tab. 101. Analiza wariancji między gęstością drewna absolutnie suchego określonej na próbkach 20x20x30 mm a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	323247996	1	323247996	115556,4	< 0,0001 *
TSL	28953	1	28953	10,4	0,0013 *
Gr	20391	2	10195	3,6	0,0265 *
TSL*Gr (interakcja)	30896	2	15448	5,5	0,0041 *
Błąd	2492410	891	2797		

Na rycinie nr 185 przedstawiono relację między przeciętną gęstością drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 185. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 186. Porównanie średnich wartości gęstości drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 186, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między gęstością drewna absolutnie suchego określonej na próbkach krótkich, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.3.4. Gęstość umowna drewna określona na próbkach 20x20x30 mm

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima gęstości umownej drewna DG określonej na próbkach krótkich oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, typ siedliskowy lasu oraz klasy grubości przedstawiono w tab. 102.

Najwyższą średnią wartość gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 599,83 kg/m³, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 478,98 kg/m³. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 596,41 kg/m³, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 477,78 kg/m³. Dla całego materiału poddanego analizie gęstość umowna drewna określona na próbkach krótkich wyniosła średnio 524,04 kg/m³, a mediana 520,65 kg/m³. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 528,13 kg/m³. Natomiast w klasach grubości wartości gęstości umownej drewna

Tab. 102. Statystyka opisowa gęstości umownej drewna określonej na próbkach 20x20x30 mm [kg/m³] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	504,54	504,53	424,58	568,88	32,86	6,51
		2	30	515,04	512,65	450,83	584,48	43,63	8,47
		3	30	545,01	544,13	509,60	581,79	17,67	3,24
		Razem	87	522,12	529,94	424,58	584,48	37,03	7,09
	Lśw	1	30	533,42	531,42	472,36	593,41	26,14	4,90
		2	30	540,36	540,04	504,89	579,94	16,63	3,08
		3	30	566,39	570,32	466,60	623,73	33,56	5,93
		Razem	90	546,72	544,70	466,60	623,73	29,72	5,44
	Razem		177	534,63	539,40	424,58	623,73	35,62	6,66
Babimost	LMśw	1	30	504,67	509,47	426,70	569,66	42,54	8,43
		2	30	519,02	521,94	449,13	583,32	35,57	6,85
		3	30	527,74	531,81	448,82	581,53	37,30	7,07
		Razem	90	517,14	519,96	426,70	583,32	39,33	7,60
	Lśw	1	30	526,23	524,46	421,64	634,08	78,31	14,88
		2	30	533,34	527,70	477,71	618,23	45,75	8,58
		3	30	534,39	526,73	464,66	611,51	44,72	8,37
		Razem	90	531,32	526,73	421,64	634,08	57,84	10,89
	Razem		180	524,23	521,79	421,64	634,08	49,83	9,51
Chojna	LMśw	1	30	568,49	579,71	486,35	653,85	53,52	9,41
		2	30	531,07	533,36	491,21	589,04	21,46	4,04
		3	30	599,83	596,41	539,96	651,80	28,27	4,71
		Razem	90	566,46	563,51	486,35	653,85	46,29	8,17
	Lśw	1	30	491,87	492,21	458,78	524,71	17,66	3,59
		2	30	502,10	498,90	476,26	549,01	15,71	3,13
		3	30	488,32	491,33	442,52	530,57	20,84	4,27
		Razem	90	494,10	493,25	442,52	549,01	18,92	3,83
	Razem		180	530,28	513,98	442,52	653,85	50,60	9,54
Czaplinek	LMśw	1	30	506,12	511,42	435,37	553,23	33,21	6,56
		2	30	505,05	512,35	447,61	550,49	29,82	5,90
		3	30	483,62	491,27	416,19	514,73	23,87	4,94
		Razem	90	498,26	497,44	416,19	553,23	30,71	6,16
	Lśw	1	30	512,89	522,18	453,52	604,32	32,45	6,33
		2	30	546,21	537,48	507,08	601,08	28,29	5,18
		3	30	534,83	529,84	496,33	603,65	25,95	4,85
		Razem	90	531,31	526,95	453,52	604,32	31,89	6,00
	Razem		180	514,79	516,26	416,19	604,32	35,34	6,87
Lębork	LMśw	1	30	560,30	567,19	498,16	613,59	34,20	6,10
		2	30	520,19	522,81	477,03	555,63	26,08	5,01
		3	30	528,97	529,21	473,97	600,64	30,79	5,82
		Razem	90	536,49	531,19	473,97	613,59	34,81	6,49
	Lśw	1	30	525,69	529,30	484,13	563,98	21,76	4,14
		2	30	484,59	486,08	445,67	525,50	21,37	4,41
		3	30	478,98	477,78	441,49	504,55	16,35	3,41
		Razem	90	496,42	493,09	441,49	563,98	28,78	5,80
	Razem		180	516,45	511,52	441,49	613,59	37,65	7,29
LMśw		447	528,13	528,36	416,19	653,85	44,19	8,37	
Lśw		450	519,97	515,70	421,64	634,08	41,42	7,97	
1		297	523,61	518,92	421,64	653,85	46,79	8,94	
2		300	519,70	518,73	445,67	618,23	34,69	6,68	
3		300	528,81	524,39	416,19	651,80	46,11	8,72	
Razem		897	524,04	520,65	416,19	653,85	42,99	8,20	

określonej na próbkach krótkich wyniosły: 523,61 kg/m³ w I klasie, 519,70 kg/m³ w II klasie oraz 528,81 kg/m³ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na LMśw w III klasie grubości (416,19 kg/m³), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw

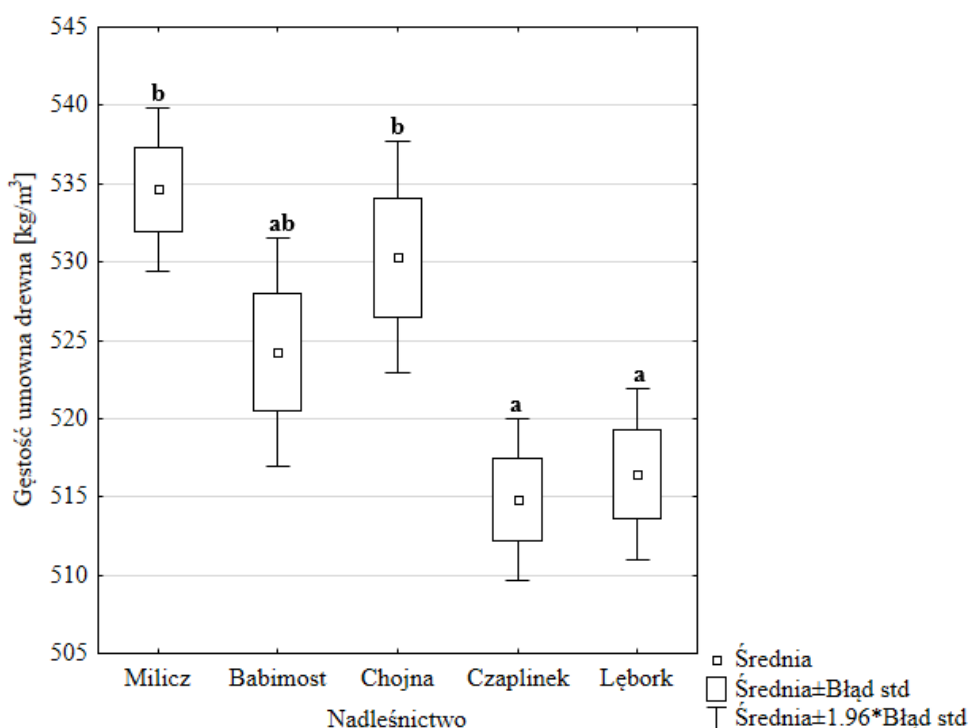
w I klasie grubości ($653,85 \text{ kg/m}^3$). Współczynnik zmienności wyniósł 8,20%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 102).

Analiza zależności gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 103). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

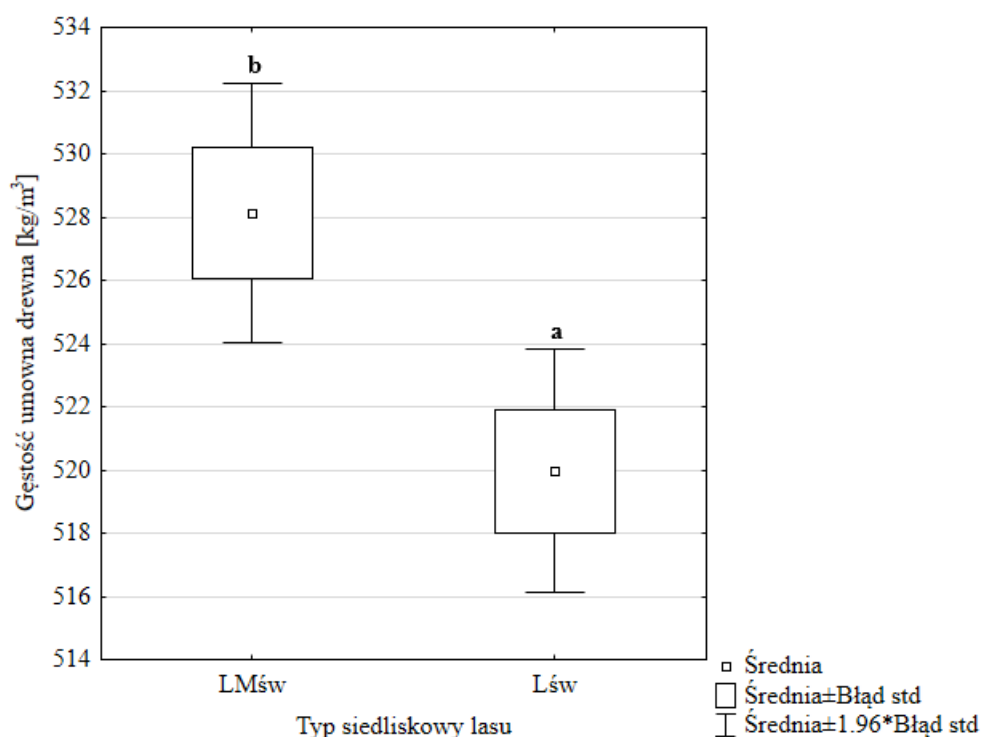
Tab. 103. Analiza wariancji między gęstością umowną drewna określoną na próbkach $20 \times 20 \times 30 \text{ mm}$ a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	246301152	1	246301152	180481,1	< 0,0001 *
Lokalizacja	51855	4	12964	9,5	< 0,0001 *
TSL	14790	1	14790	10,8	0,0010 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	377692	4	94423	69,2	< 0,0001 *
Błąd	1210482	887	1365		

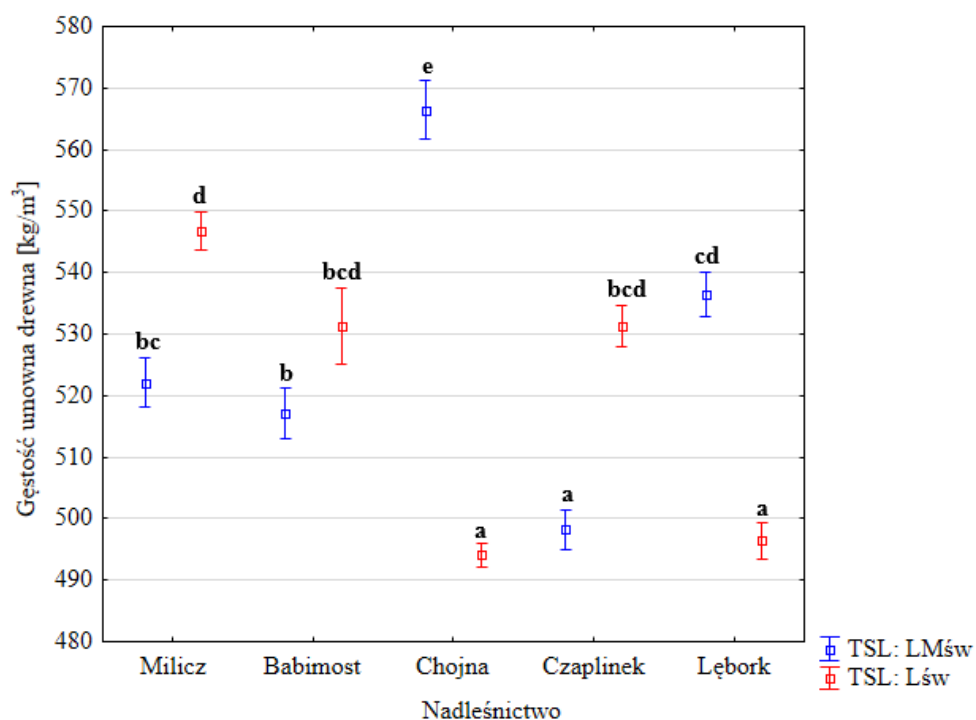
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 187), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 188).



Ryc. 187. Porównanie średnich wartości gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w lokalizacjach



Ryc. 188. Porównanie średnich wartości gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w TSL



Ryc. 189. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiu na lokalizację i TSL

Na rycinie nr 189 przedstawiono relację między przeciętną gęstością umowną drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych siedlisk w poszczególnych

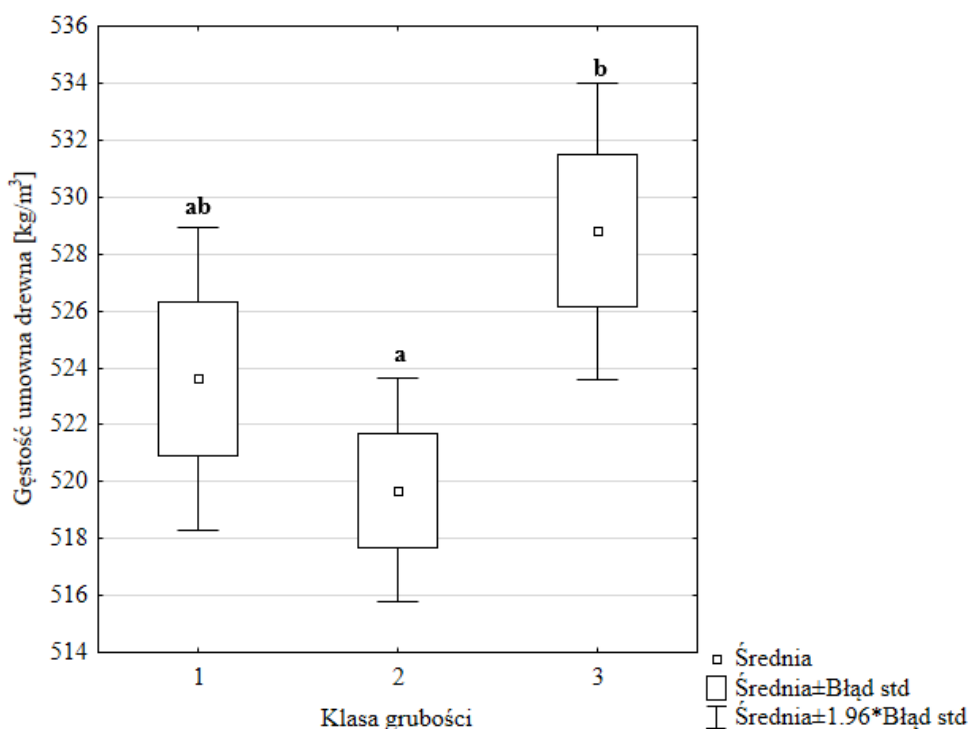
nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 104). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

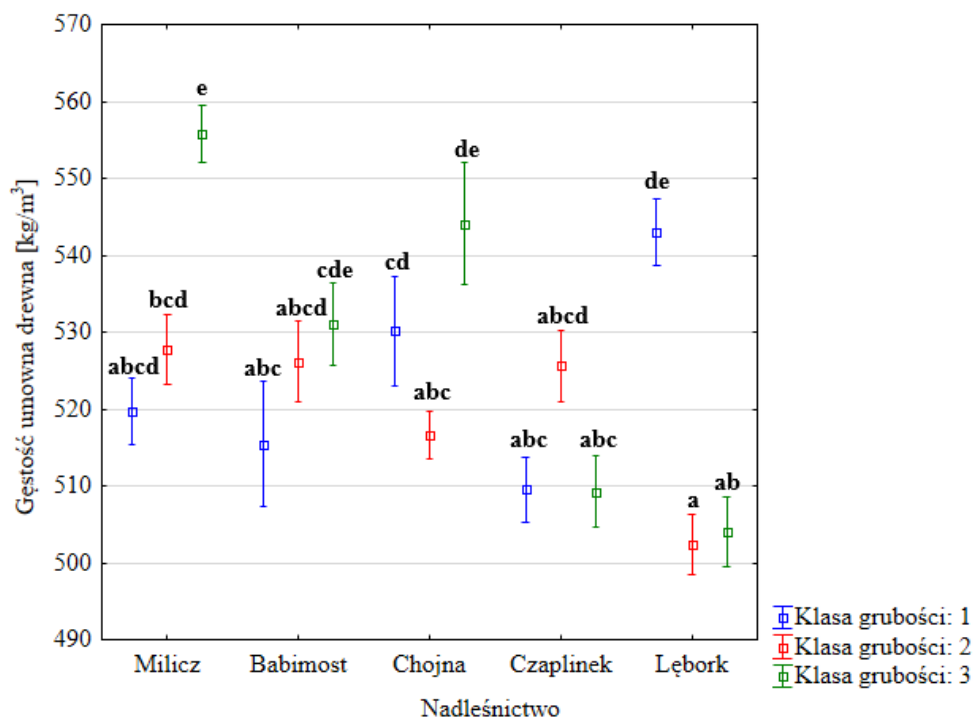
Tab. 104. Analiza wariancji między gęstością umowną drewna określona na próbkach 20x20x30 mm a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	246278862	1	246278862	149102,9	< 0,0001 *
Lokalizacja	51703	4	12926	7,8	< 0,0001 *
Gr	12543	2	6271	3,8	0,0228 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	134033	8	16754	10,1	< 0,0001 *
Błąd	1456833	882	1652		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 190).



Ryc. 190. Porównanie średnich wartości gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w Gr



Ryc. 191. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 191 przedstawiono relację między przeciętną gęstością umowną drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

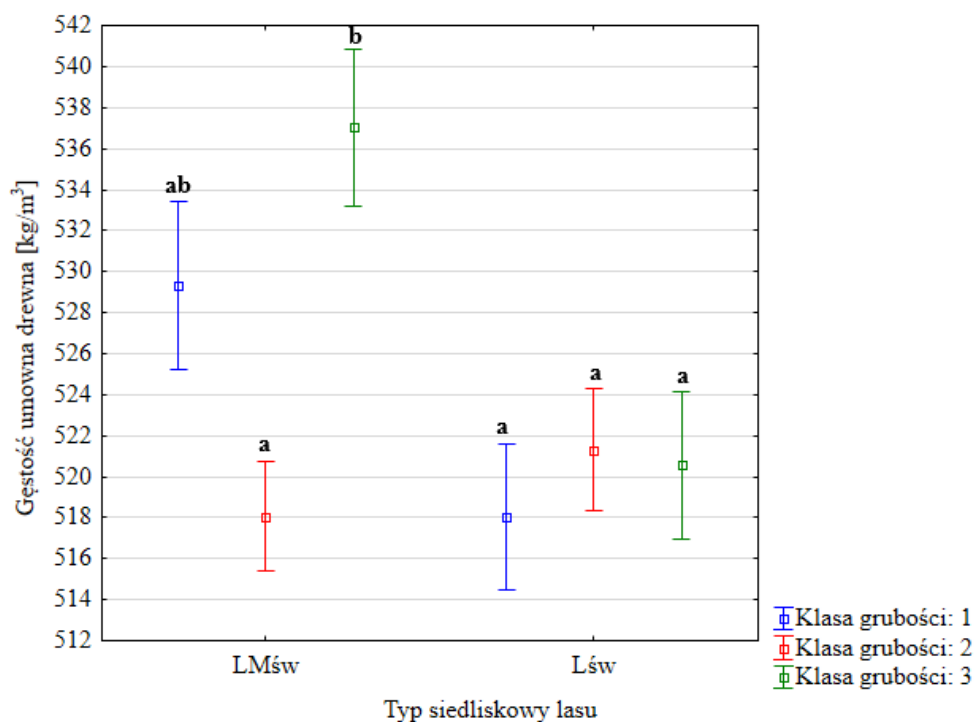
Analiza zależności gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 105). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 105. Analiza wariancji między gęstością umownej drewna określonej na próbkach 20x20x30 mm a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

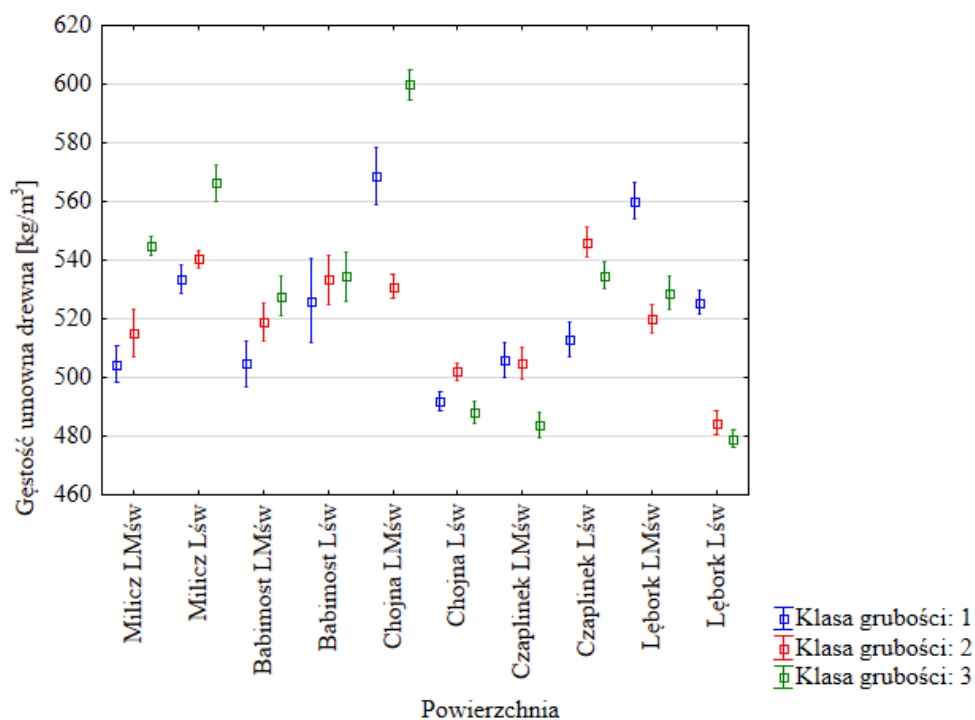
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	246335245	1	246335245	136080,3	< 0,0001 *
TSL	14966	1	14966	8,3	0,0041 *
Gr	12519	2	6259	3,5	0,0319 *
TSL*Gr (interakcja)	15643	2	7822	4,3	0,0136 *
Błąd	1612906	891	1810		

Na rycinie nr 192 przedstawiono relację między przeciętną gęstością umowną drewna określoną na próbkach krótkich dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach

grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 192. Średnie wartości i błędy standardowe gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 193. Porównanie średnich wartości gęstości umownej drewna określonej na próbkach krótkich i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 193, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między gęstością umowną drewna określoną na próbkach krótkich, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.3.5. Porowatość

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima porowatości drewna DG oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 107.

Najwyższą średnią wartość porowatości drewna DG uzyskano w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 63,66%, najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 53,26%. Najwyższą medianę oznaczono dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 63,45%, a najniższą dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 53,66%. Dla całego materiału poddanego analizie porowatość wyniosła średnio 59,98%, a mediana 60,21%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 60,36%. Natomiast w klasach grubości wartości porowatości wyniosły: 60,08% w I klasie, 60,31% w II klasie oraz 59,55% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (48,46%), natomiast najwyższą w Czaplinku na LMśw w III klasie grubości (68,87%). Współczynnik zmienności wyniósł 5,96%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 107).

Analiza zależności porowatości od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 106). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

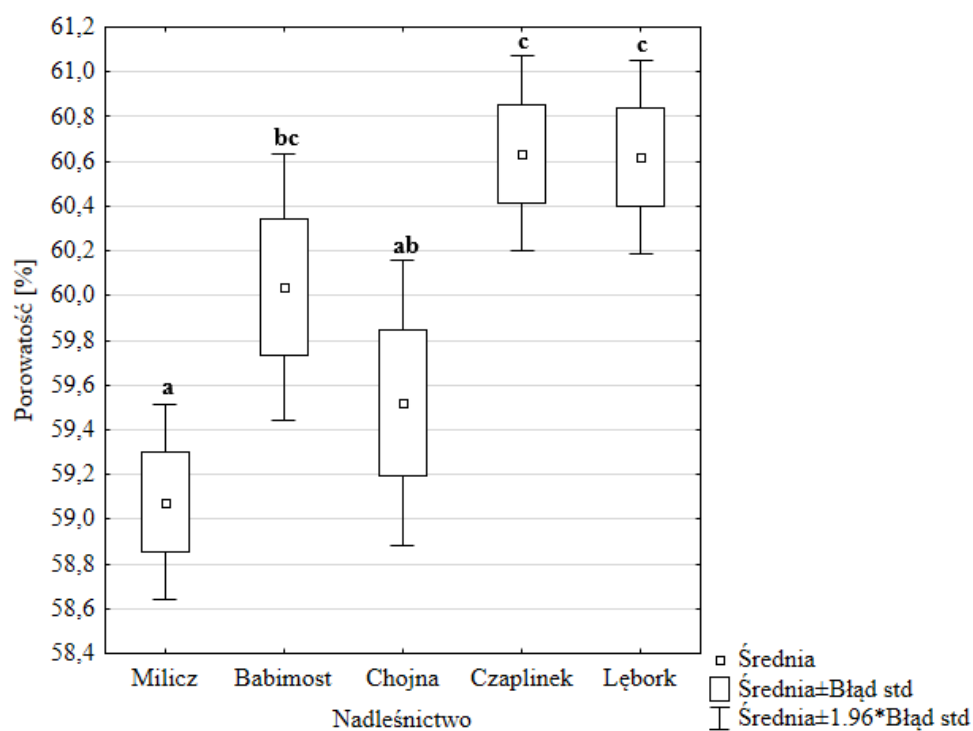
Tab. 106. Analiza wariancji między porowatością a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3226784	1	3226784	351410,6	< 0,0001 *
Lokalizacja	329	4	82	8,9	< 0,0001 *
TSL	127	1	127	13,9	0,0002 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2824	4	706	76,9	< 0,0001 *
Błąd	8145	887	9		

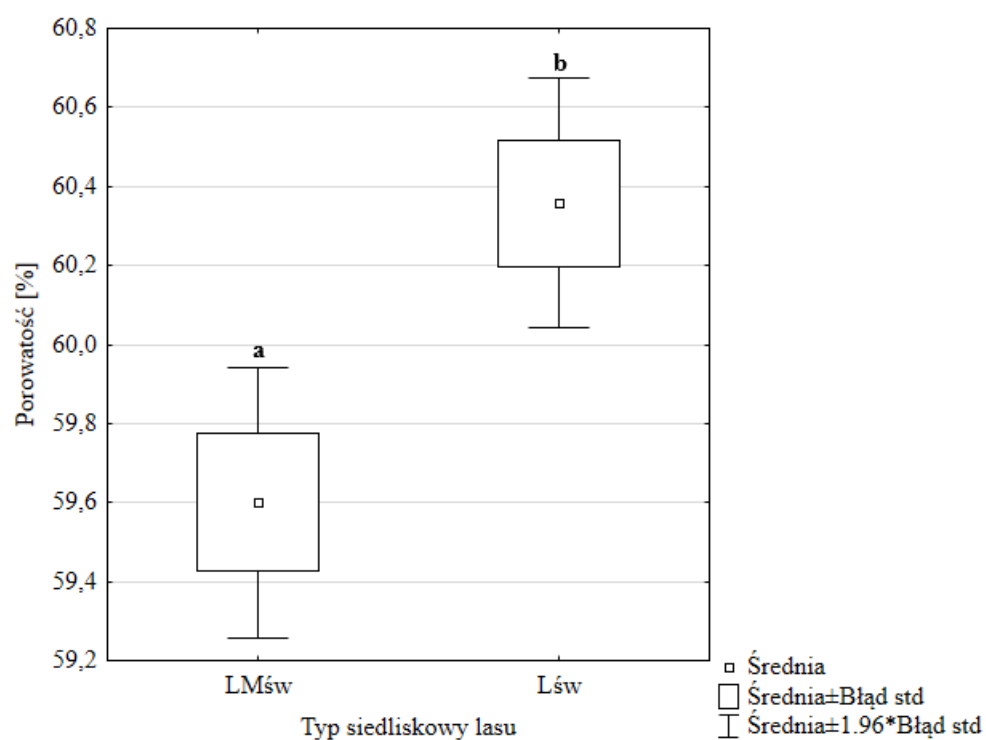
Tab. 107. Statystyka opisowa porowatości drewna [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	62,16	61,64	57,16	67,82	2,52	4,06
		2	30	60,49	60,76	54,95	65,69	3,59	5,93
		3	30	58,09	58,20	54,71	60,95	1,42	2,45
		Razem	87	60,18	59,52	54,71	67,82	3,12	5,18
	Łśw	1	30	59,03	59,35	54,48	63,20	2,21	3,74
		2	30	58,45	58,48	55,79	61,09	1,17	2,00
		3	30	56,55	56,33	52,02	64,94	2,70	4,77
		Razem	90	58,01	58,14	52,02	64,94	2,35	4,05
	Razem		177	59,08	58,62	52,02	67,82	2,96	5,00
Babimost	LMśw	1	30	61,31	60,75	56,47	67,89	3,39	5,52
		2	30	60,50	60,12	54,84	66,60	3,15	5,20
		3	30	59,89	59,53	55,74	66,84	3,02	5,05
		Razem	90	60,56	60,13	54,84	67,89	3,21	5,29
	Łśw	1	30	59,57	59,49	50,79	68,12	6,34	10,64
		2	30	59,32	59,91	52,47	64,26	3,85	6,48
		3	30	59,63	60,42	53,18	65,46	3,83	6,43
		Razem	90	59,51	60,27	50,79	68,12	4,77	8,01
	Razem		180	60,04	60,13	50,79	68,12	4,09	6,80
Chojna	LMśw	1	30	56,47	55,44	49,37	63,44	4,30	7,62
		2	30	59,26	59,37	53,78	63,15	1,99	3,36
		3	30	53,26	53,66	48,46	58,74	2,64	4,95
		Razem	90	56,33	56,42	48,46	63,44	3,96	7,03
	Łśw	1	30	63,02	63,06	60,64	65,51	1,31	2,08
		2	30	62,16	62,39	59,57	64,47	1,26	2,03
		3	30	62,93	62,68	59,59	66,85	1,73	2,74
		Razem	90	62,71	62,73	59,57	66,85	1,48	2,37
	Razem		180	59,52	60,81	48,46	66,85	4,37	7,34
Czaplinek	LMśw	1	30	61,22	61,44	56,33	66,68	3,18	5,19
		2	30	61,52	60,94	57,77	66,26	2,26	3,67
		3	30	63,33	63,23	59,97	68,87	2,24	3,53
		Razem	90	62,03	61,88	56,33	68,87	2,73	4,40
	Łśw	1	30	61,19	60,58	56,71	64,89	2,00	3,28
		2	30	57,72	58,14	52,44	61,41	2,73	4,73
		3	30	58,82	58,87	55,80	61,60	1,46	2,48
		Razem	90	59,24	59,96	52,44	64,89	2,56	4,32
	Razem		180	60,63	60,35	52,44	68,87	2,99	4,92
Łębork	LMśw	1	30	56,84	57,68	52,79	61,22	2,57	4,52
		2	30	60,57	60,60	57,40	63,69	1,85	3,05
		3	30	59,35	59,83	54,94	62,81	1,83	3,09
		Razem	90	58,92	59,09	52,79	63,69	2,61	4,42
	Łśw	1	30	60,16	60,53	57,07	62,64	1,40	2,32
		2	30	63,14	63,12	59,28	66,52	1,82	2,89
		3	30	63,66	63,45	60,97	67,00	1,55	2,43
		Razem	90	62,32	62,38	57,07	67,00	2,22	3,55
	Razem		180	60,62	60,85	52,79	67,00	2,95	4,87
LMśw		447	59,60	59,63	48,46	68,87	3,69	6,18	
Łśw		450	60,36	60,69	50,79	68,12	3,42	5,66	
1		297	60,08	60,36	49,37	68,12	3,81	6,34	
2		300	60,31	60,38	52,44	66,60	2,95	4,90	
3		300	59,55	59,65	48,46	68,87	3,85	6,47	
Razem		897	59,98	60,21	48,46	68,87	3,57	5,96	

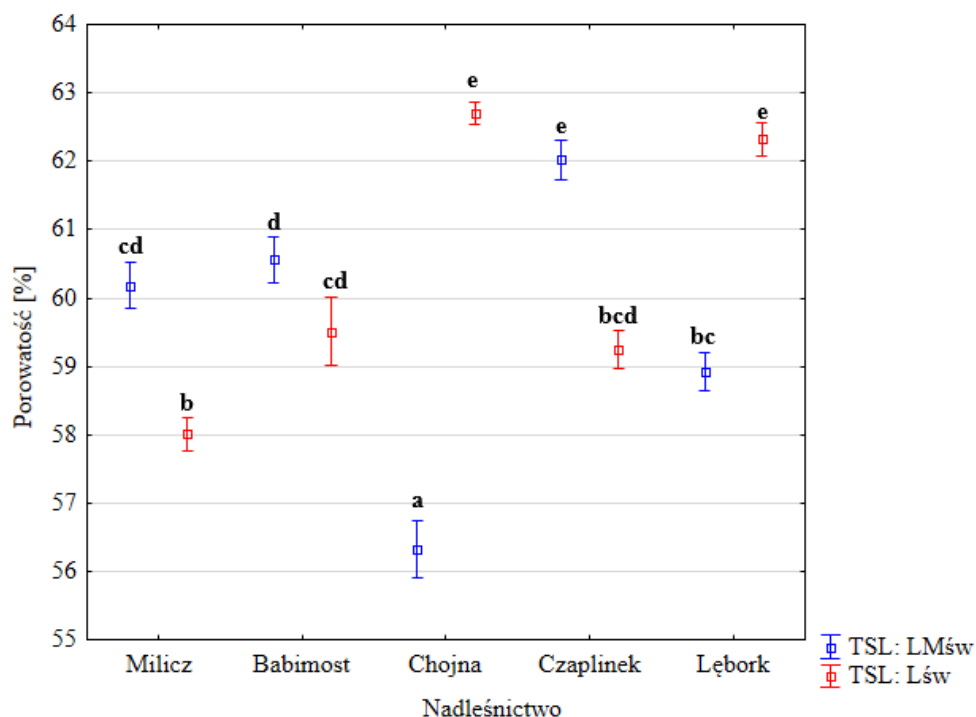
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 194), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 195).



Ryc. 194. Porównanie średnich wartości porowatości w lokalizacjach



Ryc. 195. Porównanie średnich wartości porowatości w TSL



Ryc. 196. Średnie wartości i błędy standardowe porowatości w rozbiu na lokalizację i TSL

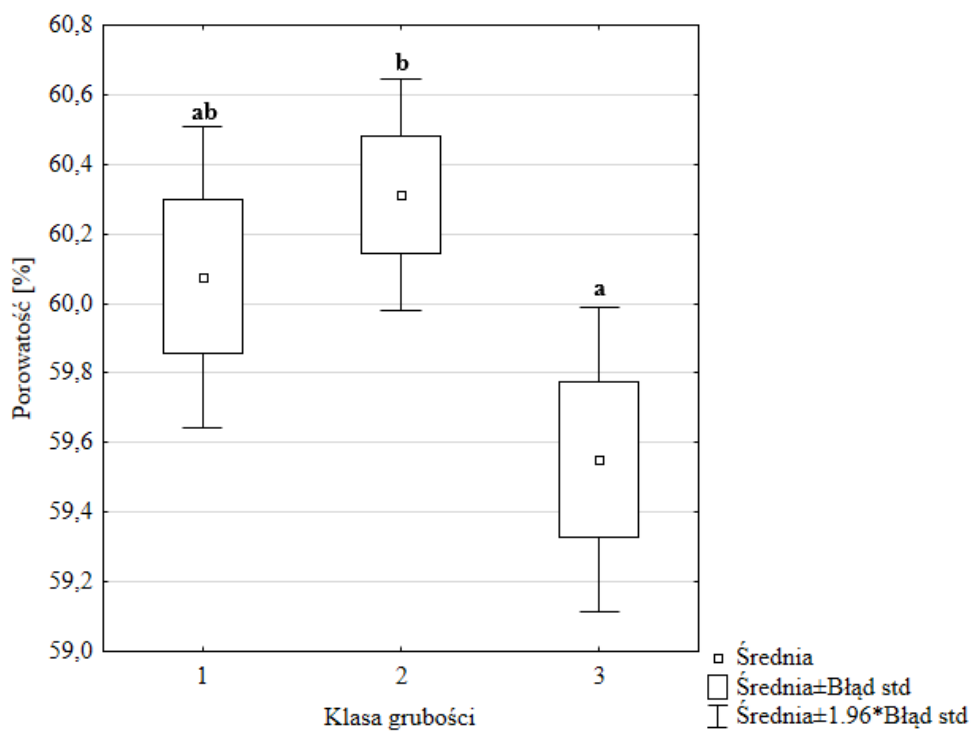
Na rycinie nr 196 przedstawiono relację między przeciętną porowatością dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności porowatości od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 108). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

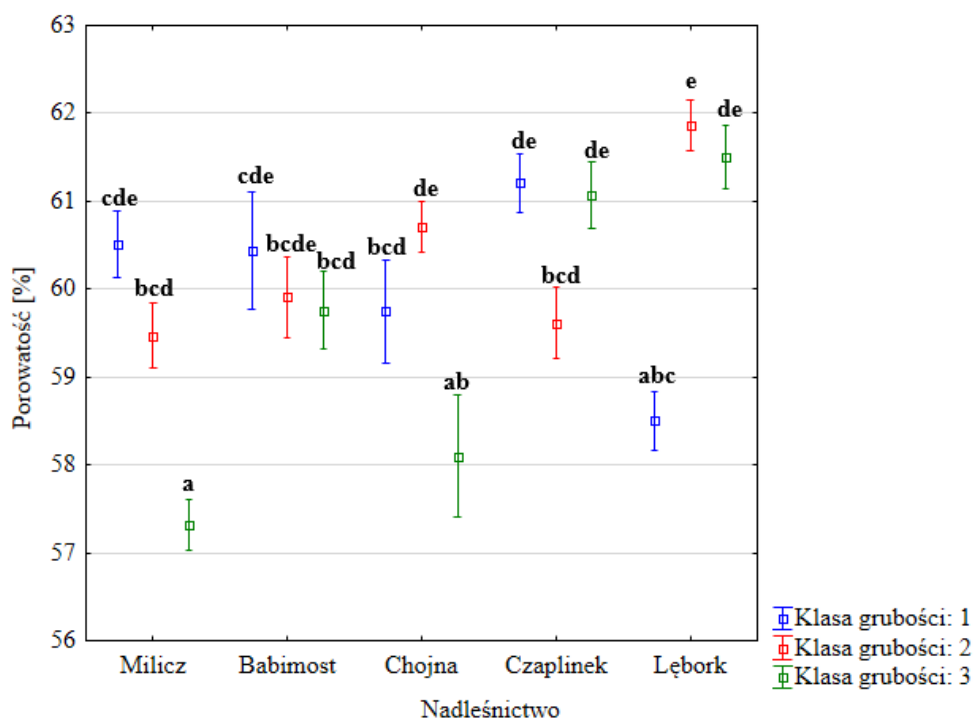
Tab. 108. Analiza wariancji między porowatością a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3226709	1	3226709	282850,7	< 0,0001 *
Lokalizacja	327	4	82	7,2	< 0,0001 *
Gr	91	2	46	4,0	0,0187 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	947	8	118	10,4	< 0,0001 *
Błąd	10062	882	11		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 197).



Ryc. 197. Porównanie średnich wartości porowatości w Gr



Ryc. 198. Średnie wartości i błędy standardowe porowatości w rozbiciu na lokalizację i Gr

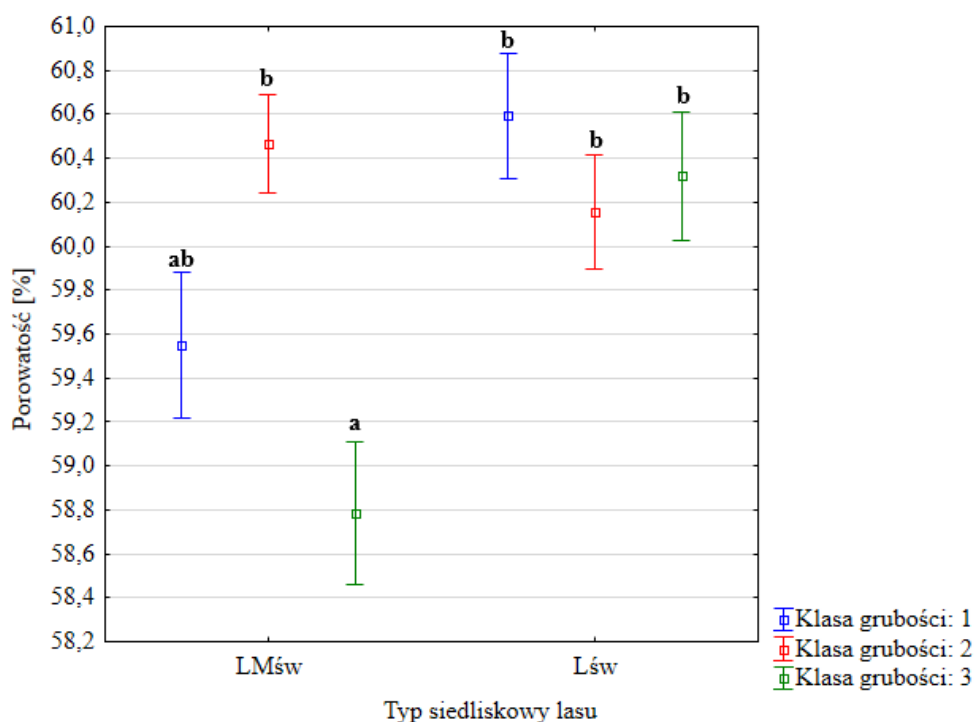
Na rycinie nr 198 przedstawiono relację między przeciętną porowatością dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności porowatości od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 109). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 109. Analiza wariancji między porowatością a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

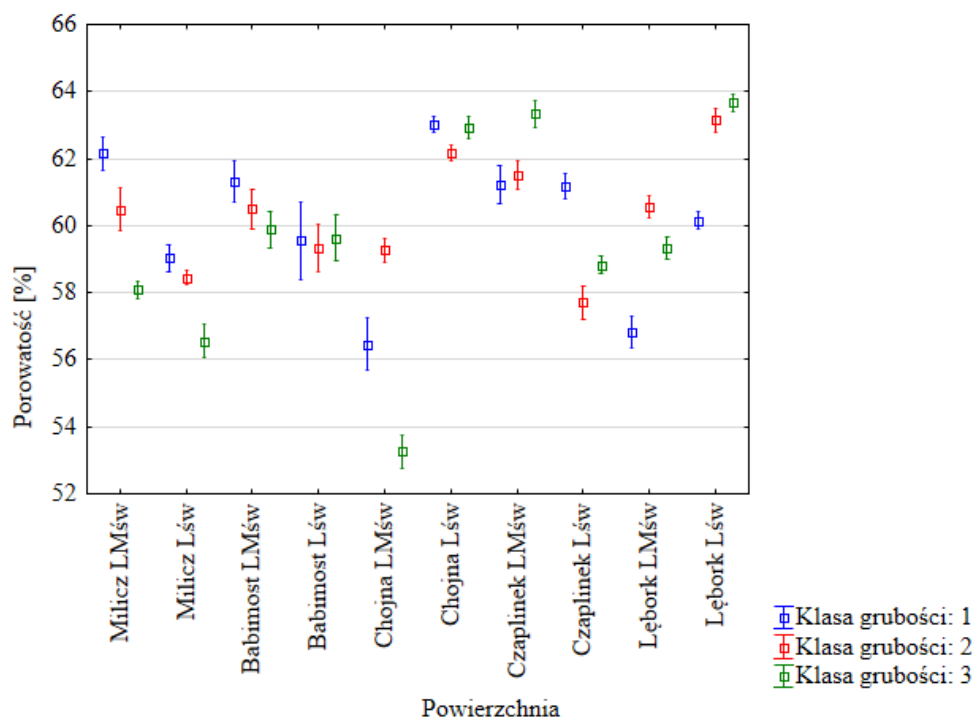
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3226709	1	3226709	259537,8	< 0,0001 *
TSL	129	1	129	10,4	0,0013 *
Gr	91	2	45	3,6	0,0265 *
TSL*Gr (interakcja)	137	2	69	5,5	0,0041 *
Błąd	11077	891	12		

Na rycinie nr 199 przedstawiono relację między przeciętną porowatością dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 199. Średnie wartości i błędy standardowe porowatości w rozbiu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 200, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między porowatością, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 200. Porównanie średnich wartości porowatości i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.6. Procentowy udział substancji drzewnej

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima procentowego udziału substancji drzewnej oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbięciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 110.

Najwyższą średnią wartość procentowego udziału substancji drzewnej uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 46,74%, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 36,34%. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 46,34%, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 36,55%. Dla całego materiału poddanego analizie procentowy udział substancji drzewnej wyniósł średnio 40,02%, a mediana 39,79%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 40,40%. Natomiast w klasach grubości wartości procentowego udziału substancji drzewnej wyniosły: 39,92% w I klasie, 39,69% w II klasie oraz 40,45% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplunku na LMśw w III klasie grubości (31,13%), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (51,54%). Współczynnik zmienności wyniósł 8,93%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 110).

Tab. 110. Statystyka opisowa udziału substancji drzewnej [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

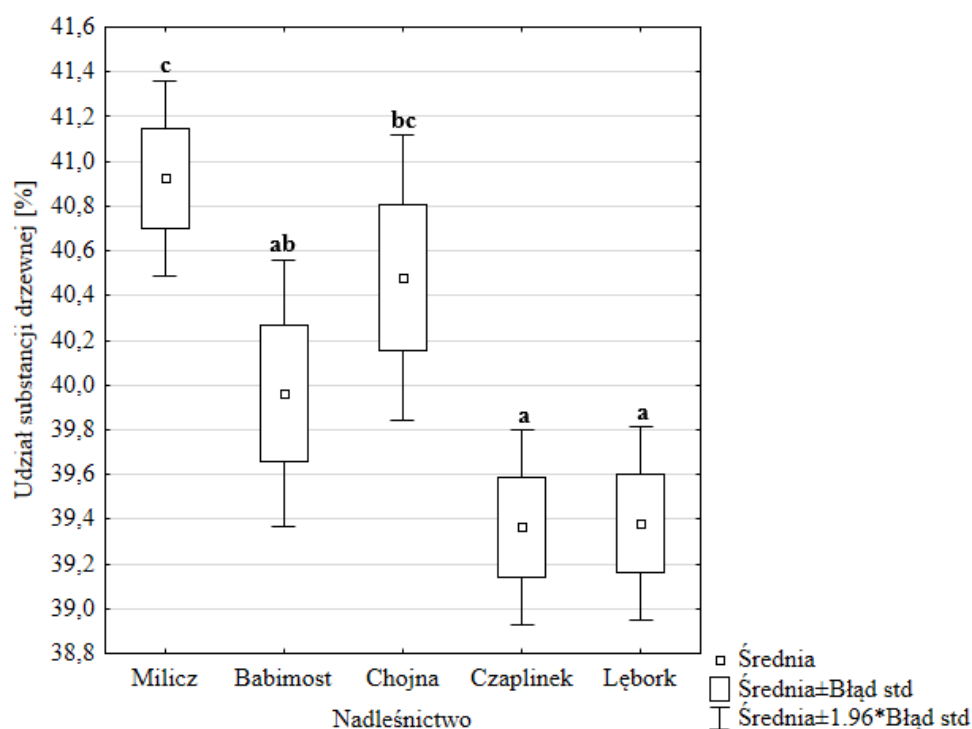
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	37,84	38,36	32,18	42,84	2,52	6,67
		2	30	39,51	39,24	34,31	45,05	3,59	9,08
		3	30	41,91	41,80	39,05	45,29	1,42	3,40
		Razem	87	39,82	40,48	32,18	45,29	3,12	7,84
	Łśw	1	30	40,97	40,65	36,80	45,52	2,21	5,39
		2	30	41,55	41,52	38,91	44,21	1,17	2,81
		3	30	43,45	43,67	35,06	47,98	2,70	6,21
		Razem	90	41,99	41,86	35,06	47,98	2,35	5,60
	Razem		177	40,92	41,38	32,18	47,98	2,96	7,22
Babimost	LMśw	1	30	38,69	39,25	32,11	43,53	3,39	8,75
		2	30	39,50	39,88	33,40	45,16	3,15	7,96
		3	30	40,11	40,47	33,16	44,26	3,02	7,53
		Razem	90	39,44	39,87	32,11	45,16	3,21	8,13
	Łśw	1	30	40,43	40,51	31,88	49,21	6,34	15,68
		2	30	40,68	40,09	35,74	47,53	3,85	9,45
		3	30	40,37	39,58	34,54	46,82	3,83	9,49
		Razem	90	40,49	39,73	31,88	49,21	4,77	11,77
	Razem		180	39,96	39,87	31,88	49,21	4,09	10,22
Chojna	LMśw	1	30	43,53	44,56	36,56	50,63	4,30	9,88
		2	30	40,74	40,63	36,85	46,22	1,99	4,89
		3	30	46,74	46,34	41,26	51,54	2,64	5,64
		Razem	90	43,67	43,58	36,56	51,54	3,96	9,06
	Łśw	1	30	36,98	36,94	34,49	39,36	1,31	3,54
		2	30	37,84	37,61	35,53	40,43	1,26	3,33
		3	30	37,07	37,32	33,15	40,41	1,73	4,66
		Razem	90	37,29	37,27	33,15	40,43	1,48	3,98
	Razem		180	40,48	39,19	33,15	51,54	4,37	10,80
Czaplinek	LMśw	1	30	38,78	38,56	33,32	43,67	3,18	8,20
		2	30	38,48	39,06	33,74	42,23	2,26	5,86
		3	30	36,67	36,77	31,13	40,03	2,24	6,10
		Razem	90	37,98	38,12	31,13	43,67	2,73	7,19
	Łśw	1	30	38,81	39,42	35,11	43,29	2,00	5,17
		2	30	42,28	41,86	38,59	47,56	2,73	6,45
		3	30	41,18	41,13	38,40	44,20	1,46	3,54
		Razem	90	40,76	40,04	35,11	47,56	2,56	6,28
	Razem		180	39,37	39,65	31,13	47,56	2,99	7,58
Lębork	LMśw	1	30	43,16	42,32	38,78	47,21	2,57	5,95
		2	30	39,43	39,40	36,31	42,60	1,85	4,68
		3	30	40,65	40,17	37,19	45,06	1,83	4,51
		Razem	90	41,08	40,91	36,31	47,21	2,61	6,34
	Łśw	1	30	39,84	39,47	37,36	42,93	1,40	3,51
		2	30	36,86	36,88	33,48	40,72	1,82	4,95
		3	30	36,34	36,55	33,00	39,03	1,55	4,26
		Razem	90	37,68	37,62	33,00	42,93	2,22	5,88
	Razem		180	39,38	39,15	33,00	47,21	2,95	7,50
LMśw		447	40,40	40,37	31,13	51,54	3,69	9,12	
Łśw		450	39,64	39,31	31,88	49,21	3,42	8,62	
1		297	39,92	39,64	31,88	50,63	3,81	9,54	
2		300	39,69	39,62	33,40	47,56	2,95	7,44	
3		300	40,45	40,35	31,13	51,54	3,85	9,53	
Razem		897	40,02	39,79	31,13	51,54	3,57	8,93	

Analiza zależności procentowego udziału substancji drzewnej od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 111). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 111. Analiza wariancji między procentowego udziału substancji drzewnej a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

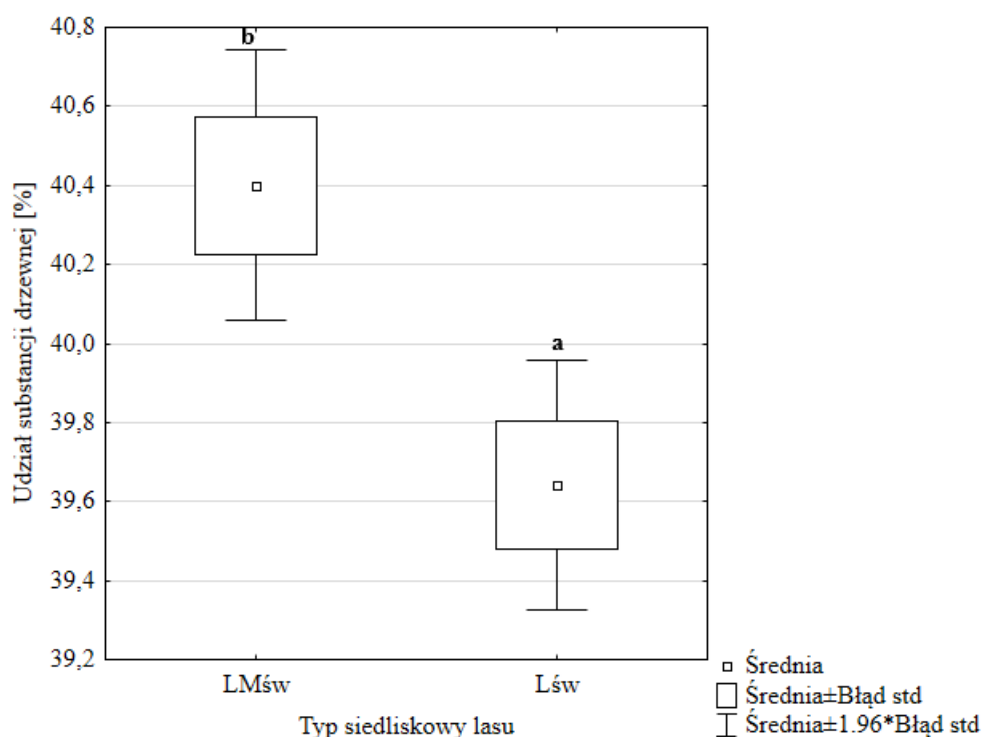
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1436440	1	1436440	156434,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	329	4	82	8,9	< 0,0001 *
TSL	127	1	127	13,9	0,0002 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2824	4	706	76,9	< 0,0001 *
Błąd	8145	887	9		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 201), a porównanie między TSL wykazało 2 grupy jednorodne (ryc. 202).

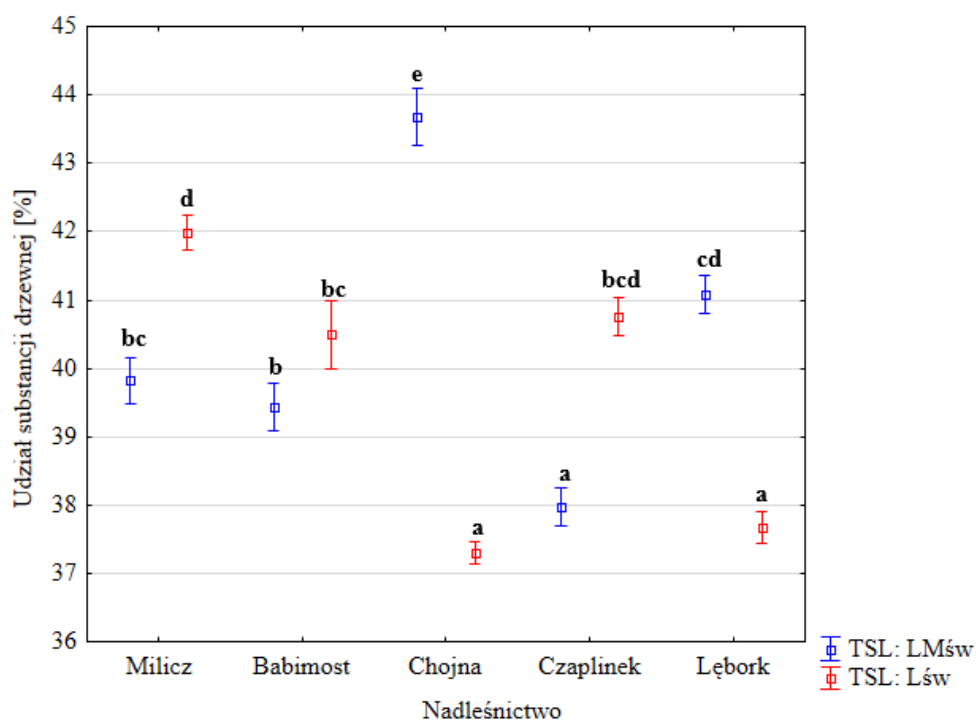


Ryc. 201. Porównanie średnich wartości procentowego udziału substancji drzewnej w lokalizacjach

Na rycinie nr 203 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem substancji drzewnej dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 202. Porównanie średnich wartości procentowego udziału substancji drzewnej w TSL



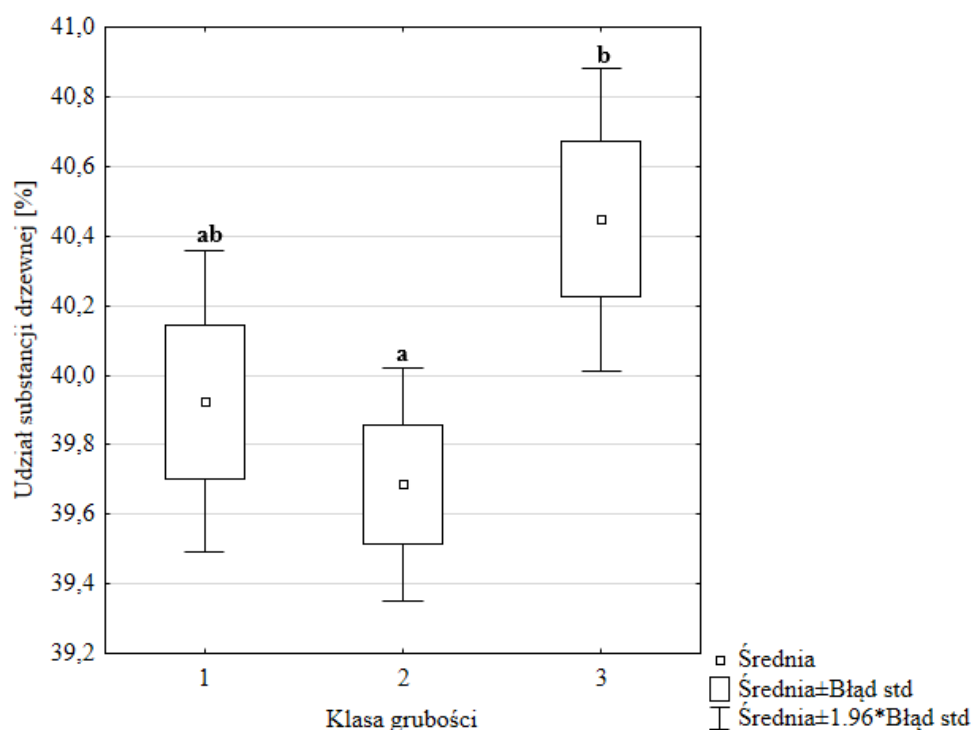
Ryc. 203. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału substancji drzewnej w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności procentowego udziału substancji drzewnej od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 112). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 112. Analiza wariancji między procentowym udziałem substancji drzewnej a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

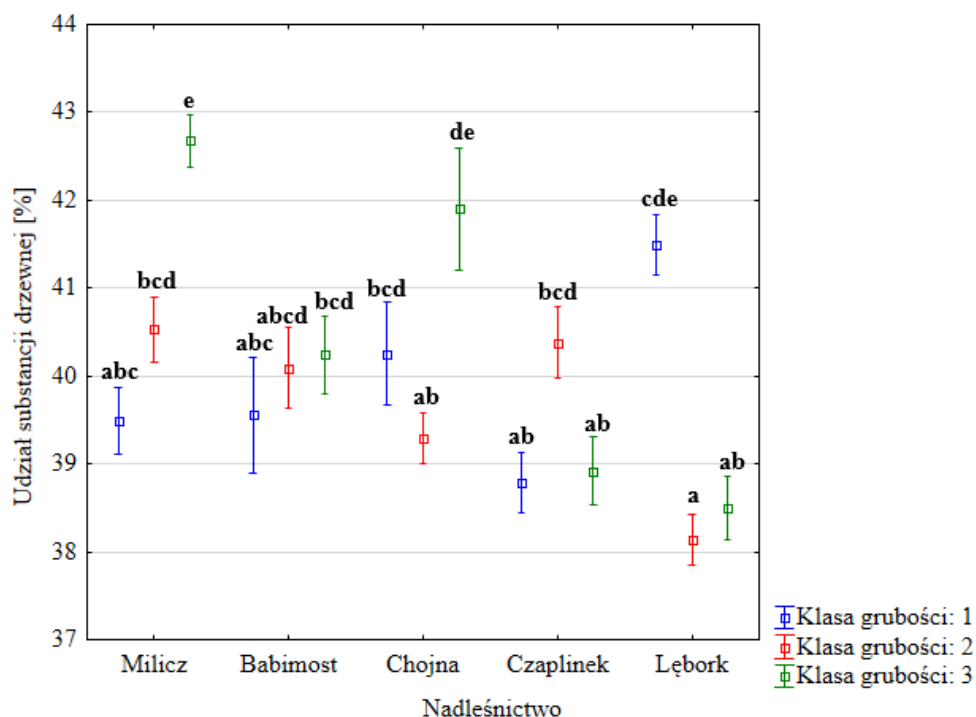
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1436274	1	1436274	125902,6	< 0,0001 *
Lokalizacja	327	4	82	7,2	< 0,0001 *
Gr	91	2	46	4,0	0,0187 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	947	8	118	10,4	< 0,0001 *
Błąd	10062	882	11		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 204).



Ryc. 204. Porównanie średnich wartości procentowego udziału substancji drzewnej w Gr

Na rycinie nr 205 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem substancji drzewnej dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 205. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału substancji drzewnej w rozbiu na lokalizację i Gr

Analiza zależności procentowego udziału substancji drzewnej od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 113). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

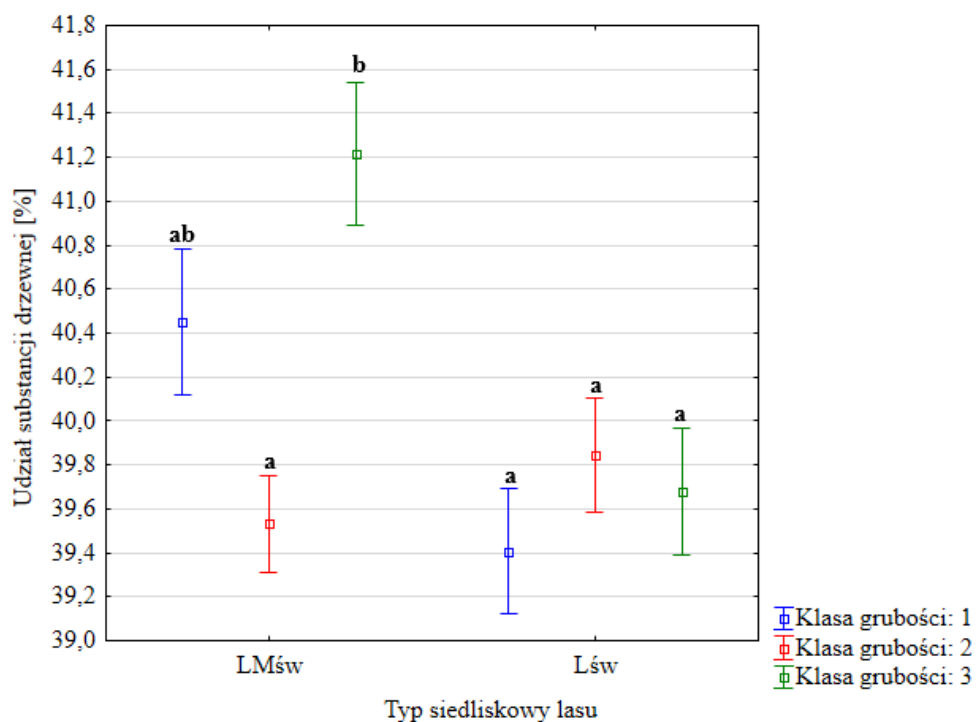
Tab. 113. Analiza wariancji między procentowym udziałem substancji drzewnej a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1436658	1	1436658	115556,4	< 0,0001 *
TSL	129	1	129	10,4	0,0013 *
Gr	91	2	45	3,6	0,0265 *
TSL*Gr (interakcja)	137	2	69	5,5	0,0041 *
Błąd	11077	891	12		

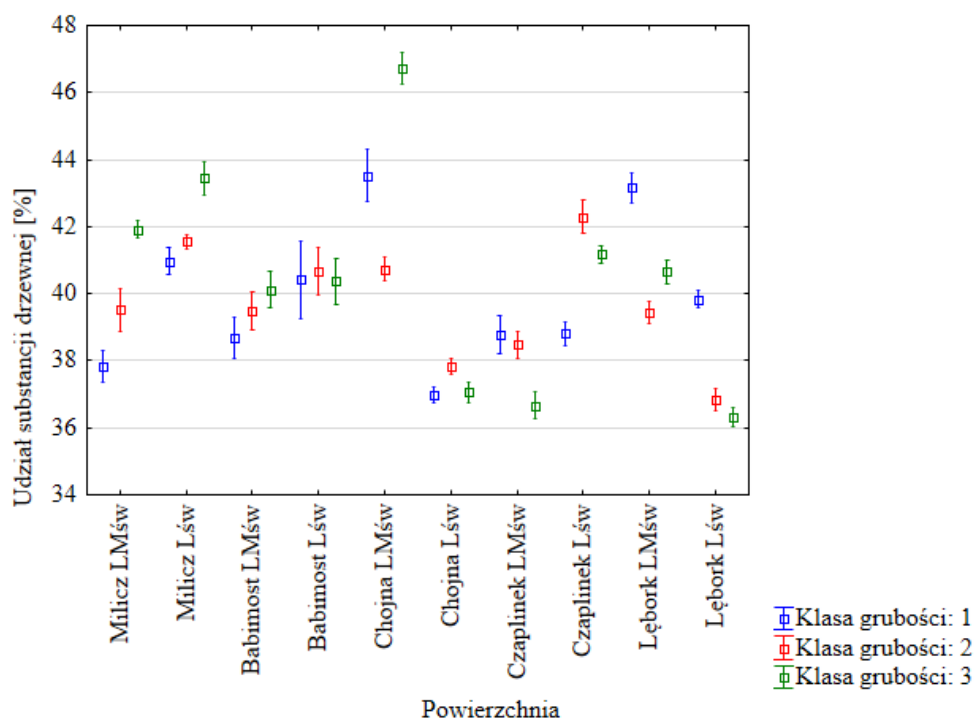
Na rycinie nr 206 przedstawiono relację między przeciętnym procentowym udziałem substancji drzewnej dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 207, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między procentowym udziałem substancji drzewnej, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 206. Średnie wartości i błędy standardowe procentowego udziału substancji drzewnej w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 207. Porównanie średnich wartości procentowego udziału substancji drzewnej i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.7. Skurcz całkowity w kierunku wzdłuż włókien

Tab. 114. Statystyka opisowa skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	0,2164	0,1963	0,1305	0,3265	0,0559	25,81
		2	30	0,2331	0,2291	0,1305	0,3927	0,0756	32,45
		3	30	0,2635	0,2614	0,1294	0,4253	0,0947	35,96
		Razem	87	0,2384	0,2287	0,1294	0,4253	0,0793	33,24
	Lśw	1	30	0,3325	0,3597	0,1310	0,4276	0,0789	23,74
		2	30	0,3286	0,3613	0,1306	0,4274	0,0936	28,50
		3	30	0,3139	0,3608	0,1305	0,4255	0,1046	33,31
		Razem	90	0,3250	0,3607	0,1305	0,4276	0,0923	28,39
	Razem		177	0,2824	0,2932	0,1294	0,4276	0,0962	34,07
Babimost	LMśw	1	30	0,3313	0,3604	0,1310	0,4276	0,1070	32,28
		2	30	0,3566	0,3922	0,1306	0,4261	0,0786	22,04
		3	30	0,3030	0,3587	0,1303	0,4269	0,1098	36,22
		Razem	90	0,3303	0,3616	0,1303	0,4276	0,1007	30,50
	Lśw	1	30	0,3196	0,3605	0,1305	0,4243	0,1032	32,30
		2	30	0,2953	0,3591	0,1303	0,4262	0,1090	36,92
		3	30	0,3537	0,3912	0,1312	0,4279	0,0897	25,36
		Razem	90	0,3228	0,3608	0,1303	0,4279	0,1027	31,81
	Razem		180	0,3266	0,3610	0,1303	0,4279	0,1015	31,08
Chojna	LMśw	1	30	0,3406	0,3617	0,1310	0,4264	0,0926	27,19
		2	30	0,3519	0,3923	0,1315	0,4285	0,0924	26,26
		3	30	0,3514	0,3910	0,1310	0,4276	0,0959	27,29
		Razem	90	0,3480	0,3903	0,1310	0,4285	0,0927	26,65
	Lśw	1	30	0,3119	0,3612	0,1309	0,4286	0,1148	36,81
		2	30	0,2798	0,3111	0,1306	0,4266	0,1109	39,62
		3	30	0,3345	0,3765	0,1312	0,4290	0,0996	29,76
		Razem	90	0,3088	0,3611	0,1306	0,4290	0,1097	35,54
	Razem		180	0,3284	0,3621	0,1306	0,4290	0,1032	31,43
Czaplinek	LMśw	1	30	0,2704	0,2599	0,1312	0,4562	0,1115	41,24
		2	30	0,3021	0,3602	0,1304	0,4250	0,1039	34,38
		3	30	0,2811	0,2931	0,1302	0,5873	0,1246	44,31
		Razem	90	0,2845	0,2935	0,1302	0,5873	0,1131	39,76
	Lśw	1	30	0,2548	0,2292	0,1303	0,5935	0,1152	45,23
		2	30	0,2609	0,2294	0,1305	0,4580	0,0902	34,57
		3	30	0,3308	0,2956	0,1633	0,6199	0,1190	35,96
		Razem	90	0,2822	0,2445	0,1303	0,6199	0,1131	40,09
	Razem		180	0,2834	0,2614	0,1302	0,6199	0,1128	39,81
Lębork	LMśw	1	30	0,2841	0,2612	0,1311	0,6858	0,1182	41,59
		2	30	0,3276	0,2625	0,1309	0,7138	0,1439	43,91
		3	30	0,3560	0,3268	0,1637	0,6195	0,1230	34,55
		Razem	90	0,3226	0,2933	0,1309	0,7138	0,1308	40,55
	Lśw	1	30	0,2770	0,2605	0,1305	0,4286	0,1071	38,66
		2	30	0,2826	0,3099	0,1302	0,4253	0,1036	36,67
		3	30	0,2811	0,2448	0,1301	0,4272	0,1174	41,77
		Razem	90	0,2802	0,2608	0,1301	0,4286	0,1083	38,66
	Razem		180	0,3014	0,2779	0,1301	0,7138	0,1216	40,35
LMśw		447	0,3052	0,3271	0,1294	0,7138	0,1115	36,53	
Lśw		450	0,3038	0,3593	0,1301	0,6199	0,1068	35,14	
1		297	0,2947	0,3263	0,1303	0,6858	0,1077	36,56	
2		300	0,3018	0,3580	0,1302	0,7138	0,1072	35,50	
3		300	0,3169	0,3598	0,1294	0,6199	0,1115	35,19	
Razem		897	0,3045	0,3585	0,1294	0,7138	0,1091	35,83	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 114.

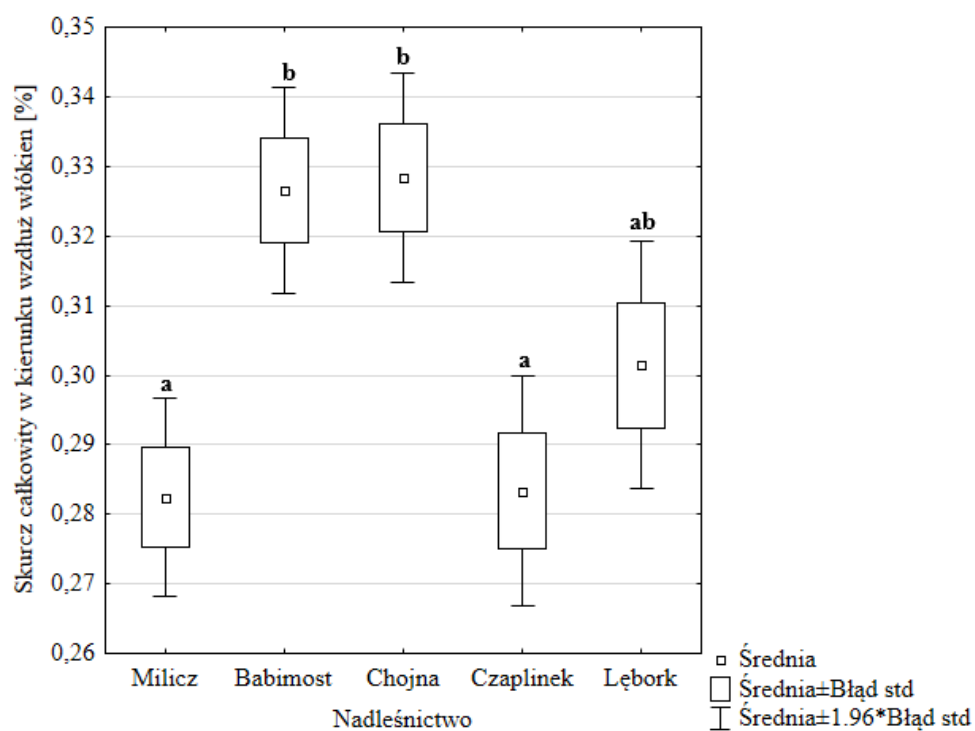
Najwyższą średnią wartość skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien uzyskano w Babimoście na LMśw w II klasie grubości – 0,3566%, najniższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 0,2164%. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w II klasie grubości – 0,3923%, a najniższą dla Milicza na LMśw w I klasie grubości – 0,1963%. Dla całego materiału poddanego analizie skurcz całkowity drewna w kierunku wzdłuż włókien wyniósł średnio 0,3045%, a mediana 0,3585%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 0,3052%. Natomiast w klasach grubości wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien rosły wraz ze wzrostem grubości: 0,2947% w I klasie, 0,3018% w II klasie oraz 0,3169% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Miliczu na LMśw w III klasie grubości (0,1294%), natomiast najwyższą w Lęborku na LMśw w II klasie grubości (0,7138%). Współczynnik zmienności wyniósł 35,83%, co świadczy o przeciętnej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 114).

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie ma istotnego wpływu (tab. 115). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

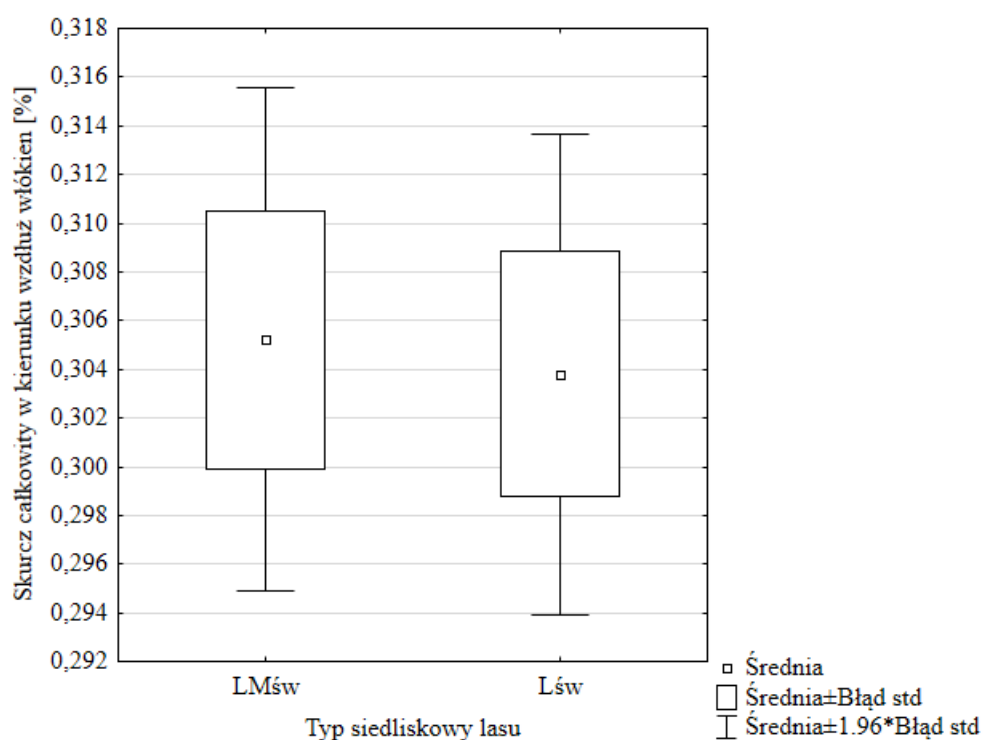
Tab. 115. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	83,03990	1	83,03990	7499,629	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,36437	4	0,09109	8,227	< 0,0001 *
TSL	0,00021	1	0,00021	0,019	0,8907
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,48391	4	0,12098	10,926	< 0,0001 *
Błąd	9,82134	887	0,01107		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 208), a w związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 209). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku wzdłuż włókien, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



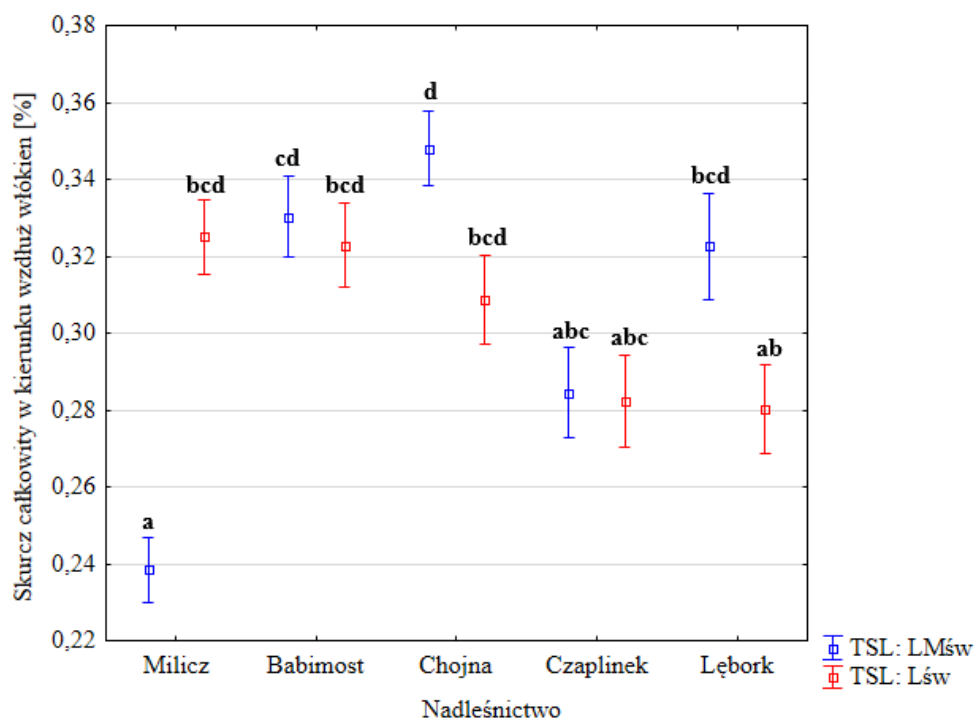
Ryc. 208. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w lokalizacjach



Ryc. 209. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w TSL

Na rycinie nr 210 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien dla różnych siedlisk w poszczególnych

nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 210. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w rozbiu na lokalizację i TSL

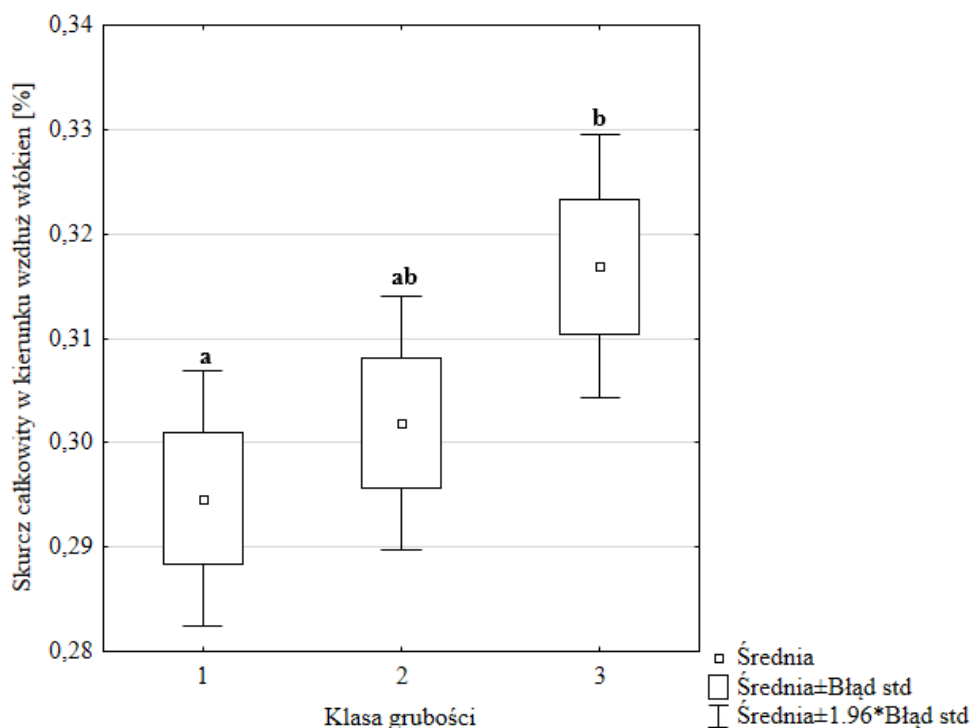
Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość, natomiast interakcja między nimi nie jest istotna (tab. 116). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 116. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

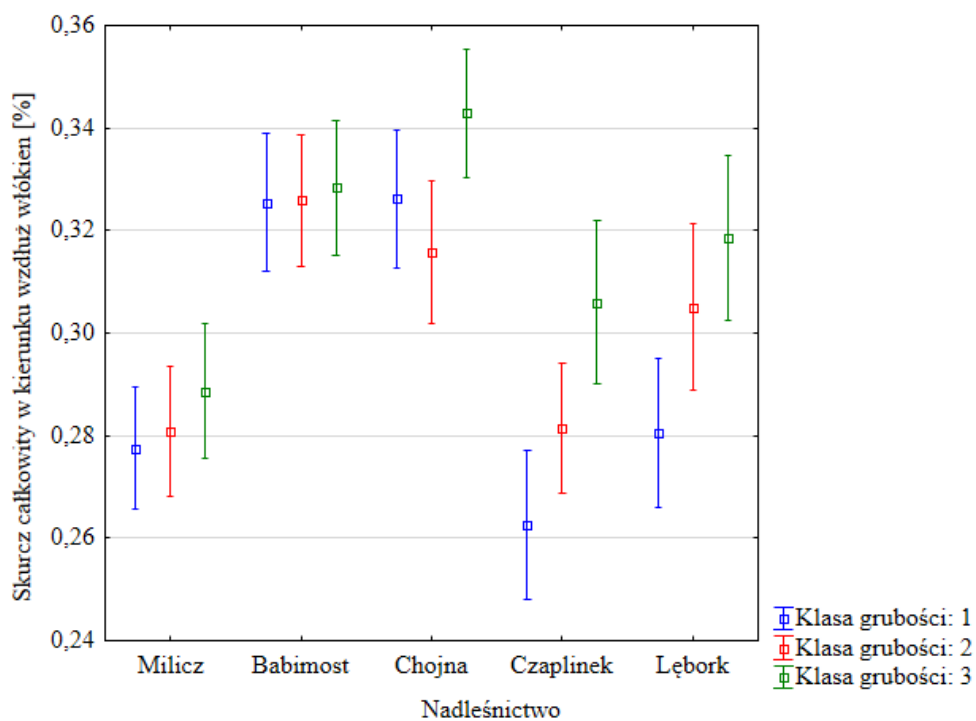
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	83,10607	1	83,10607	7201,888	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,35917	4	0,08979	7,781	< 0,0001 *
Gr	0,07802	2	0,03901	3,380	0,0345 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	0,04944	8	0,00618	0,536	0,8302
Błąd	10,17783	882	0,01154		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 211). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku wzdłuż włókien, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame

wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



Ryc. 211. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w Gr



Ryc. 212. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w rozbięciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 212 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien dla różnych Gr i nadleśnictw.

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr na badaną właściwość. Natomiast TSL i interakcja między czynnikami nie są istotne (tab. 117). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

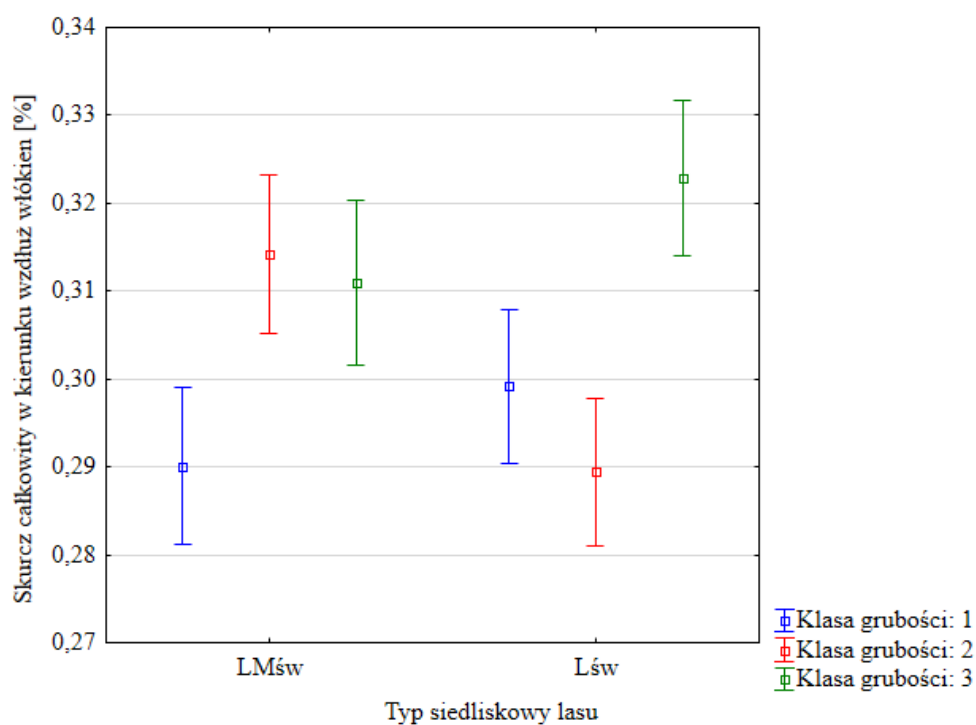
Tab. 117. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	83,13778	1	83,13778	7038,558	< 0,0001 *
TSL	0,00038	1	0,00038	0,033	0,8568
Gr	0,07729	2	0,03864	3,272	0,0384 *
TSL*Gr (interakcja)	0,06248	2	0,03124	2,645	0,0716
Błąd	10,52428	891	0,01181		

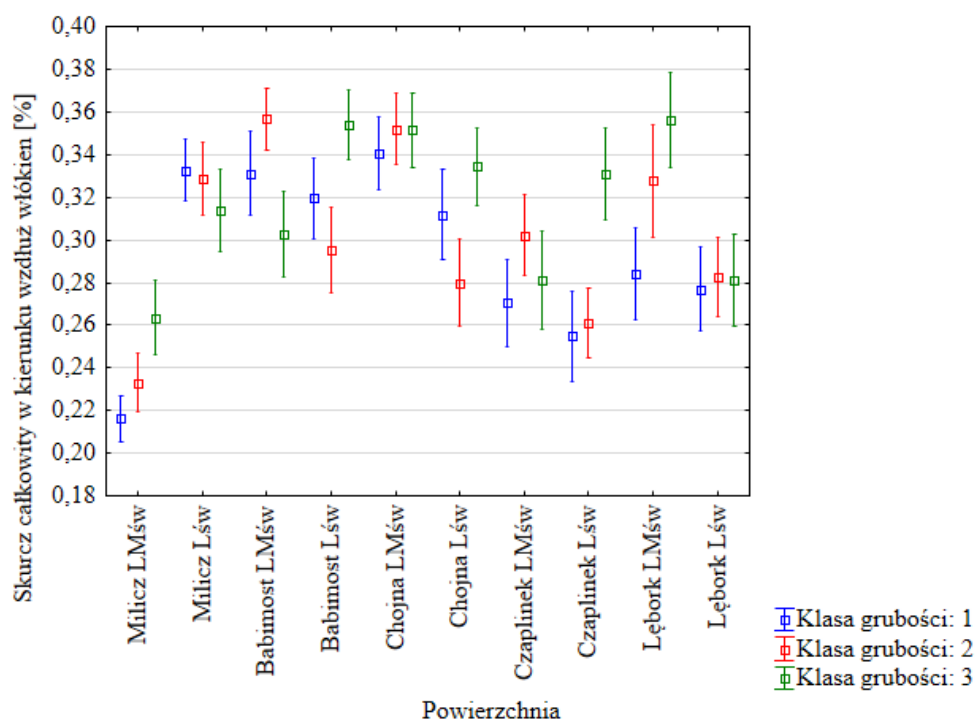
Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku wzdłuż włókien, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

Na rycinie nr 213 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 214, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między skurczem całkowitym drewna w kierunku wzdłuż włókien, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 213. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 214. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku wzdłuż włókien i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.8. Skurcz całkowity w kierunku promieniowym

Tab. 218. Statystyka opisowa skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	4,546	4,560	2,879	6,168	0,949	20,88
		2	30	5,482	5,359	4,667	6,911	0,584	10,66
		3	30	5,723	5,723	4,371	6,586	0,401	7,01
		Razem	87	5,274	5,500	2,879	6,911	0,833	15,79
	Lśw	1	30	5,463	5,438	3,966	6,877	0,593	10,86
		2	30	5,422	5,348	4,586	6,892	0,513	9,46
		3	30	5,628	5,606	4,695	6,501	0,554	9,84
		Razem	90	5,504	5,425	3,966	6,892	0,555	10,09
	Razem		177	5,391	5,451	2,879	6,911	0,713	13,22
Babimost	LMśw	1	30	5,477	5,725	4,074	6,629	0,716	13,07
		2	30	4,928	5,091	3,408	6,131	0,683	13,87
		3	30	4,971	5,142	3,668	5,718	0,482	9,69
		Razem	90	5,125	5,177	3,408	6,629	0,677	13,20
	Lśw	1	30	5,035	5,132	3,481	6,567	1,007	19,99
		2	30	5,317	5,157	4,595	6,890	0,524	9,86
		3	30	5,250	5,216	4,340	6,468	0,638	12,15
		Razem	90	5,201	5,189	3,481	6,890	0,753	14,48
	Razem		180	5,163	5,177	3,408	6,890	0,715	13,85
Chojna	LMśw	1	30	5,788	5,910	4,505	6,462	0,503	8,69
		2	30	5,508	5,542	4,541	6,497	0,487	8,85
		3	30	5,971	5,986	4,802	7,309	0,619	10,37
		Razem	90	5,755	5,750	4,505	7,309	0,567	9,85
	Lśw	1	30	4,624	4,666	3,295	5,702	0,567	12,26
		2	30	4,950	5,001	4,195	5,661	0,449	9,07
		3	30	5,097	5,099	3,597	6,012	0,514	10,09
		Razem	90	4,890	4,943	3,295	6,012	0,544	11,13
	Razem		180	5,323	5,337	3,295	7,309	0,704	13,22
Czaplinek	LMśw	1	30	5,148	5,270	3,781	6,386	0,720	13,99
		2	30	5,193	5,295	3,551	5,816	0,436	8,40
		3	30	4,999	4,915	3,668	6,108	0,733	14,66
		Razem	90	5,113	5,279	3,551	6,386	0,643	12,57
	Lśw	1	30	4,967	5,198	2,713	6,370	0,917	18,46
		2	30	6,323	6,510	4,096	7,674	0,988	15,63
		3	30	5,808	6,010	2,211	6,733	0,879	15,13
		Razem	90	5,699	5,918	2,211	7,674	1,077	18,90
	Razem		180	5,406	5,461	2,211	7,674	0,932	17,24
Lębork	LMśw	1	30	6,040	6,177	4,369	7,495	0,790	13,08
		2	30	5,392	5,400	3,890	6,707	0,586	10,87
		3	30	5,309	5,527	3,378	6,400	0,921	17,35
		Razem	90	5,580	5,609	3,378	7,495	0,836	14,99
	Lśw	1	30	5,173	5,570	3,255	6,404	0,984	19,02
		2	30	5,136	5,129	3,308	6,312	0,557	10,84
		3	30	5,090	5,113	2,826	6,045	0,631	12,39
		Razem	90	5,133	5,191	2,826	6,404	0,740	14,41
	Razem		180	5,357	5,377	2,826	7,495	0,819	15,28
LMśw			447	5,370	5,458	2,879	7,495	0,760	14,15
Lśw			450	5,286	5,272	2,211	7,674	0,807	15,28
1			297	5,233	5,391	2,713	7,495	0,900	17,20
2			300	5,365	5,297	3,308	7,674	0,701	13,06
3			300	5,384	5,423	2,211	7,309	0,734	13,64
Razem			897	5,328	5,365	2,211	7,674	0,785	14,73

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 118.

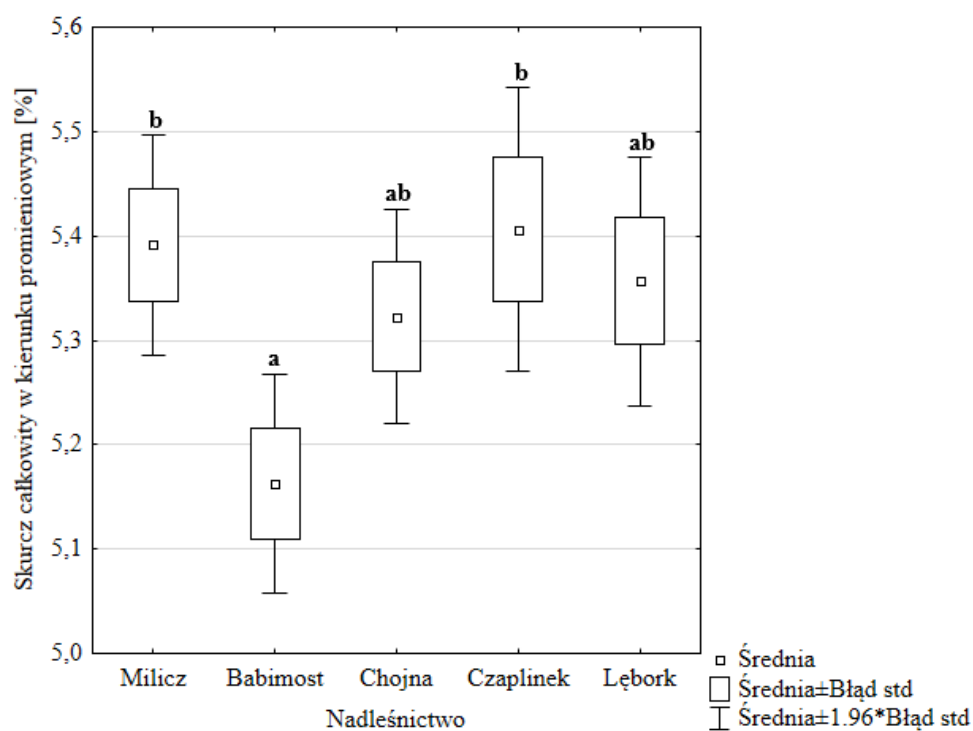
Najwyższą średnią wartość skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym uzyskano w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości – 6,32%, najniższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 4,55%. Najwyższą medianę oznaczono dla Czaplinka na Lśw w II klasie grubości – 6,51%, a najniższą dla Milicza na LMśw w I klasie grubości – 4,56%. Dla całego materiału poddanego analizie skurcz całkowity drewna w kierunku promieniowym wyniósł średnio 5,33%, a mediana 5,37%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 5,37%. Natomiast w klasach grubości wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym rosły wraz ze wzrostem grubości: 5,23% w I klasie, 5,37% w II klasie oraz 5,38% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w III klasie grubości (2,21%), natomiast najwyższą w Czaplinku na Lśw w II klasie grubości (7,67%). Współczynnik zmienności wyniósł 14,73%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 118).

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie ma istotnego wpływu (tab. 119). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

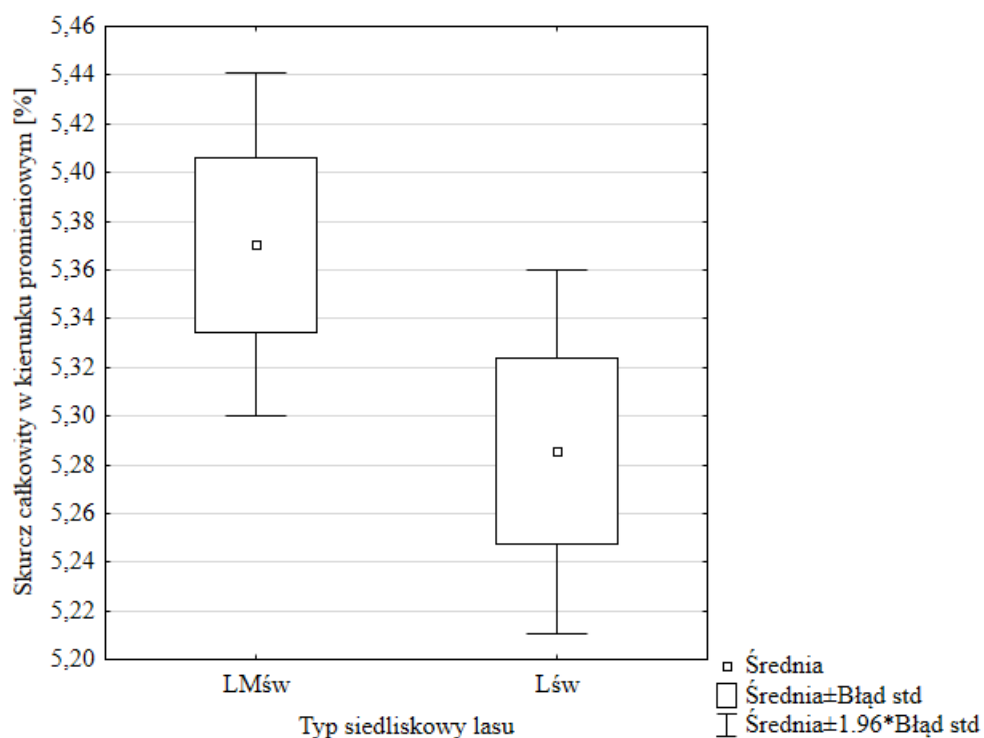
Tab. 119. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	25457,32	1	25457,32	46634,63	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,83	4	1,71	3,13	0,0144 *
TSL	1,59	1	1,59	2,91	0,0883
Lokalizacja * TSL (interakcja)	59,11	4	14,78	27,07	< 0,0001 *
Błąd	484,20	887	0,55		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 215), a w związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 216). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku promieniowym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



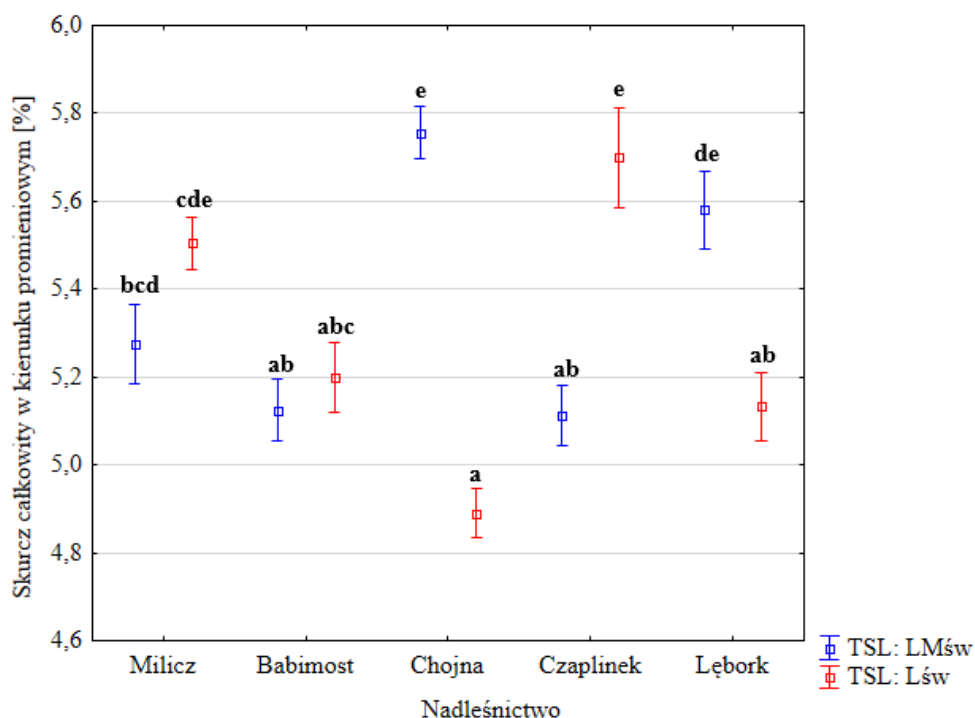
Ryc. 215. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w lokalizacjach



Ryc. 216. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w TSL

Na rycinie nr 217 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym dla różnych siedlisk w poszczególnych

nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 217. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w rozbiu na lokalizację i TSL

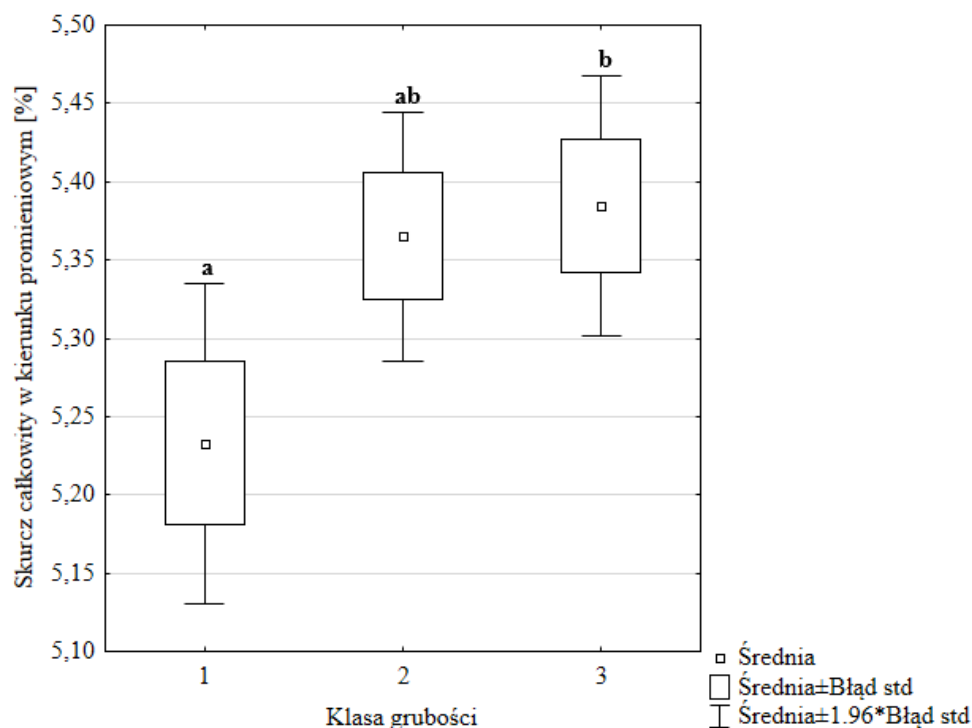
Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 120). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 120. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

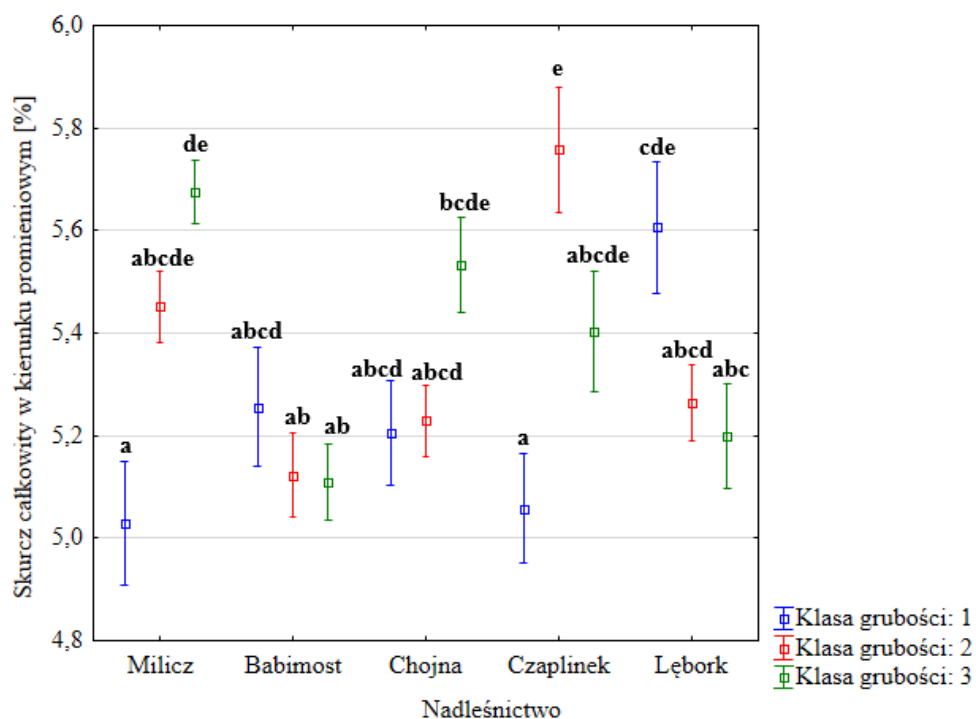
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	25447,96	1	25447,96	44259,89	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,74	4	1,69	2,93	0,0201 *
Gr	4,16	2	2,08	3,62	0,0272 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	33,81	8	4,23	7,35	< 0,0001 *
Błąd	507,12	882	0,57		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 218). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku promieniowym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame

wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



Ryc. 218. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w Gr



Ryc. 219. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w rozbięciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 219 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotne (tab. 121). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

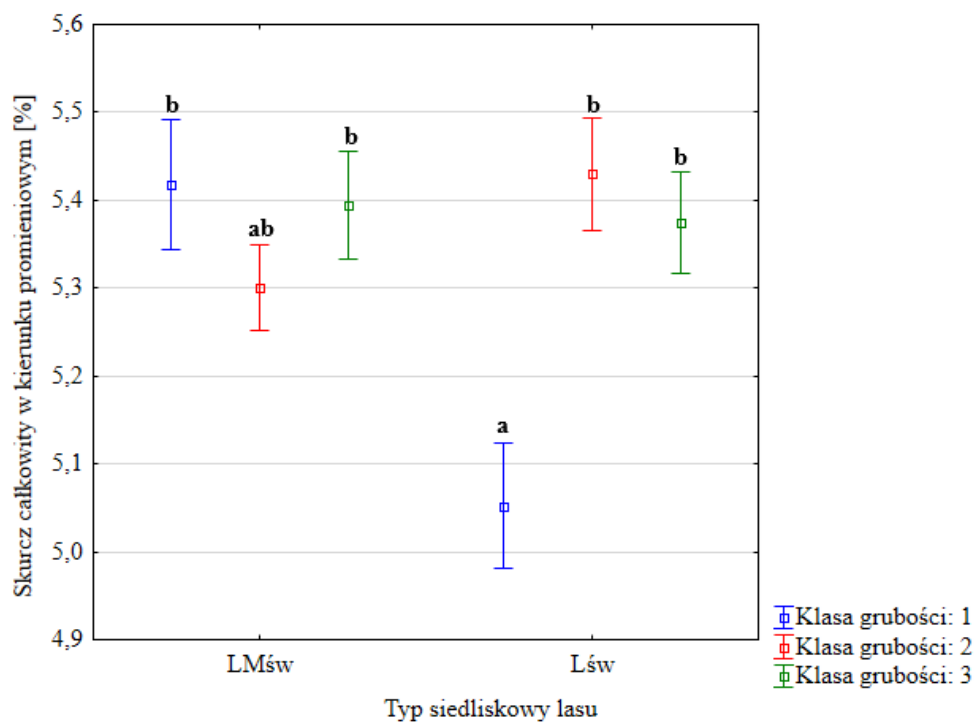
Tab. 121. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	25463,06	1	25463,06	42280,14	< 0,0001 *
TSL	1,63	1	1,63	2,70	0,1007
Gr	3,94	2	1,97	3,27	0,0382 *
TSL*Gr (interakcja)	9,57	2	4,79	7,95	0,0004 *
Błąd	536,60	891	0,60		

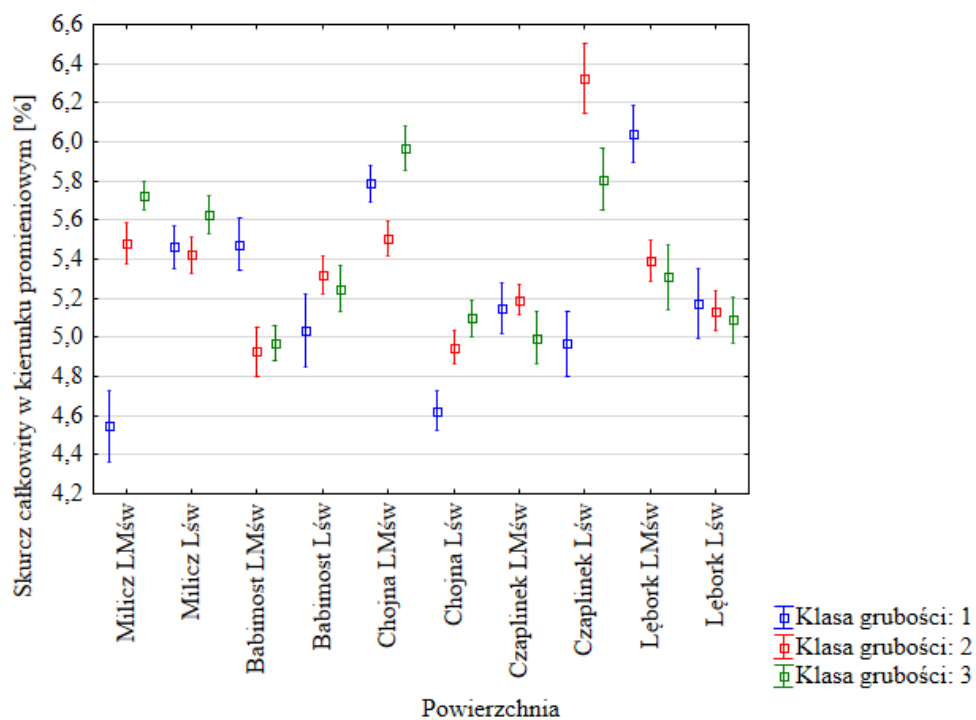
Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku promieniowym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

Na rycinie nr 220 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 221, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między skurczem całkowitym drewna w kierunku promieniowym, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 220. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 221. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku promieniowym i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.9. Skurcz całkowity w kierunku stycznym

Tab. 122. Statystyka opisowa skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	6,650	7,338	4,008	9,555	1,818	27,34
		2	30	7,796	7,741	6,404	8,814	0,623	7,99
		3	30	7,799	7,818	4,814	9,217	0,768	9,85
		Razem	87	7,441	7,674	4,008	9,555	1,270	17,07
	Lśw	1	30	7,857	7,817	5,569	10,060	0,995	12,67
		2	30	8,026	7,850	6,780	9,775	0,755	9,41
		3	30	7,594	7,689	6,247	9,212	0,746	9,82
		Razem	90	7,826	7,793	5,569	10,060	0,849	10,85
	Razem		177	7,637	7,761	4,008	10,060	1,091	14,29
Babimost	LMśw	1	30	7,659	7,433	6,708	9,390	0,806	10,53
		2	30	7,456	7,514	6,256	8,706	0,702	9,42
		3	30	7,389	7,517	6,194	8,243	0,491	6,65
		Razem	90	7,502	7,507	6,194	9,390	0,682	9,09
	Lśw	1	30	8,219	8,253	6,526	9,049	0,553	6,73
		2	30	7,339	7,382	5,933	8,726	0,751	10,23
		3	30	6,431	6,373	4,951	7,502	0,579	9,01
		Razem	90	7,329	7,286	4,951	9,049	0,965	13,17
	Razem		180	7,415	7,432	4,951	9,390	0,838	11,30
Chojna	LMśw	1	30	7,232	7,201	6,180	8,217	0,610	8,43
		2	30	7,659	7,632	6,548	9,032	0,617	8,06
		3	30	8,635	8,867	6,441	10,300	0,953	11,03
		Razem	90	7,842	7,721	6,180	10,300	0,943	12,03
	Lśw	1	30	6,726	7,059	4,556	8,159	0,951	14,14
		2	30	6,664	6,640	5,122	7,696	0,491	7,37
		3	30	7,125	7,254	4,718	8,416	0,631	8,86
		Razem	90	6,838	6,836	4,556	8,416	0,739	10,80
	Razem		180	7,340	7,271	4,556	10,300	0,983	13,40
Czaplinek	LMśw	1	30	7,891	8,246	5,153	9,663	1,382	17,52
		2	30	7,426	7,639	4,524	8,586	0,965	13,00
		3	30	7,115	7,113	4,019	8,796	1,319	18,54
		Razem	90	7,478	7,738	4,019	9,663	1,263	16,89
	Lśw	1	30	7,103	7,510	3,294	9,372	1,541	21,70
		2	30	7,755	7,745	4,737	9,446	0,879	11,33
		3	30	7,799	8,246	3,681	9,670	1,368	17,54
		Razem	90	7,552	7,810	3,294	9,670	1,318	17,45
	Razem		180	7,515	7,800	3,294	9,670	1,288	17,14
Lębork	LMśw	1	30	7,621	7,773	4,766	10,079	1,242	16,30
		2	30	6,734	6,780	5,376	8,361	0,807	11,98
		3	30	8,100	8,912	4,149	10,097	1,873	23,13
		Razem	90	7,485	7,662	4,149	10,097	1,477	19,74
	Lśw	1	30	6,987	7,581	4,169	8,457	1,356	19,41
		2	30	7,317	7,372	6,031	9,125	0,828	11,32
		3	30	7,119	7,358	3,563	8,122	0,926	13,01
		Razem	90	7,141	7,484	3,563	9,125	1,059	14,82
	Razem		180	7,313	7,527	3,563	10,097	1,293	17,68
LMśw			447	7,550	7,627	4,008	10,300	1,165	15,43
Lśw			450	7,337	7,412	3,294	10,060	1,057	14,40
1			297	7,402	7,573	3,294	10,079	1,269	17,14
2			300	7,417	7,511	4,524	9,775	0,851	11,48
3			300	7,511	7,515	3,563	10,300	1,188	15,82
Razem			897	7,443	7,538	3,294	10,300	1,117	15,00

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 122.

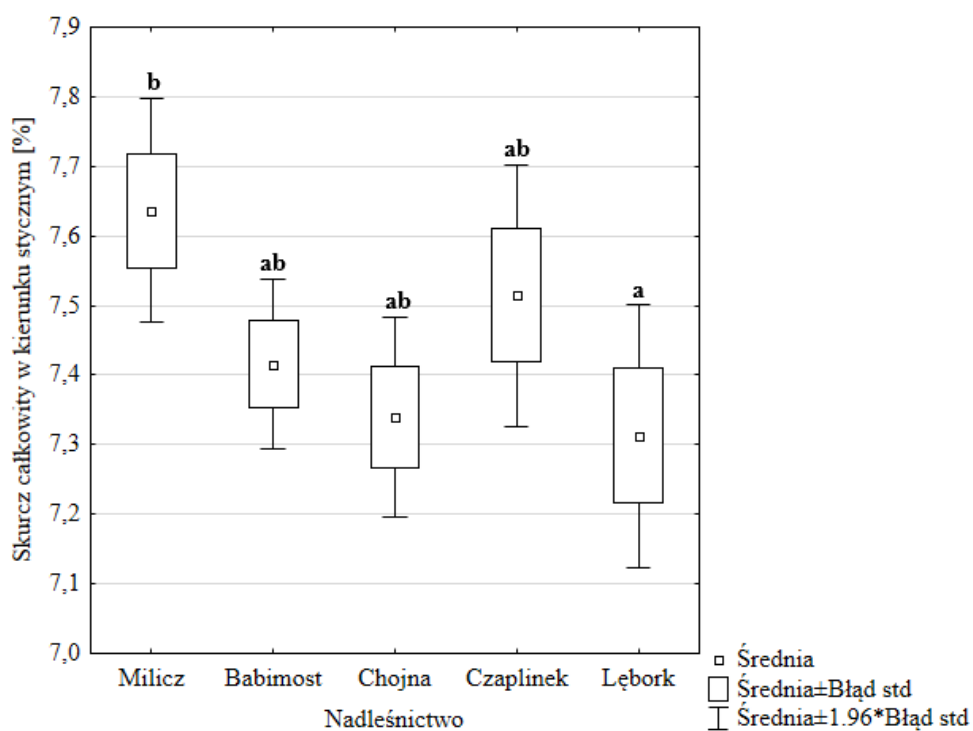
Najwyższą średnią wartość skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 8,64%, najniższą w Babimoście na Lśw w III klasie grubości – 6,43%. Najwyższą medianę oznaczono dla Lęborka na LMśw w III klasie grubości – 8,91%, a najniższą dla Babimostu na Lśw w III klasie grubości – 6,37%. Dla całego materiału poddanego analizie skurcz całkowity drewna w kierunku stycznym wyniósł średnio 7,44%, a mediana 7,54%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 7,55%. Natomiast w klasach grubości wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym nieznacznie rosły wraz ze wzrostem grubości: 7,40% w I klasie, 7,42% w II klasie oraz 7,51% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (3,29%), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (10,30%). Współczynnik zmienności wyniósł 15,00%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 122).

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 123). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

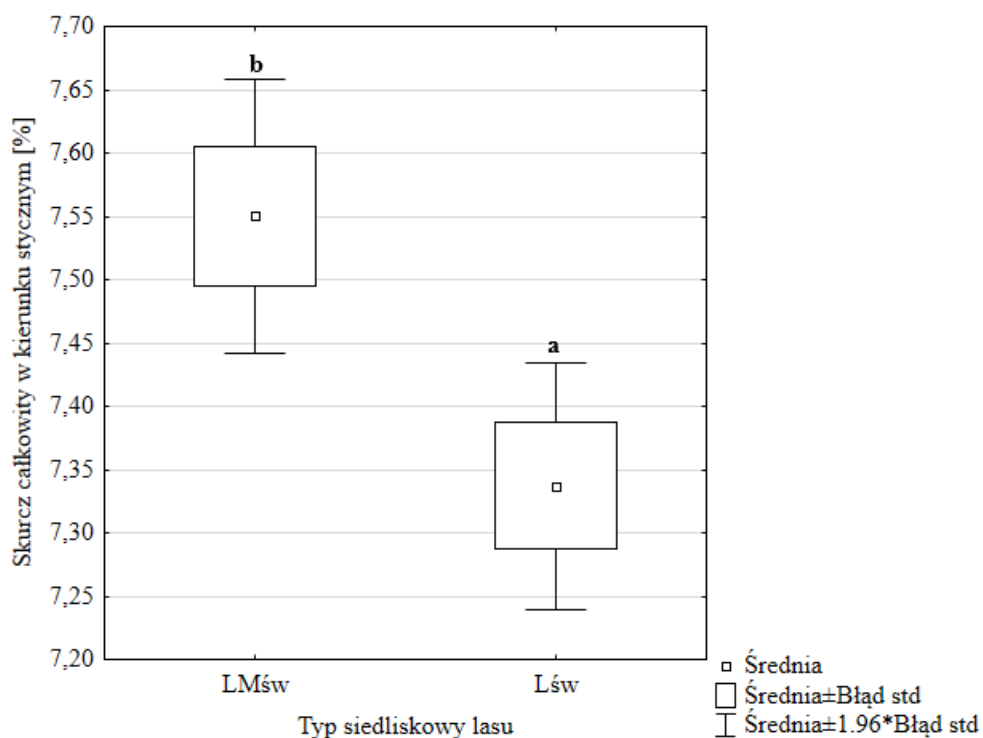
Tab. 123. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	49690,97	1	49690,97	42152,87	< 0,0001 *
Lokalizacja	12,45	4	3,11	2,64	0,0327 *
TSL	10,10	1	10,10	8,57	0,0035 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	48,48	4	12,12	10,28	< 0,0001 *
Błąd	1045,62	887	1,18		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 222). Również dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 223). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku stycznym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

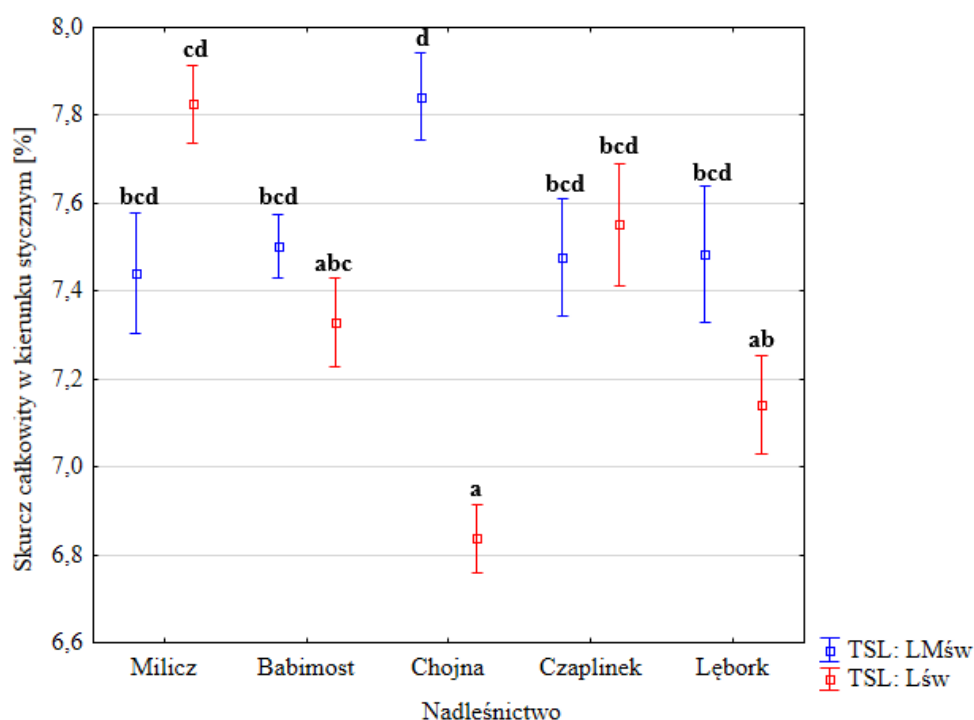


Ryc. 222. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w lokalizacjach



Ryc. 223. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w TSL

Na rycinie nr 224 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



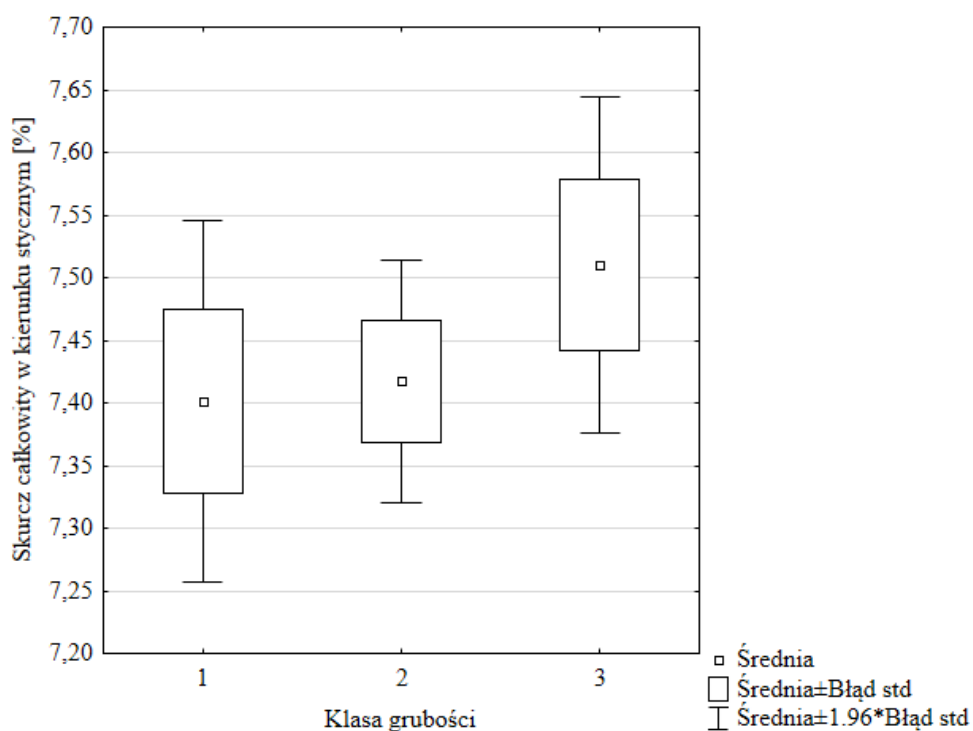
Ryc. 224. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 124). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

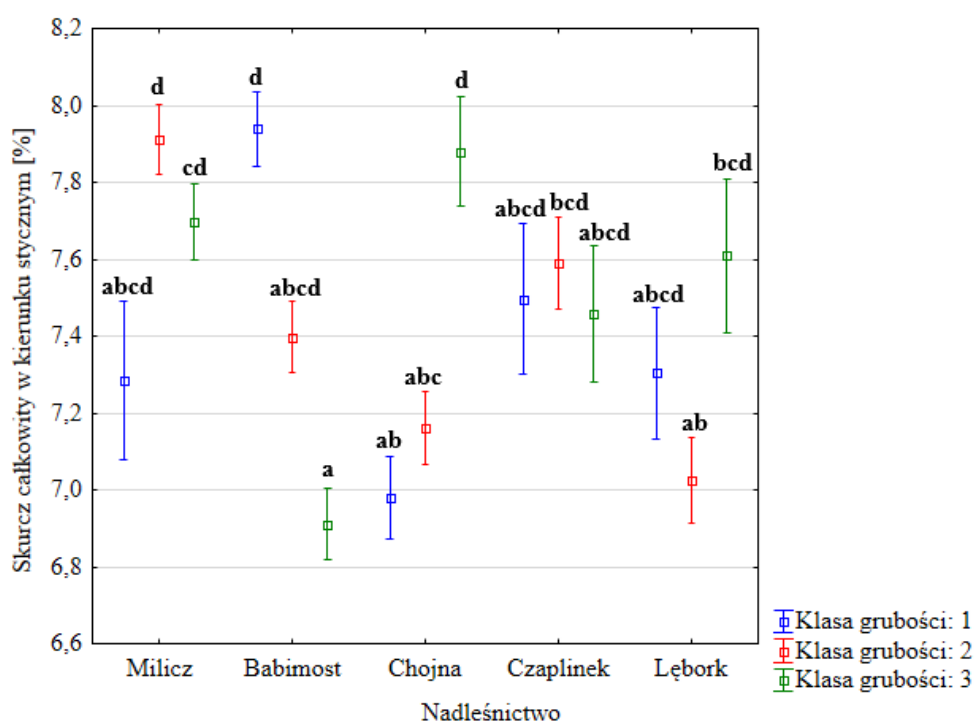
Tab. 124. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	49681,03	1	49681,03	42840,53	< 0,0001 *
Lokalizacja	12,27	4	3,07	2,65	0,0324 *
Gr	2,10	2	1,05	0,91	0,4046
Lokalizacja*Gr (interakcja)	79,54	8	9,94	8,57	< 0,0001 *
Błąd	1022,83	882	1,16		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 225). Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku stycznym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



Ryc. 225. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w Gr



Ryc. 226. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w rozbiciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 226 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 125). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

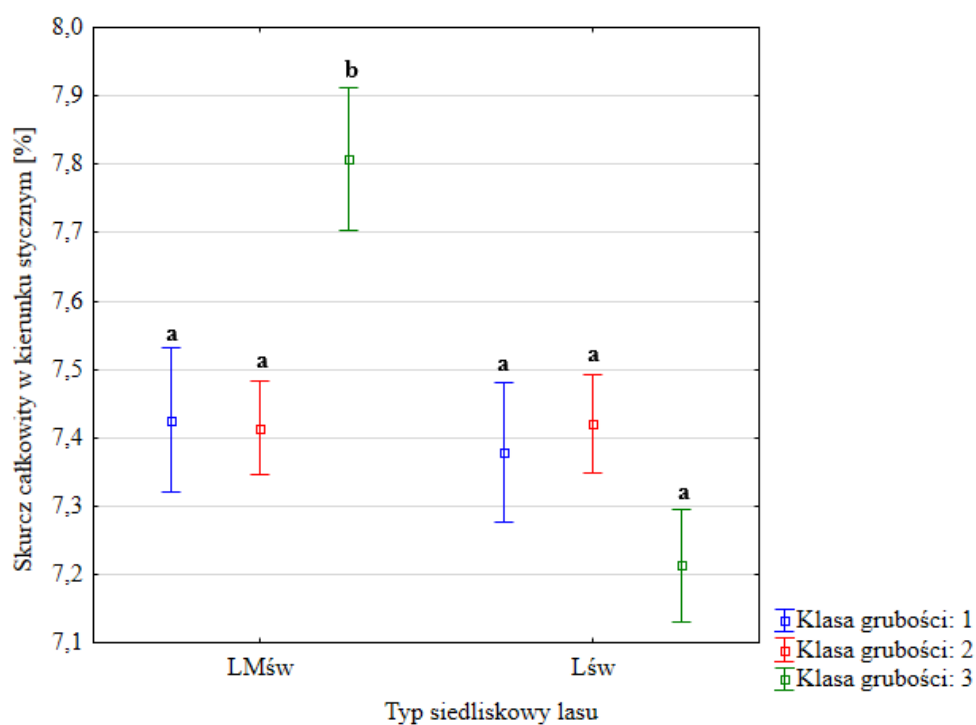
Tab. 125. Analiza wariancji między skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	49692,61	1	49692,61	40682,31	< 0,0001 *
TSL	10,09	1	10,09	8,26	0,0042 *
Gr	2,07	2	1,03	0,85	0,4296
TSL*Gr (interakcja)	16,51	2	8,26	6,76	0,0012 *
Błąd	1088,34	891	1,22		

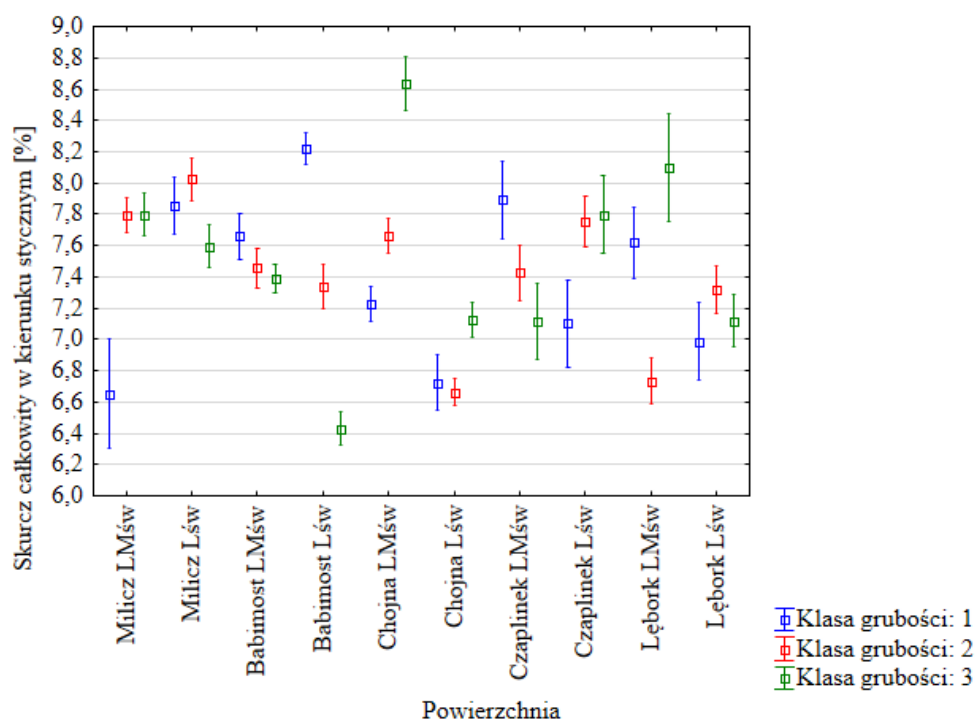
Analizy przeprowadzone dla współczynnika skurczu w kierunku stycznym, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

Na rycinie nr 227 przedstawiono relację między przeciętnym skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 228, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między skurczem całkowitym drewna w kierunku stycznym, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 227. Średnie wartości i błędy standardowe skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 228. Porównanie średnich wartości skurczu całkowitego drewna w kierunku stycznym i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.10. Objętościowy skurcz całkowity

Tab. 126. Statystyka opisowa objętościowego skurczu całkowitego drewna [%] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadlesnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	11,072	11,823	7,011	15,205	2,543	22,97
		2	30	13,052	12,831	11,012	15,004	0,954	7,31
		3	30	13,302	13,220	9,211	15,062	1,036	7,79
		Razem	87	12,524	12,916	7,011	15,205	1,896	15,14
	Lśw	1	30	13,177	13,194	9,668	15,536	1,345	10,21
		2	30	13,296	13,003	11,763	16,297	1,114	8,38
		3	30	13,067	12,961	11,268	15,213	0,955	7,31
		Razem	90	13,180	13,070	9,668	16,297	1,140	8,65
	Razem		177	12,857	13,004	7,011	16,297	1,588	12,35
Babimost	LMśw	1	30	13,007	12,802	11,421	14,801	0,919	7,07
		2	30	12,327	12,599	9,772	14,233	1,228	9,96
		3	30	12,259	12,380	9,754	13,398	0,781	6,37
		Razem	90	12,531	12,579	9,754	14,801	1,040	8,30
	Lśw	1	30	13,118	13,177	11,429	14,798	1,050	8,01
		2	30	12,522	12,587	10,623	14,597	1,094	8,74
		3	30	11,653	11,617	9,195	13,474	1,109	9,51
		Razem	90	12,431	12,415	9,195	14,798	1,231	9,90
	Razem		180	12,481	12,546	9,195	14,801	1,137	9,11
Chojna	LMśw	1	30	12,898	13,189	11,306	13,994	0,840	6,52
		2	30	13,050	12,993	11,144	15,037	0,949	7,27
		3	30	14,389	14,388	12,410	16,800	1,319	9,17
		Razem	90	13,445	13,306	11,144	16,800	1,243	9,24
	Lśw	1	30	11,312	11,443	7,822	13,767	1,415	12,51
		2	30	11,532	11,520	9,469	12,981	0,709	6,15
		3	30	12,152	12,155	8,505	13,348	0,915	7,53
		Razem	90	11,665	11,738	7,822	13,767	1,103	9,46
	Razem		180	12,555	12,411	7,822	16,800	1,473	11,73
Czaplinek	LMśw	1	30	12,861	13,448	9,341	15,553	1,925	14,97
		2	30	12,496	13,066	8,246	14,164	1,242	9,94
		3	30	11,998	11,839	7,782	14,340	1,898	15,82
		Razem	90	12,452	12,996	7,782	15,553	1,735	13,93
	Lśw	1	30	11,930	12,420	6,602	15,311	2,247	18,84
		2	30	13,807	14,038	9,051	15,741	1,598	11,57
		3	30	13,432	14,074	6,335	16,124	1,997	14,87
		Razem	90	13,057	13,677	6,335	16,124	2,108	16,14
	Razem		180	12,754	13,260	6,335	16,124	1,949	15,28
Lębork	LMśw	1	30	13,439	13,761	9,241	16,955	1,839	13,69
		2	30	12,050	12,080	9,964	13,968	1,130	9,38
		3	30	13,275	14,278	7,898	16,153	2,514	18,93
		Razem	90	12,921	13,370	7,898	16,955	1,991	15,41
	Lśw	1	30	12,031	12,975	7,735	14,030	2,151	17,88
		2	30	12,324	12,409	9,744	14,717	1,101	8,94
		3	30	12,090	12,284	6,533	13,818	1,424	11,78
		Razem	90	12,148	12,700	6,533	14,717	1,606	13,22
	Razem		180	12,535	12,791	6,533	16,955	1,845	14,72
LMśw			447	12,776	12,931	7,011	16,955	1,658	12,98
Lśw			450	12,496	12,684	6,335	16,297	1,585	12,68
1			297	12,499	12,858	6,602	16,955	1,860	14,88
2			300	12,646	12,697	8,246	16,297	1,281	10,13
3			300	12,762	12,840	6,335	16,800	1,683	13,19
Razem			897	12,636	12,795	6,335	16,955	1,627	12,88

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima objętościowego skurczu całkowitego drewna oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 126.

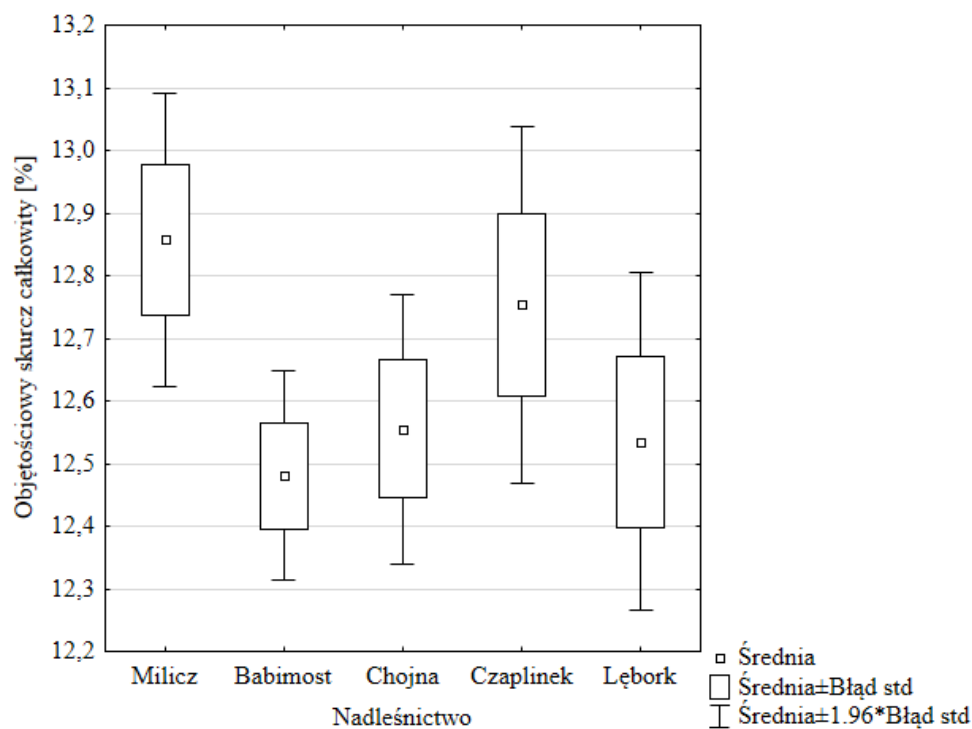
Najwyższą średnią wartość objętościowego skurczu całkowitego drewna uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 14,39%, najniższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 11,07%. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 14,39%, a najniższą dla Chojny na Lśw w I klasie grubości – 11,44%. Dla całego materiału poddanego analizie objętościowy skurcz całkowity drewna wyniósł średnio 12,64%, a mediana 12,80%. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 12,78%. Natomiast w klasach grubości wartości objętościowego skurczu całkowitego drewna nieznacznie rosły wraz ze wzrostem grubości: 12,50% w I klasie, 12,65% w II klasie oraz 12,76% w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w III klasie grubości (6,34%), natomiast najwyższą w Lęborku na LMśw w I klasie grubości (16,96%). Współczynnik zmienności wyniósł 12,88%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 126).

Analiza zależności objętościowego skurczu całkowitego drewna od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast lokalizacja nie jest istotna (tab. 127). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

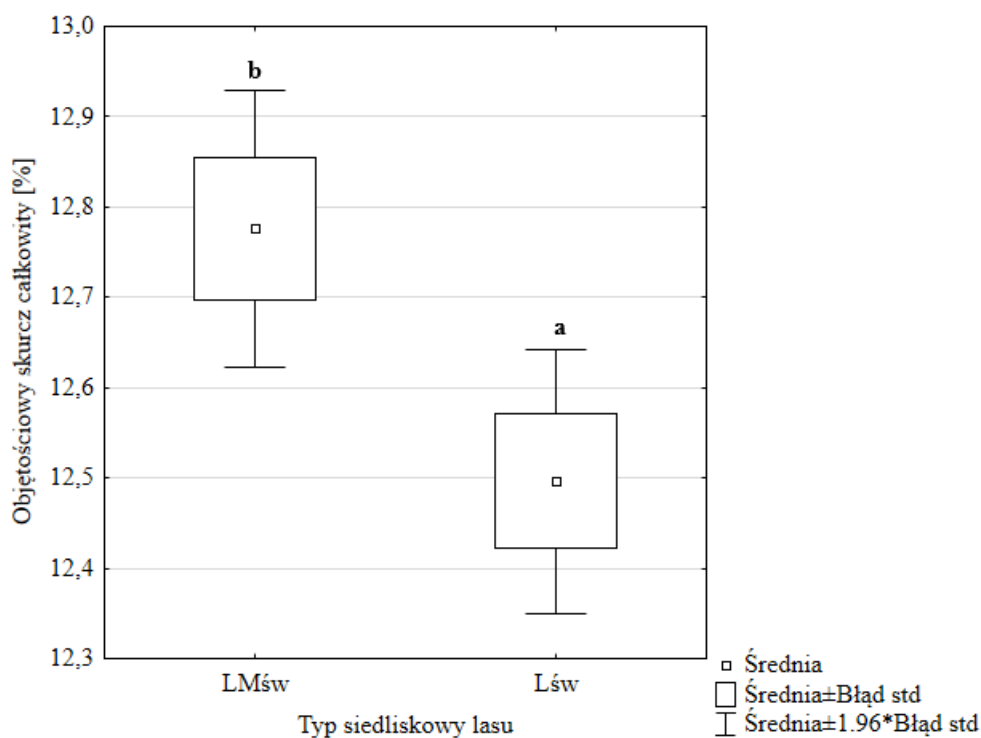
Tab. 127. Analiza wariancji między objętościowym skurczem całkowitym drewna a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	143192,6	1	143192,6	59139,52	< 0,0001 *
Lokalizacja	18,1	4	4,5	1,87	0,1138
TSL	17,4	1	17,4	7,17	0,0075 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	187,7	4	46,9	19,38	< 0,0001 *
Błąd	2147,7	887	2,4		

W związku z brakiem istotnego wpływu lokalizacji nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 229). W wyniku porównania wartości badanego parametru między TSL otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 230). Analizy przeprowadzone dla współczynnika objętościowego skurczu, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

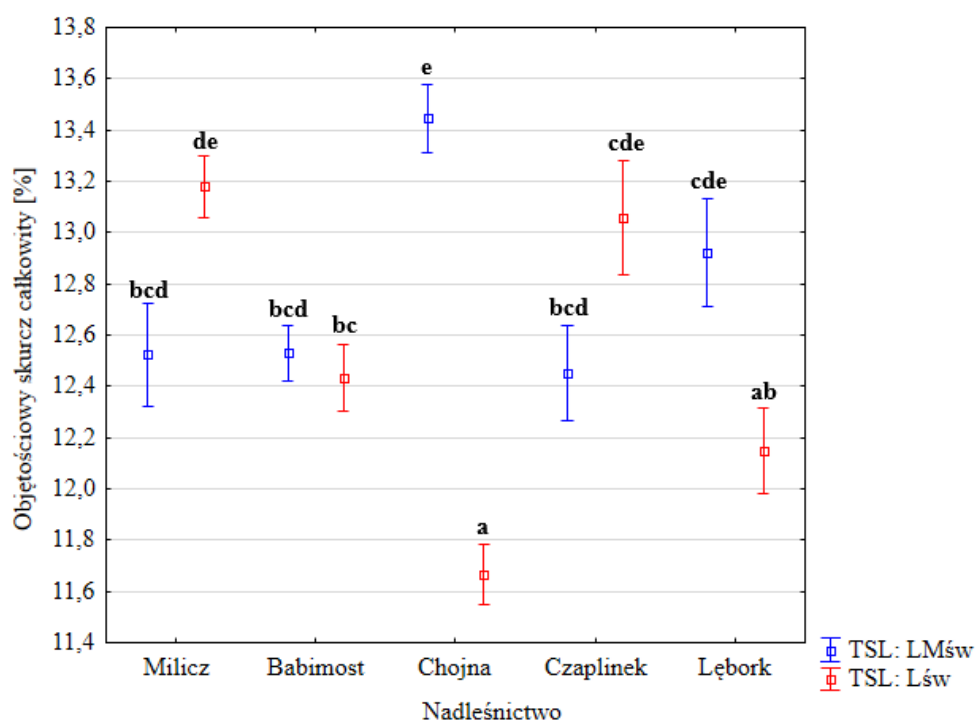


Ryc. 229. Porównanie średnich wartości objętościowego skurczu całkowitego drewna w lokalizacjach



Ryc. 230. Porównanie średnich wartości objętościowego skurczu całkowitego drewna w TSL

Na rycinie nr 231 przedstawiono relację między przeciętnym objętościowym skurczem całkowitym drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



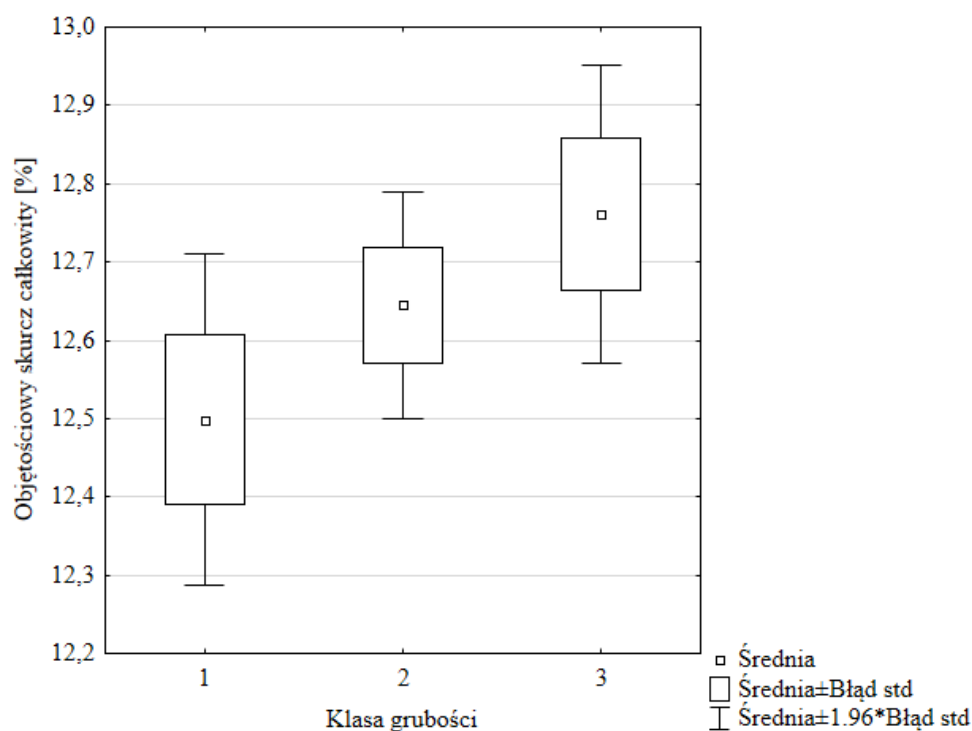
Ryc. 231. Średnie wartości i błędy standardowe objętościowego skurczu całkowitego drewna w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności objętościowego skurczu całkowitego drewna od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast lokalizacja i Gr nie są istotne (tab. 128). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

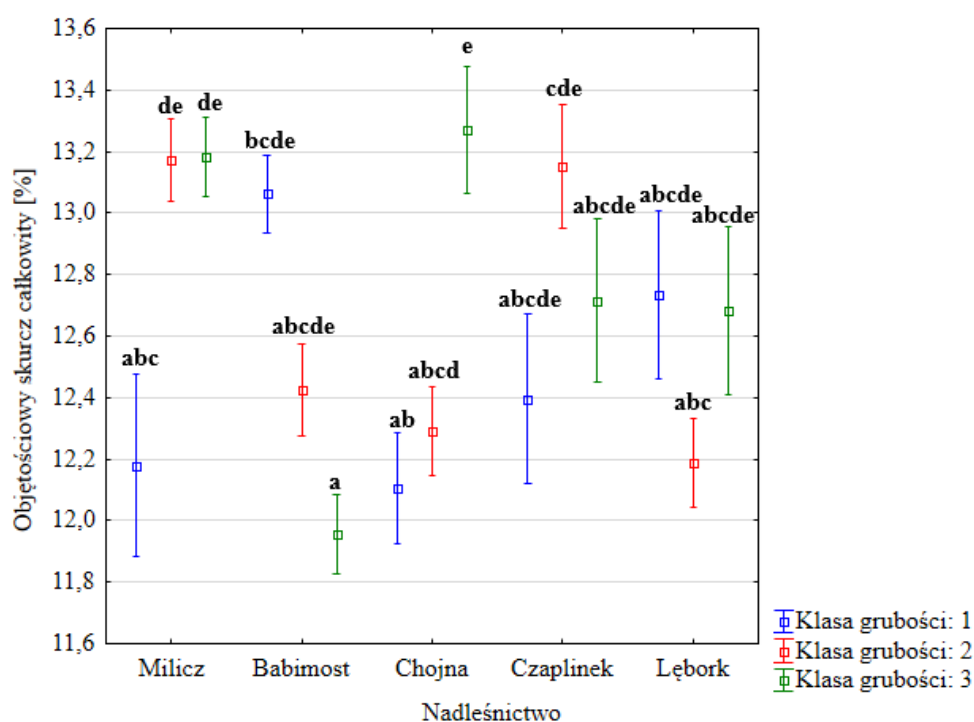
Tab. 128. Analiza wariancji między objętościowym skurczem całkowitym drewna a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	143158,0	1	143158,0	57334,90	< 0,0001 *
Lokalizacja	17,7	4	4,4	1,77	0,1330
Gr	10,6	2	5,3	2,13	0,1198
Lokalizacja*Gr (interakcja)	140,7	8	17,6	7,04	< 0,0001 *
Błąd	2202,2	882	2,5		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 232). Analizy przeprowadzone dla współczynnika objętościowego skurczu, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.



Ryc. 232. Porównanie średnich wartości objętościowego skurczu całkowitego drewna w Gr



Ryc. 233. Średnie wartości i błędy standardowe objętościowego skurczu całkowitego drewna w rozbiu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 233 przedstawiono relację między przeciętnym objętościowym skurczem całkowitym drewna dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności objętościowego skurczu całkowitego drewna od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 129). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

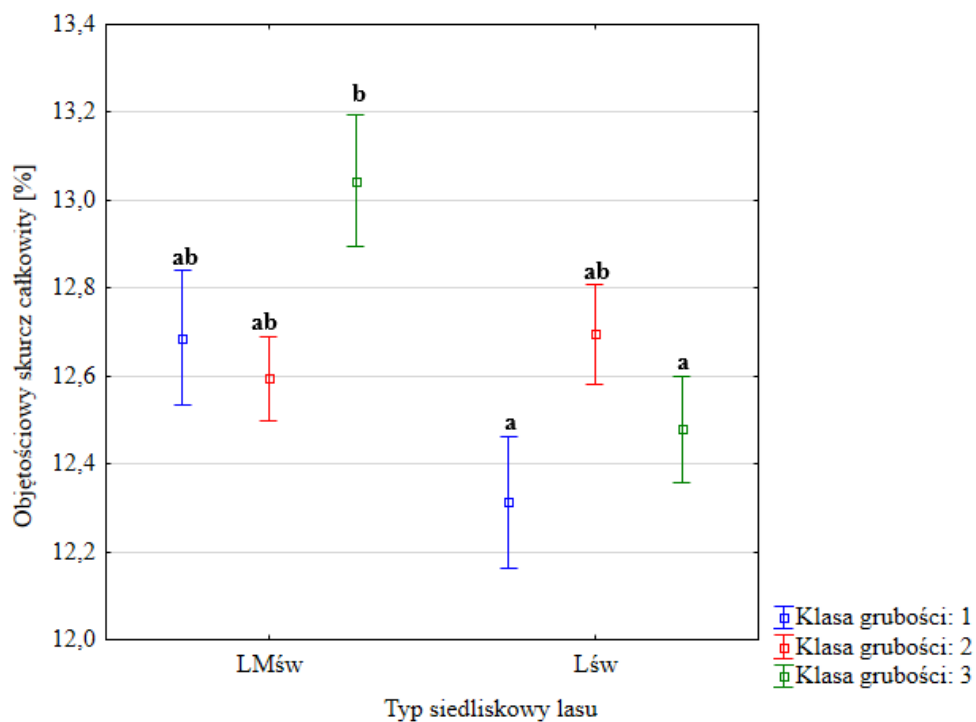
Tab. 129. Analiza wariancji między objętościowym skurczem całkowitym drewna a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	143211,7	1	143211,7	54854,69	< 0,0001 *
TSL	17,5	1	17,5	6,70	0,0010 *
Gr	10,2	2	5,1	1,96	0,1422
TSL*Gr (interakcja)	17,7	2	8,8	3,39	0,0343 *
Błąd	2326,2	891	2,6		

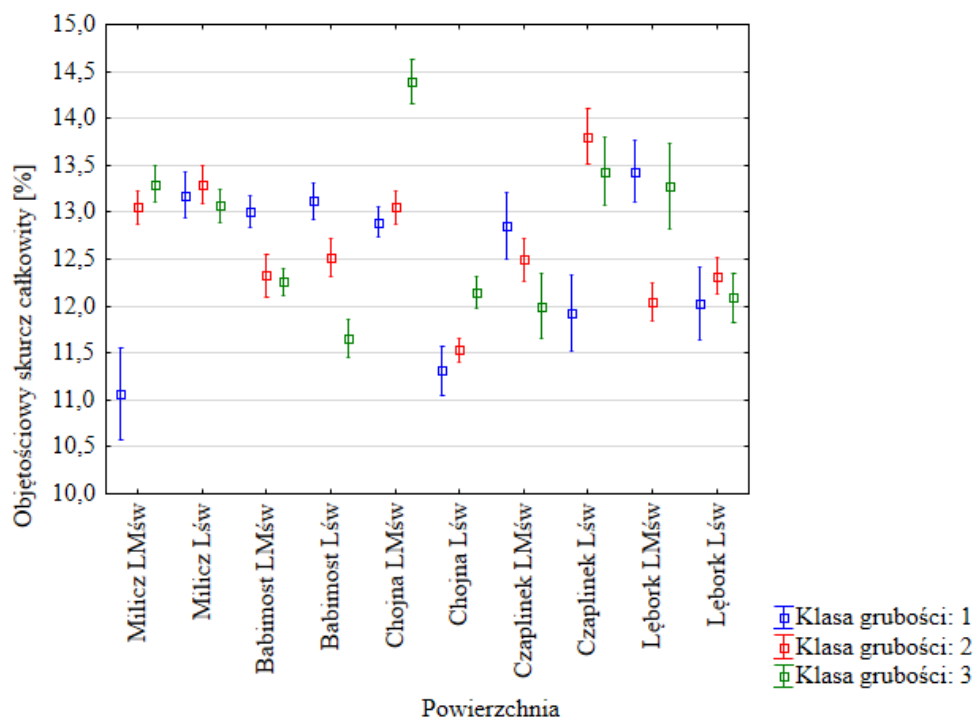
Analizy przeprowadzone dla współczynnika objętościowego skurczu, który jest proporcjonalną wartością skurczu, dały tożsame wyniki istotności wpływu i podziału na grupy homogeniczne, dlatego nie zostały opisane w odrębnym podrozdziale.

Na rycinie nr 234 przedstawiono relację między przeciętnym objętościowym skurczem całkowitym drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 235, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między objętościowym skurczem całkowitym drewna, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 234. Średnie wartości i błędy standardowe objętościowego skurczu całkowitego drewna w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 235. Porównanie średnich wartości objętościowego skurczu całkowitego drewna i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.11. Wskaźnik anizotropii kurczenia się

Tab. 130. Statystyka opisowa wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	1,453	1,487	1,104	1,977	0,195	13,40
		2	30	1,433	1,428	1,131	1,777	0,148	10,36
		3	30	1,362	1,366	1,102	1,515	0,088	6,46
		Razem	87	1,414	1,415	1,102	1,977	0,152	10,73
	Lśw	1	30	1,442	1,407	1,143	1,750	0,145	10,09
		2	30	1,483	1,460	1,322	1,757	0,099	6,68
		3	30	1,359	1,389	1,063	1,674	0,162	11,94
		Razem	90	1,428	1,423	1,063	1,757	0,146	10,24
	Razem		177	1,421	1,421	1,063	1,977	0,149	10,46
Babimost	LMśw	1	30	1,427	1,330	1,064	1,942	0,265	18,57
		2	30	1,528	1,532	1,229	1,838	0,139	9,07
		3	30	1,498	1,462	1,198	1,795	0,154	10,25
		Razem	90	1,484	1,483	1,064	1,942	0,197	13,24
	Lśw	1	30	1,702	1,557	1,170	2,305	0,377	22,16
		2	30	1,385	1,377	1,149	1,637	0,124	8,95
		3	30	1,232	1,233	1,043	1,439	0,098	7,93
		Razem	90	1,440	1,363	1,043	2,305	0,305	21,19
	Razem		180	1,462	1,422	1,043	2,305	0,257	17,57
Chojna	LMśw	1	30	1,256	1,254	1,037	1,493	0,123	9,76
		2	30	1,395	1,392	1,247	1,575	0,094	6,73
		3	30	1,451	1,450	1,044	1,659	0,126	8,69
		Razem	90	1,367	1,377	1,037	1,659	0,140	10,27
	Lśw	1	30	1,455	1,446	1,188	1,814	0,132	9,08
		2	30	1,356	1,309	1,109	1,669	0,149	10,98
		3	30	1,406	1,392	1,085	1,731	0,139	9,88
		Razem	90	1,406	1,411	1,085	1,814	0,145	10,28
	Razem		180	1,386	1,387	1,037	1,814	0,143	10,34
Czaplinek	LMśw	1	30	1,528	1,556	1,210	1,722	0,121	7,93
		2	30	1,429	1,426	1,101	1,635	0,131	9,16
		3	30	1,417	1,429	1,059	1,654	0,128	9,00
		Razem	90	1,458	1,482	1,059	1,722	0,135	9,24
	Lśw	1	30	1,423	1,419	1,158	1,676	0,111	7,82
		2	30	1,242	1,196	1,050	1,613	0,149	11,98
		3	30	1,348	1,366	1,041	1,665	0,145	10,77
		Razem	90	1,338	1,351	1,041	1,676	0,154	11,50
	Razem		180	1,398	1,420	1,041	1,722	0,156	11,19
Lębork	LMśw	1	30	1,260	1,275	1,071	1,763	0,121	9,60
		2	30	1,258	1,233	1,040	2,149	0,191	15,20
		3	30	1,512	1,526	1,144	1,784	0,169	11,19
		Razem	90	1,344	1,287	1,040	2,149	0,201	14,96
	Lśw	1	30	1,352	1,353	1,089	1,585	0,101	7,43
		2	30	1,437	1,416	1,145	1,957	0,191	13,31
		3	30	1,400	1,401	1,123	1,639	0,106	7,55
		Razem	90	1,397	1,387	1,089	1,957	0,142	10,14
	Razem		180	1,370	1,345	1,040	2,149	0,175	12,80
LMśw		447	1,413	1,411	1,037	2,149	0,175	12,38	
Lśw		450	1,402	1,388	1,041	2,305	0,192	13,68	
1		297	1,430	1,391	1,037	2,305	0,223	15,59	
2		300	1,394	1,400	1,040	2,149	0,166	11,94	
3		300	1,399	1,402	1,041	1,795	0,153	10,92	
Razem		897	1,407	1,398	1,037	2,305	0,184	13,04	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 130.

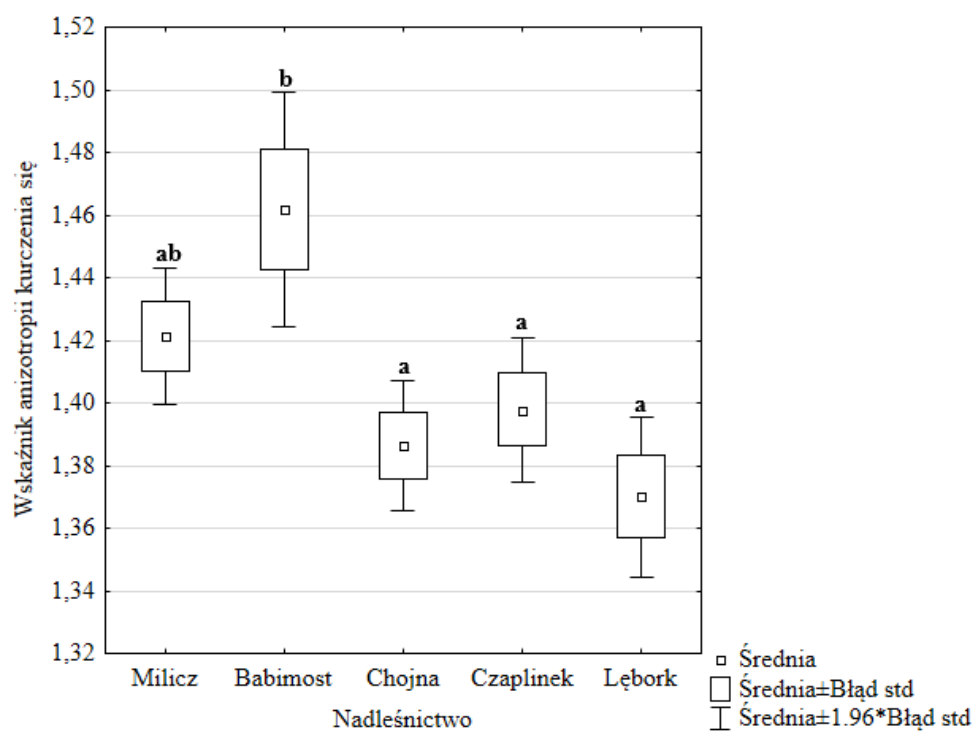
Najwyższą średnią wartość wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna uzyskano w Babimoście na Lśw w I klasie grubości – 1,702, najniższą w Babimoście na Lśw w III klasie grubości – 1,232. Najwyższą medianę oznaczono dla Babimostu na Lśw w I klasie grubości – 1,557, a najniższą dla Czaplinka na Lśw w II klasie grubości – 1,196. Dla całego materiału poddanego analizie wskaźnik anizotropii kurczenia się drewna wyniósł średnio 1,407, a mediana 1,398. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 1,413. Natomiast w klasach grubości wartości wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna wyniosły: 1,430 w I klasie, 1,394 w II klasie oraz 1,399 w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Chojnie na LMśw w I klasie grubości (1,037), natomiast najwyższą w Babimoście na Lśw w I klasie grubości (2,305). Współczynnik zmienności wyniósł 13,04%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 130).

Analiza zależności wskaźnika anizotropii kurczenia się od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 131). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

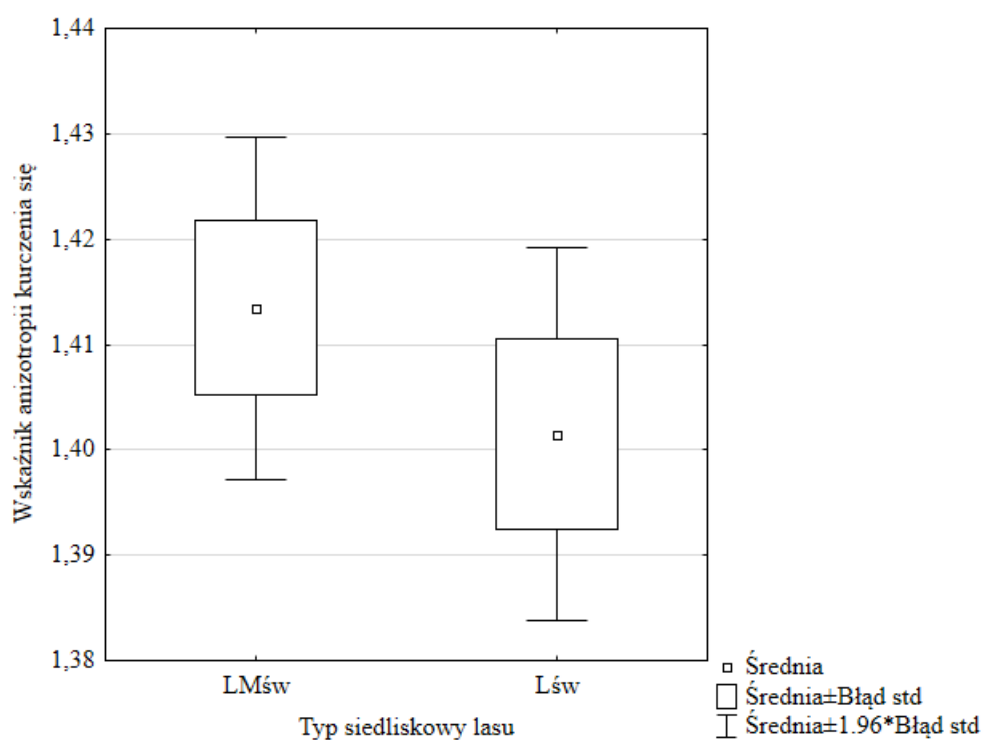
Tab. 131. Analiza wariancji między wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1776,694	1	1776,694	55639,40	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,914	4	0,229	7,16	< 0,0001 *
TSL	0,032	1	0,032	1,01	0,3161
Lokalizacja * TSL (interakcja)	0,911	4	0,228	7,13	< 0,0001 *
Błąd	28,324	887	0,032		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 236). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 237).

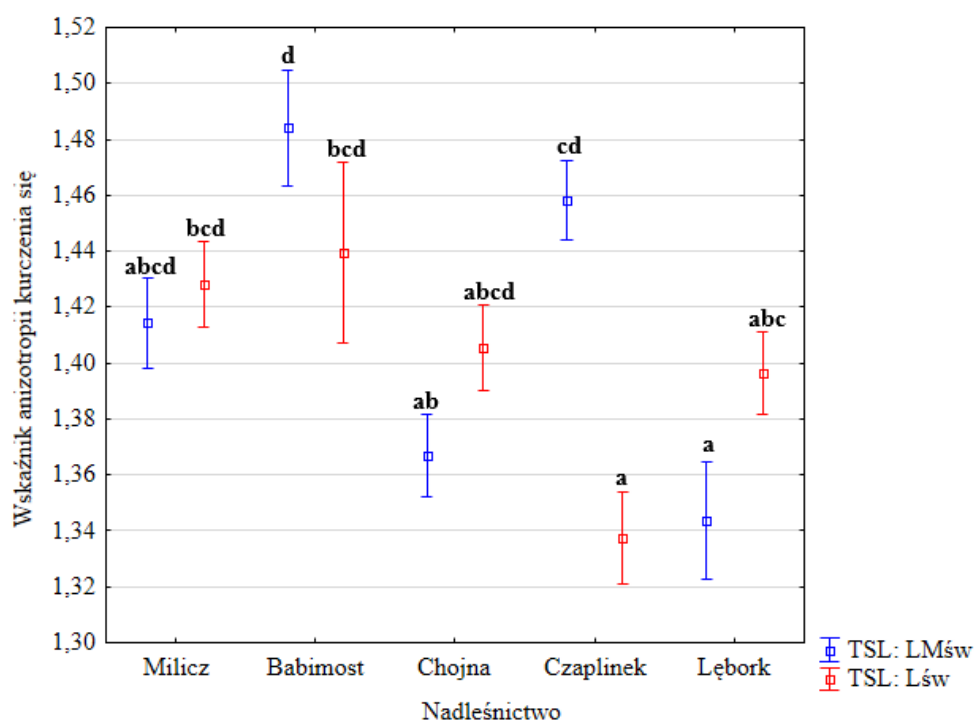


Ryc. 236. Porównanie średnich wartości wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w lokalizacjach



Ryc. 237. Porównanie średnich wartości wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w TSL

Na rycinie nr 238 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



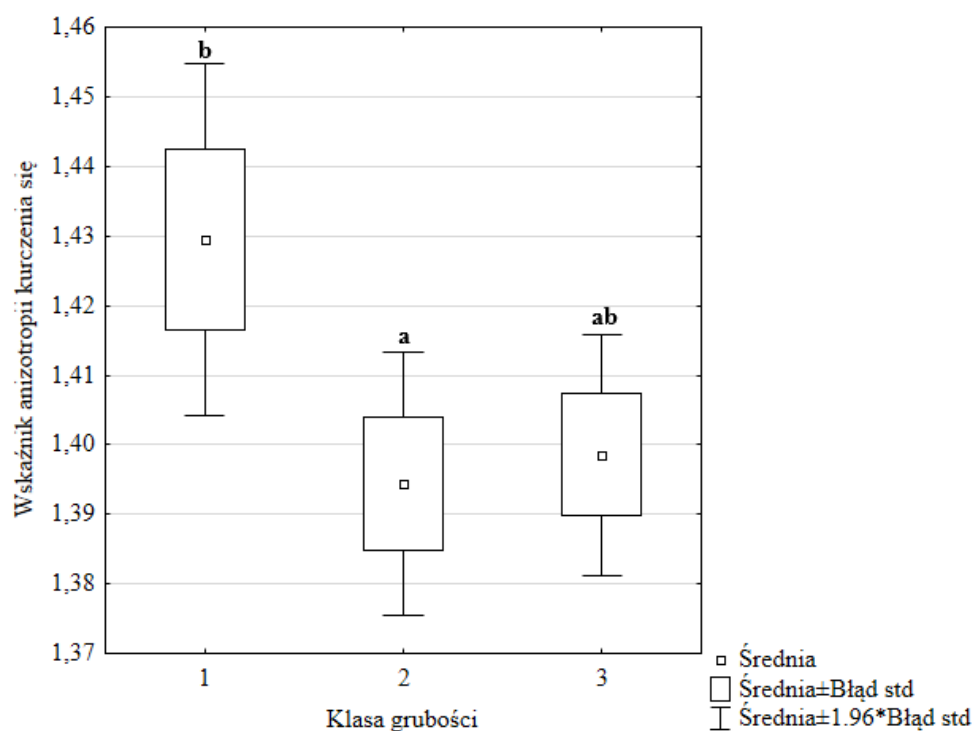
Ryc. 238. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 132). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

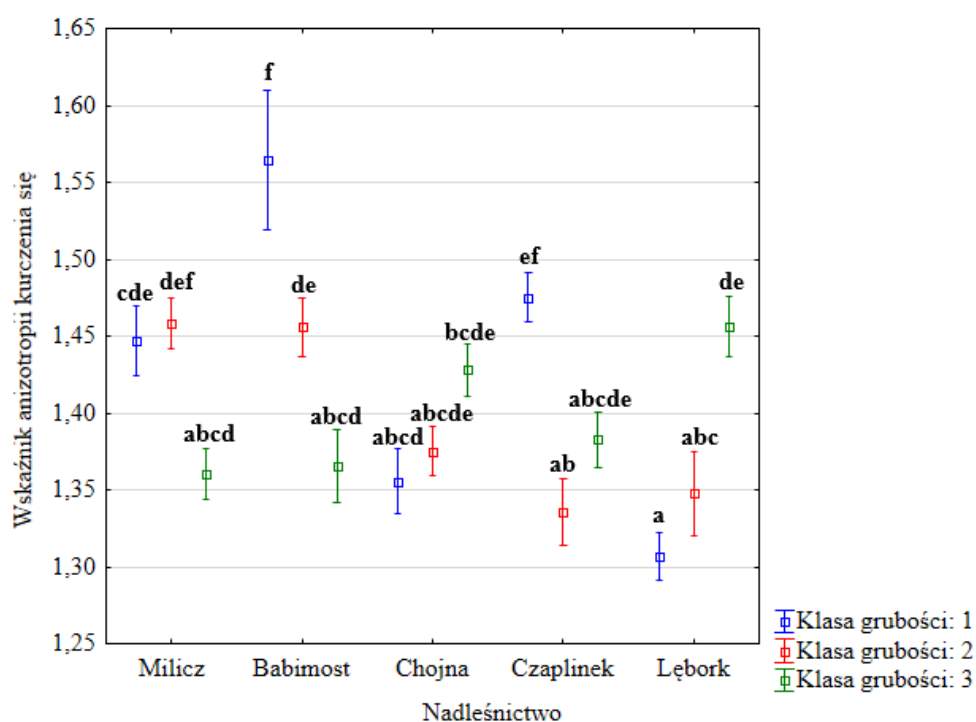
Tab. 132. Analiza wariancji między wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1776,862	1	1776,862	59734,19	< 0,0001 *
Lokalizacja	0,917	4	0,229	7,71	< 0,0001 *
Gr	0,221	2	0,111	3,72	0,0245 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	2,811	8	0,351	11,81	< 0,0001 *
Błąd	26,236	882	0,030		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 239).



Ryc. 239. Porównanie średnich wartości wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w Gr



Ryc. 240. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w rozbiu na lokalizację i Gr

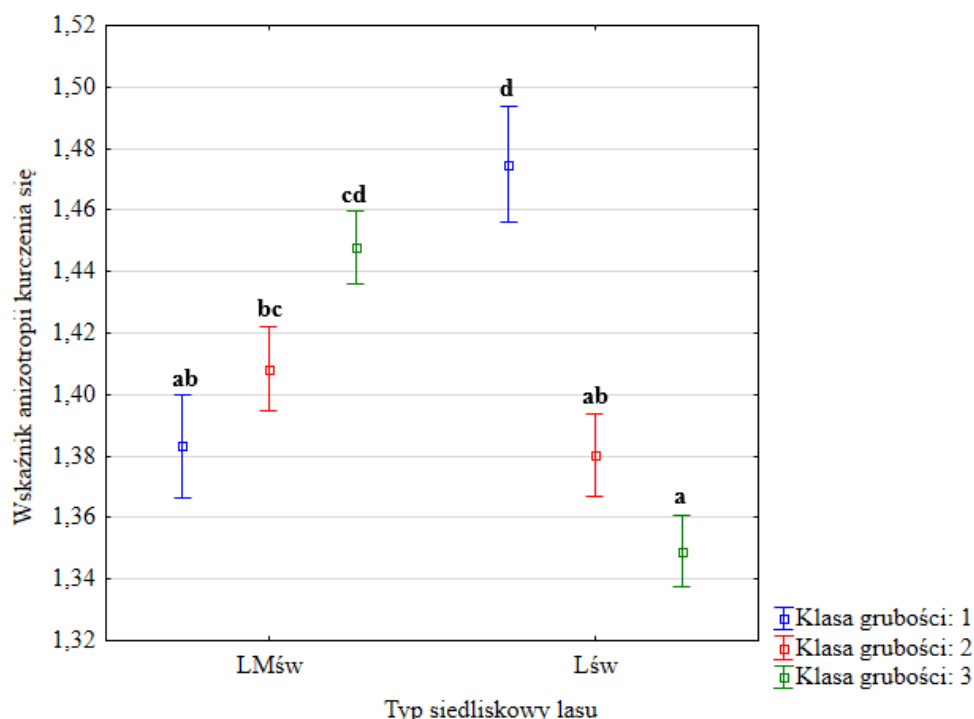
Na rycinie nr 240 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wskaźnika anizotropii kurczenia drewna od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 133). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 133. Analiza wariancji między wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1776,515	1	1776,515	55442,42	< 0,0001 *
TSL	0,031	1	0,031	0,97	0,3254
Gr	0,213	2	0,107	3,33	0,0364 *
TSL*Gr (interakcja)	1,381	2	0,690	21,55	< 0,0001 *
Błąd	28,550	891	0,032		

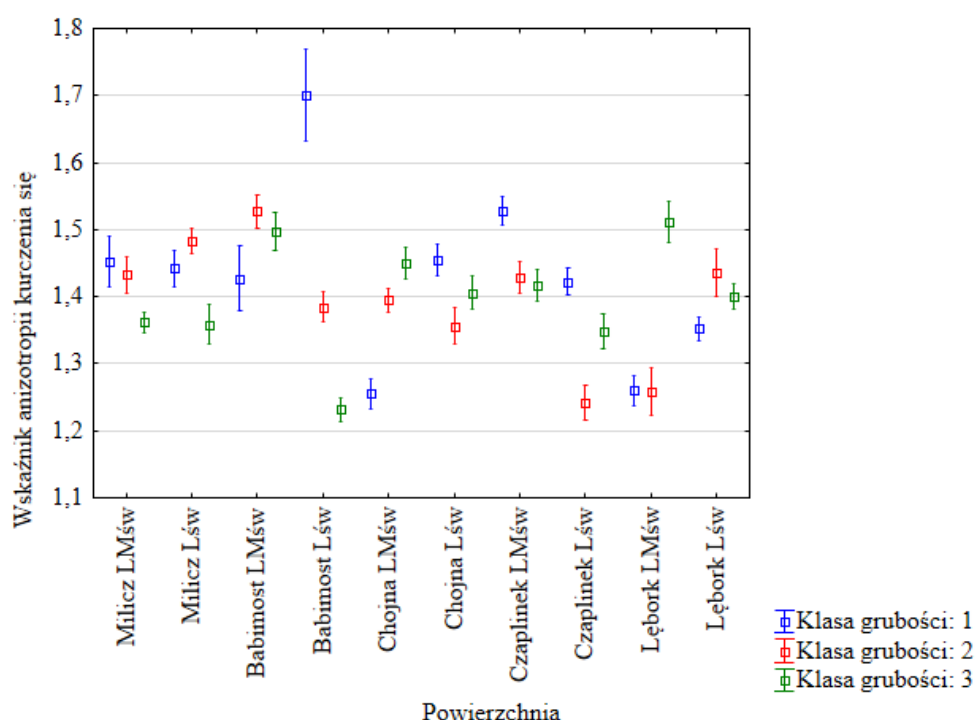
Na rycinie nr 241 przedstawiono relację między przeciętnym wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 241. Średnie wartości i błędy standardowe wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 242, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wskaźnikiem anizotropii kurczenia się drewna, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 242. Porównanie średnich wartości wskaźnika anizotropii kurczenia się drewna i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.12. Prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 134.

Najwyższą średnią wartość prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie uzyskano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości – 6010,13 m/s, najniższą w Babimostie na Lśw w III klasie grubości – 5444,84 m/s. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w II klasie grubości – 6021,92 m/s, a najniższą dla Babimostu na Lśw w III klasie grubości – 5465,19 m/s. Dla całego materiału poddanego analizie prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie wyniosła średnio 5738,10 m/s, a mediana 5767,65 m/s. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 5747,41 m/s. Natomiast w klasach grubości wartości prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie wyniosły: 5724,48 m/s w I klasie, 5752,96 m/s w II klasie oraz 5736,72 m/s w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplunku na Lśw w I klasie grubości (3983,01 m/s), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie

grubości (6294,64 m/s). Współczynnik zmienności wyniósł 4,69%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 134).

Tab. 134. Statystyka opisowa prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie [m/s] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

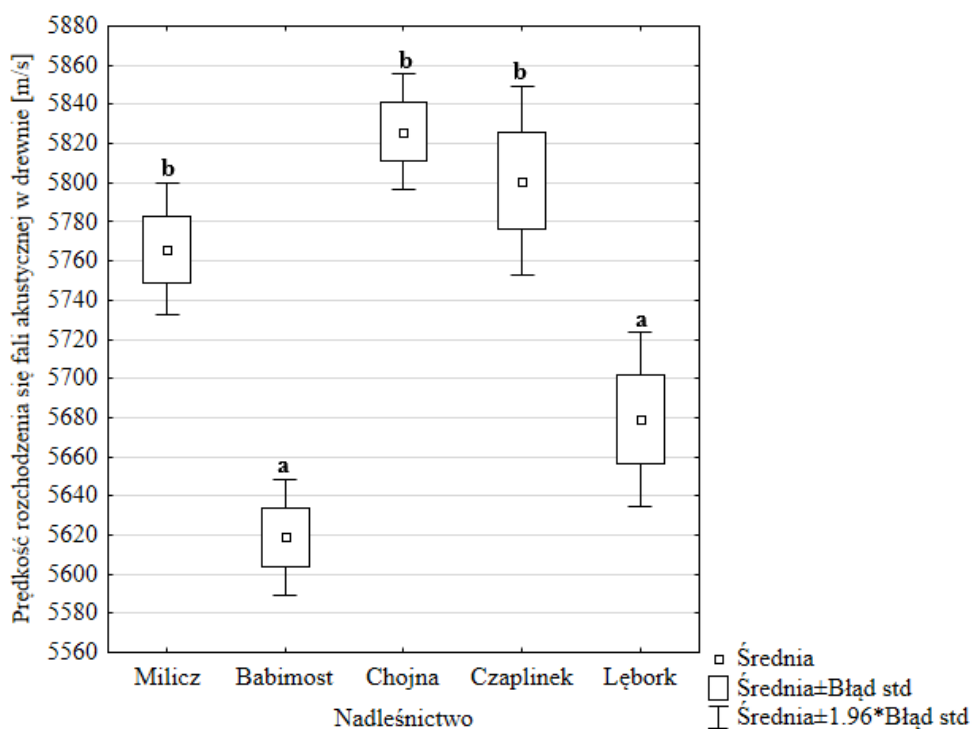
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	5573,76	5713,04	4832,53	6023,84	350,61	6,29
		2	30	5890,22	5891,32	5542,97	6037,13	103,65	1,76
		3	30	5756,84	5733,10	5122,14	6178,12	221,76	3,85
		Razem	87	5746,02	5801,43	4832,53	6178,12	272,00	4,73
	Lśw	1	30	5785,15	5779,49	5444,95	6159,77	163,92	2,83
		2	30	5847,59	5846,95	5425,12	6184,70	163,10	2,79
		3	30	5723,70	5715,70	5384,45	6036,13	172,12	3,01
		Razem	90	5785,48	5800,95	5384,45	6184,70	172,23	2,98
	Razem		177	5766,08	5801,04	4832,53	6184,70	227,03	3,94
Babimost	LMśw	1	30	5693,69	5672,01	5466,74	5937,97	137,64	2,42
		2	30	5512,60	5486,57	5129,82	5942,32	231,70	4,20
		3	30	5673,73	5672,39	5463,83	5940,73	113,80	2,01
		Razem	90	5626,68	5629,82	5129,82	5942,32	185,83	3,30
	Lśw	1	30	5823,43	5846,65	5424,58	6081,75	146,32	2,51
		2	30	5564,57	5544,91	5196,99	6037,94	172,34	3,10
		3	30	5444,84	5465,19	5058,23	5713,04	135,92	2,50
		Razem	90	5610,95	5546,20	5058,23	6081,75	218,90	3,90
	Razem		180	5618,81	5627,48	5058,23	6081,75	202,63	3,61
Chojna	LMśw	1	30	5800,68	5809,84	5513,39	6069,47	129,45	2,23
		2	30	6010,13	6021,92	5813,03	6146,57	81,98	1,36
		3	30	5935,04	5856,00	5552,66	6294,64	220,68	3,72
		Razem	90	5915,28	5902,20	5513,39	6294,64	176,38	2,98
	Lśw	1	30	5669,64	5741,77	5240,23	5948,73	238,09	4,20
		2	30	5685,17	5697,35	5469,41	5899,84	124,21	2,18
		3	30	5855,59	5853,96	5677,63	6091,44	117,08	2,00
		Razem	90	5736,80	5764,10	5240,23	6091,44	187,46	3,27
	Razem		180	5826,04	5813,52	5240,23	6294,64	202,36	3,47
Czaplinek	LMśw	1	30	5874,54	5951,70	5394,29	6146,16	211,95	3,61
		2	30	5768,21	5812,94	5136,36	6049,88	237,43	4,12
		3	30	5739,91	5661,22	5101,83	6147,79	334,57	5,83
		Razem	90	5794,22	5858,83	5101,83	6147,79	269,96	4,66
	Lśw	1	30	5665,59	5788,23	3983,01	6091,44	460,88	8,13
		2	30	5909,56	5971,17	5134,48	6192,50	240,84	4,08
		3	30	5847,91	5948,04	4232,66	6141,46	371,87	6,36
		Razem	90	5807,69	5947,35	3983,01	6192,50	379,50	6,53
	Razem		180	5800,95	5904,65	3983,01	6192,50	328,47	5,66
Lębork	LMśw	1	30	5649,23	5698,68	4963,48	6043,85	258,72	4,58
		2	30	5585,54	5635,60	5059,68	5997,61	260,28	4,66
		3	30	5729,62	5923,39	4515,03	6192,70	484,51	8,46
		Razem	90	5654,80	5720,58	4515,03	6192,70	351,98	6,22
	Lśw	1	30	5693,98	5767,84	5065,91	5952,49	260,60	4,58
		2	30	5755,98	5857,27	5281,10	5999,00	229,32	3,98
		3	30	5660,02	5722,11	4686,37	6048,87	237,65	4,20
		Razem	90	5703,33	5766,50	4686,37	6048,87	243,44	4,27
	Razem		180	5679,06	5725,15	4515,03	6192,70	302,75	5,33
LMśw		447	5747,41	5799,50	4515,03	6294,64	278,27	4,84	
Lśw		450	5728,85	5764,39	3983,01	6192,50	259,73	4,53	
1		297	5724,48	5767,84	3983,01	6159,77	265,95	4,65	
2		300	5752,96	5809,07	5059,68	6192,50	247,31	4,30	
3		300	5736,72	5753,16	4232,66	6294,64	292,34	5,10	
Razem		897	5738,10	5767,65	3983,01	6294,64	269,13	4,69	

Analiza zależności prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 135). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

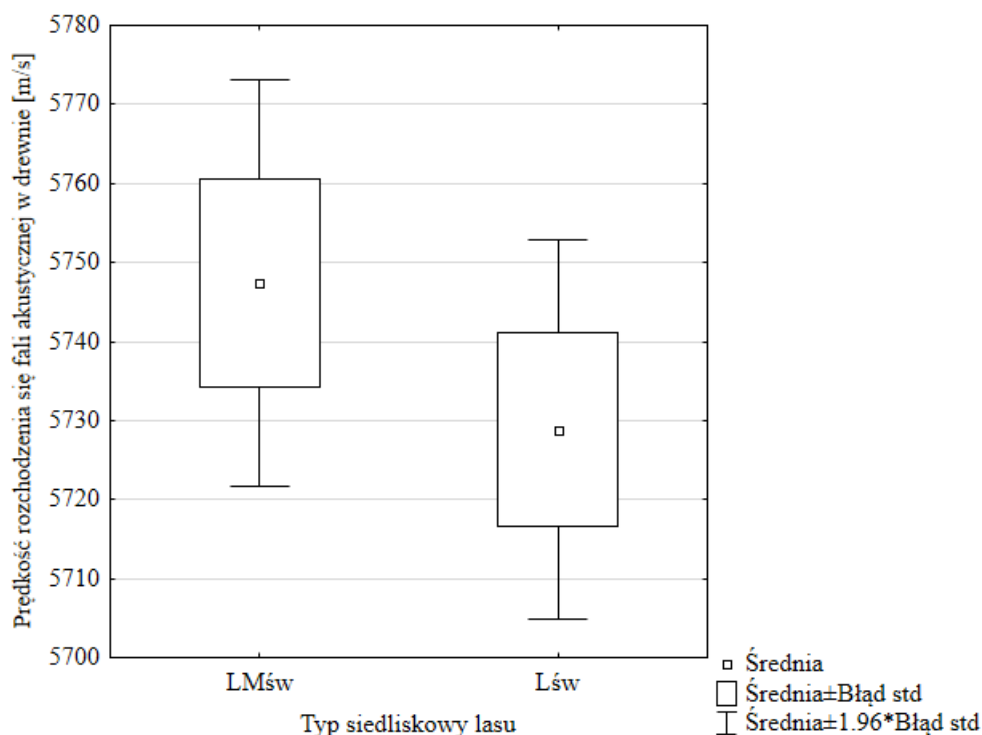
Tab. 135. Analiza wariancji między prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2,953162E+10	1	2,953162E+10	452866,1	< 0,0001 *
Lokalizacja	5,427130E+06	4	1,356782E+06	20,8	< 0,0001 *
TSL	7,715763E+04	1	7,715763E+04	1,2	0,2770
Lokalizacja * TSL (interakcja)	1,548866E+06	4	3,872165E+05	5,9	0,0001 *
Błąd	5,784171E+07	887	6,521050E+04		

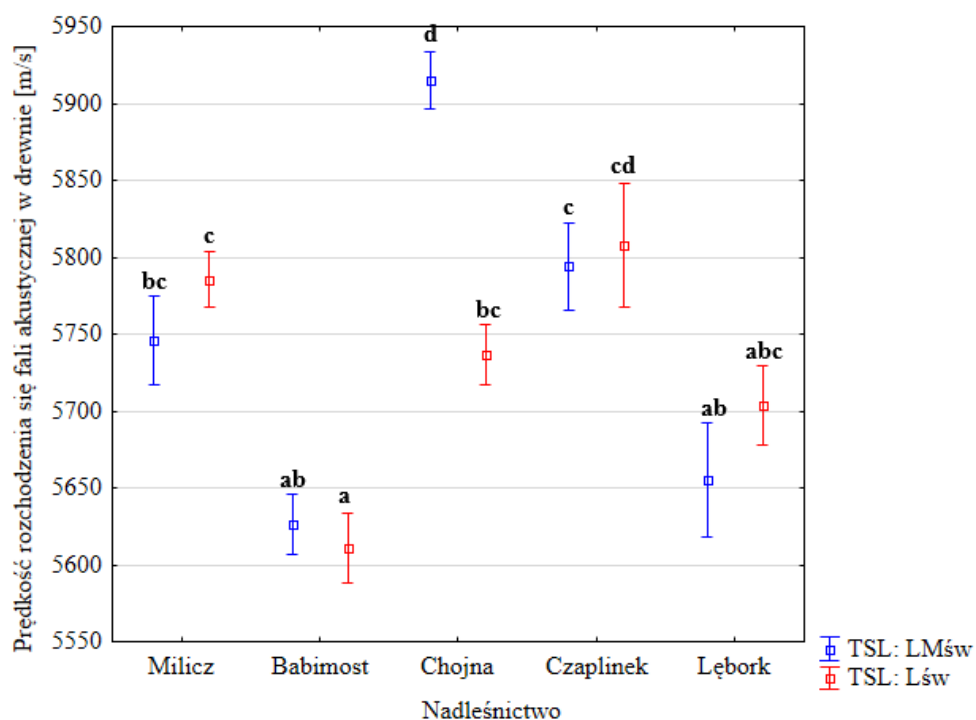
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 243). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 244).



Ryc. 243. Porównanie średnich wartości prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w lokalizacjach



Ryc. 244. Porównanie średnich wartości prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w TSL



Ryc. 245. Średnie wartości i błędy standardowe prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w rozbiu na lokalizację i TSL

Na rycinie nr 245 przedstawiono relację między przeciętną prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie dla różnych siedlisk w poszczególnych

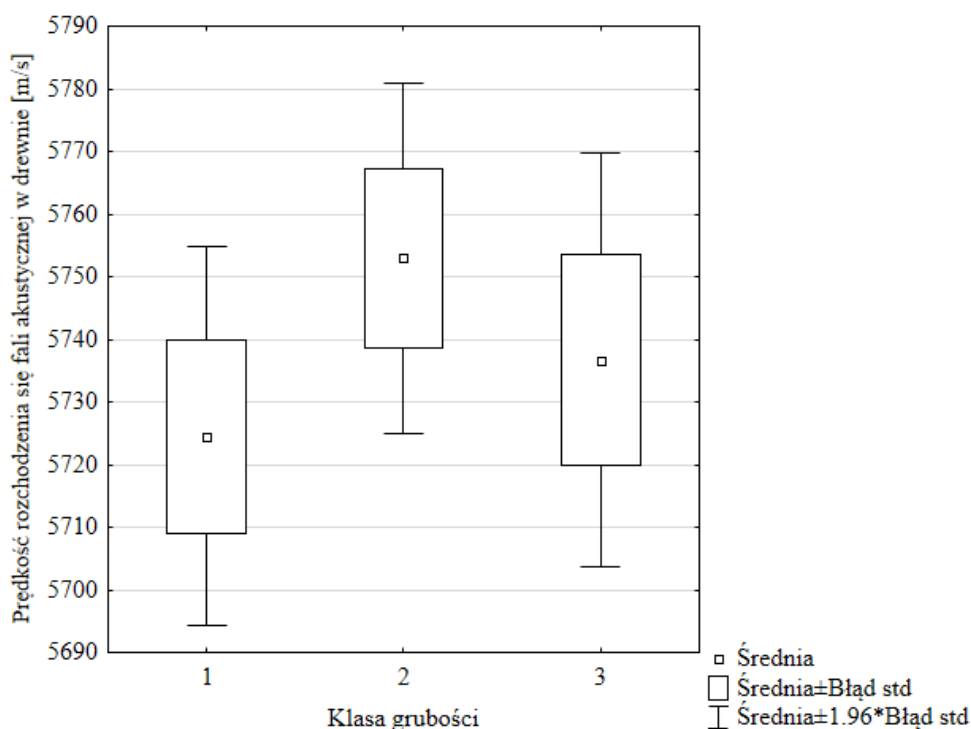
nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 136). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

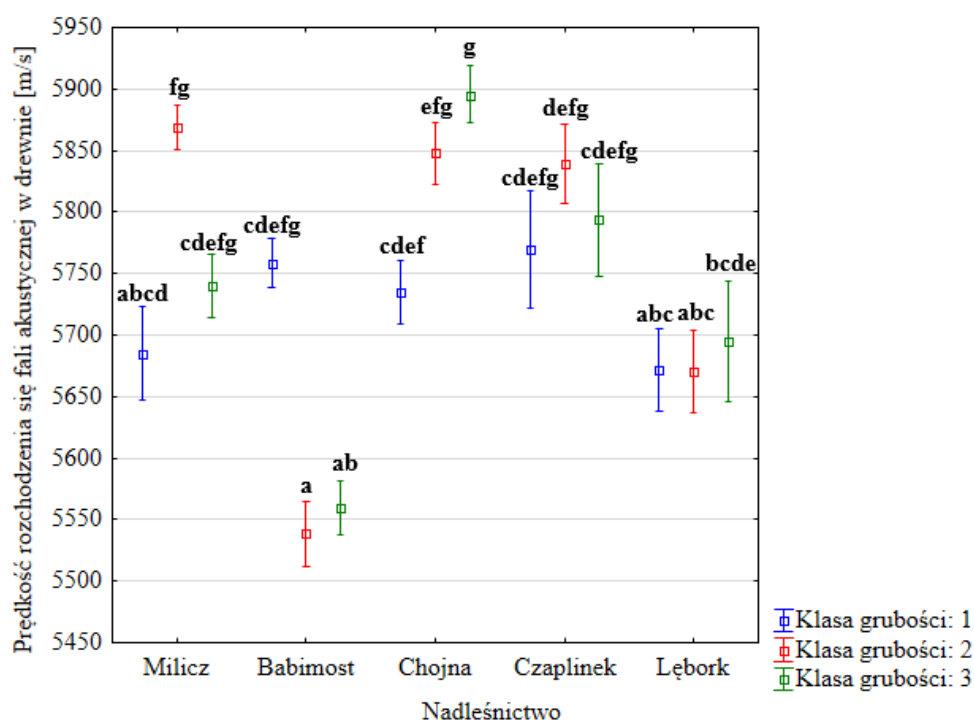
Tab. 136. Analiza wariancji między prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2,952775E+10	1	2,952775E+10	467822,9	< 0,0001 *
Lokalizacja	5,417265E+06	4	1,354316E+06	21,5	< 0,0001 *
Gr	1,251241E+05	2	6,256206E+04	1,0	0,3715
Lokalizacja*Gr (interakcja)	3,680208E+06	8	4,600260E+05	7,3	< 0,0001 *
Błąd	5,566951E+07	882	6,311736E+04		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 246).



Ryc. 246. Porównanie średnich wartości prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w Gr



Ryc. 247. Średnie wartości i błędy standardowe prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w rozbiu na lokalizację i Gr

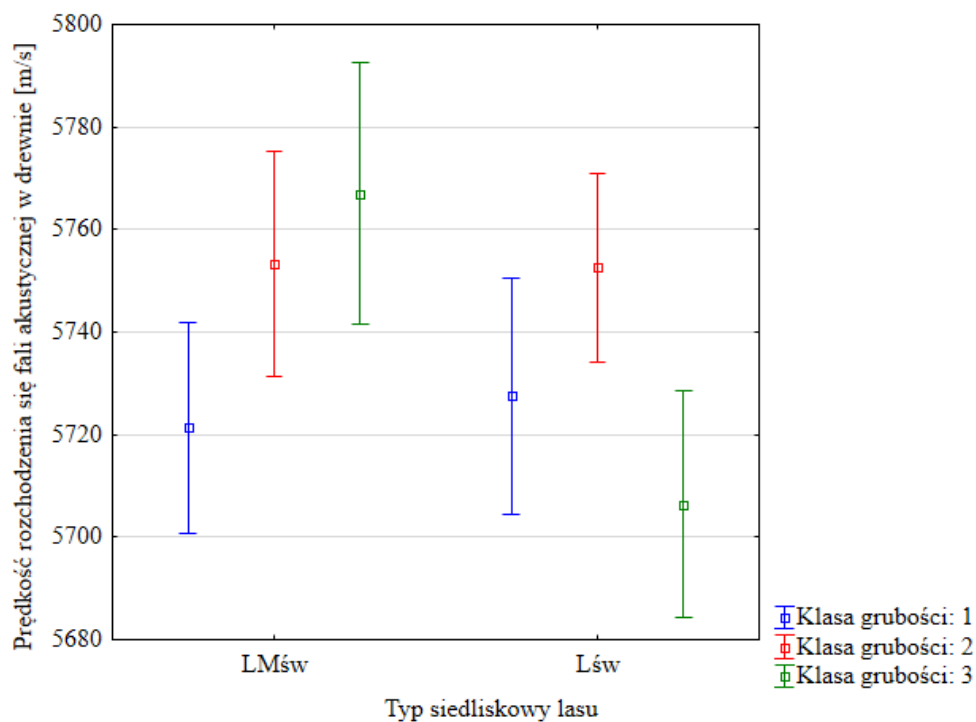
Na rycinie nr 247 przedstawiono relację między przeciętną prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie od TSL i Gr nie wykazała istotnego wpływu obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 137). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

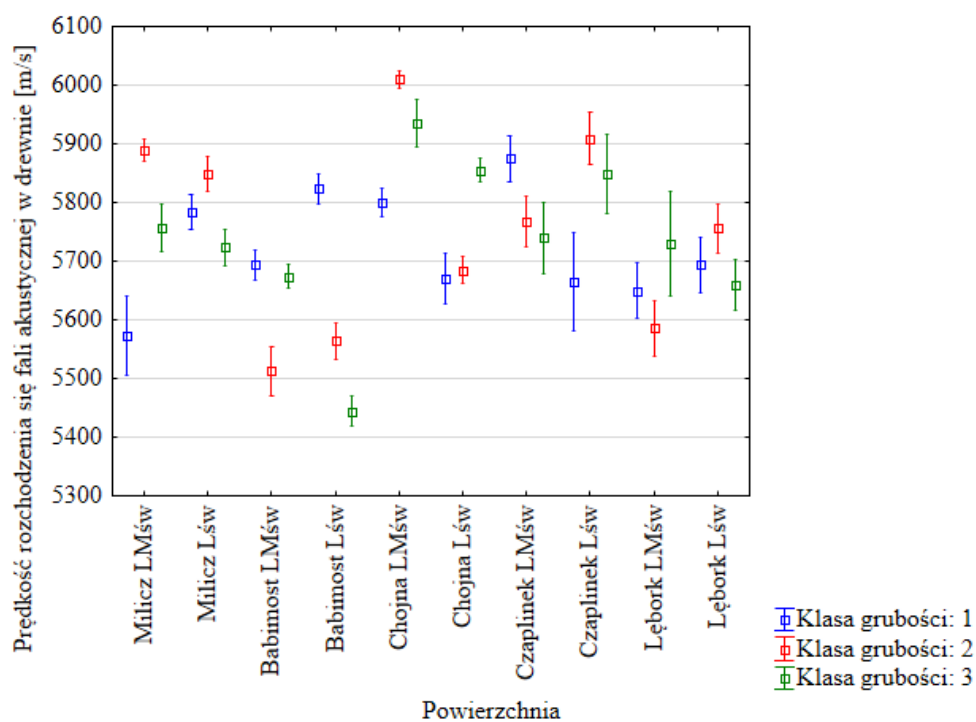
Tab. 137. Analiza wariancji między prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	2,953216E+10	1	2,953216E+10	407959,5	< 0,0001 *
Gr	1,221741E+05	2	6,108704E+04	0,8	0,4304
TSL	7,579823E+04	1	7,579823E+04	1,0	0,3065
TSL*Gr (interakcja)	2,020318E+05	2	1,010159E+05	1,4	0,2483
Błąd	6,449941E+07	891	7,238991E+04		

Na rycinie nr 248 przedstawiono relację między przeciętną prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 248. Średnie wartości i błędy standardowe prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie w rozbiutu na TSL i Gr



Ryc. 249. Porównanie średnich wartości prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 249, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między prędkością rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.3.13. Dynamiczny moduł sprężystości

Tab. 138. Statystyka opisowa dynamicznego modułu sprężystości [MPa] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	19231,50	18933,22	15197,91	23553,00	2445,88	12,72
		2	30	22192,59	22236,62	19277,51	25362,59	2006,88	9,04
		3	30	22442,99	22277,63	18007,32	25133,30	1597,08	7,12
		Razem	87	21359,97	21537,04	15197,91	25362,59	2469,85	11,56
	Lśw	1	30	22117,43	21916,39	19062,40	26772,19	1891,98	8,55
		2	30	22792,09	22853,41	19675,37	24862,73	1089,98	4,78
		3	30	23089,80	23280,39	19309,47	27468,78	1610,74	6,98
		Razem	90	22666,44	22853,41	19062,40	27468,78	1601,95	7,07
	Razem		177	22024,28	22375,93	15197,91	27468,78	2169,67	9,85
Babimost	LMśw	1	30	20151,14	20407,26	16381,19	23381,99	1907,16	9,46
		2	30	19362,92	19348,43	15905,49	23399,17	2452,21	12,66
		3	30	20749,16	21225,60	17322,34	23099,34	1590,39	7,66
		Razem	90	20087,74	20549,15	15905,49	23399,17	2072,35	10,32
	Lśw	1	30	21992,73	21259,47	17791,78	27489,86	3259,92	14,82
		2	30	20565,25	20088,85	16774,38	26447,15	2471,52	12,02
		3	30	19465,59	19807,18	16158,58	23729,65	2003,79	10,29
		Razem	90	20674,52	20088,85	16158,58	27489,86	2800,69	13,55
	Razem		180	20381,13	20375,06	15905,49	27489,86	2474,25	12,14
Chojna	LMśw	1	30	23517,56	24058,64	19368,35	27453,32	2443,49	10,39
		2	30	23596,75	23562,12	20625,30	26121,85	1328,38	5,63
		3	30	26223,68	26311,61	21987,72	30595,48	2934,24	11,19
		Razem	90	24446,00	23884,31	19368,35	30595,48	2631,50	10,76
	Lśw	1	30	19283,67	19372,44	16199,58	22137,83	1780,73	9,23
		2	30	19891,79	19768,01	17557,33	22632,00	1341,38	6,74
		3	30	20606,48	20660,30	18479,11	23319,20	1110,06	5,39
		Razem	90	19927,31	20095,62	16199,58	23319,20	1522,04	7,64
	Razem		180	22186,65	21658,55	16199,58	30595,48	3118,98	14,06
Czaplinek	LMśw	1	30	21682,78	21877,62	16994,23	25828,54	2678,74	12,35
		2	30	20618,74	20776,83	16544,97	23101,90	1667,94	8,09
		3	30	19811,44	18643,34	14567,38	23871,44	3123,01	15,76
		Razem	90	20704,32	20901,55	14567,38	25828,54	2648,88	12,79
	Lśw	1	30	20093,59	20857,67	11344,03	23501,20	2583,58	12,86
		2	30	23397,06	23631,82	16563,58	27409,92	2494,14	10,66
		3	30	22453,16	22742,07	12971,43	25514,15	2429,70	10,82
		Razem	90	21981,27	22504,11	11344,03	27409,92	2842,08	12,93
	Razem		180	21342,80	21770,71	11344,03	27409,92	2813,32	13,18
Lębork	LMśw	1	30	22079,64	21814,60	17281,49	27109,46	2334,89	10,57
		2	30	20011,29	20386,87	16191,57	22837,37	1705,86	8,52
		3	30	21408,03	22616,58	14128,31	25263,72	3086,92	14,42
		Razem	90	21166,32	21384,84	14128,31	27109,46	2565,18	12,12
	Lśw	1	30	20971,39	21341,85	16790,09	24436,82	2012,40	9,60
		2	30	19682,03	20364,18	15926,31	22521,36	2106,35	10,70
		3	30	19006,74	19056,53	11975,61	21853,90	1897,70	9,98
		Razem	90	19886,72	20258,39	11975,61	24436,82	2147,19	10,80
	Razem		180	20526,52	20783,01	11975,61	27109,46	2444,51	11,91
LMśw			447	21554,16	21627,19	14128,31	30595,48	2904,01	13,47
Lśw			450	21027,25	21032,77	11344,03	27489,86	2507,36	11,92
1			297	21131,14	21065,33	11344,03	27489,86	2685,96	12,71
2			300	21211,05	21430,82	15905,49	27409,92	2446,28	11,53
3			300	21525,71	21655,63	11975,61	30595,48	3002,51	13,95
Razem			897	21289,83	21396,48	11344,03	30595,48	2723,55	12,79

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima dynamicznego modułu sprężystości oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 138.

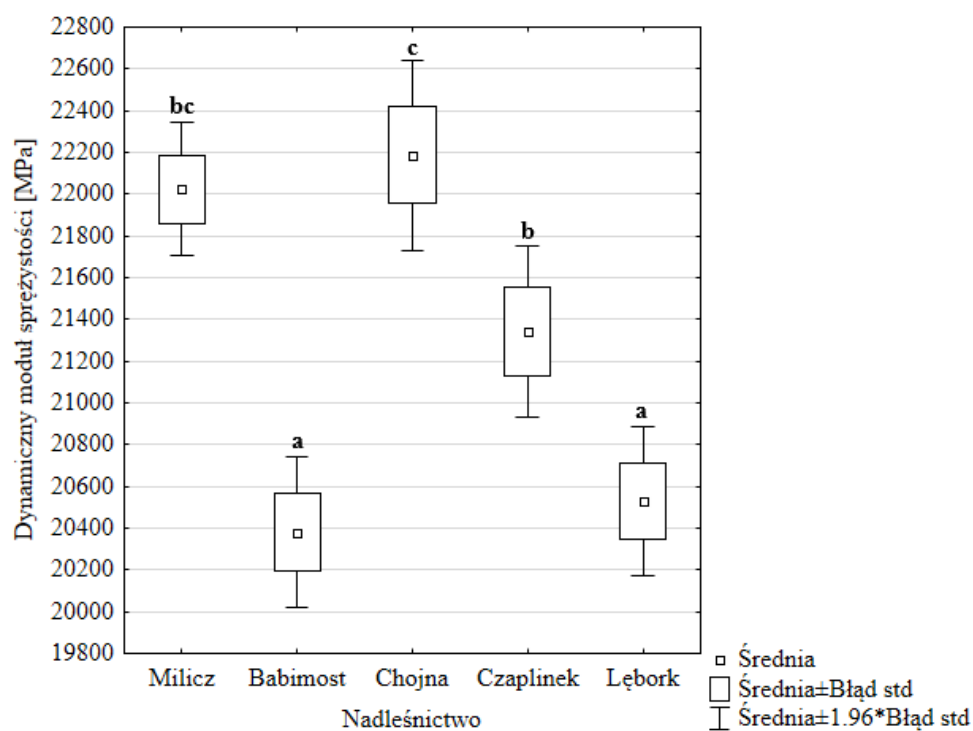
Najwyższą średnią wartość dynamicznego modułu sprężystości uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 26223,68 MPa, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 19006,74 MPa. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 26311,61 MPa, a najniższą dla Czaplinka na LMśw w III klasie grubości – 18643,34 MPa. Dla całego materiału poddanego analizie dynamiczny moduł sprężystości wyniósł średnio 21289,83 MPa, a mediana 21396,48 MPa. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 21554,16 MPa. Natomiast w klasach grubości wartości dynamicznego modułu sprężystości rosły wraz ze wzrostem grubości: 21131,14 MPa w I klasie, 21211,05 MPa w II klasie oraz 21525,71 MPa w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (11344,03 MPa), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (30595,48 MPa). Współczynnik zmienności wyniósł 12,79%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 138).

Analiza zależności dynamicznego modułu sprężystości od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 139). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

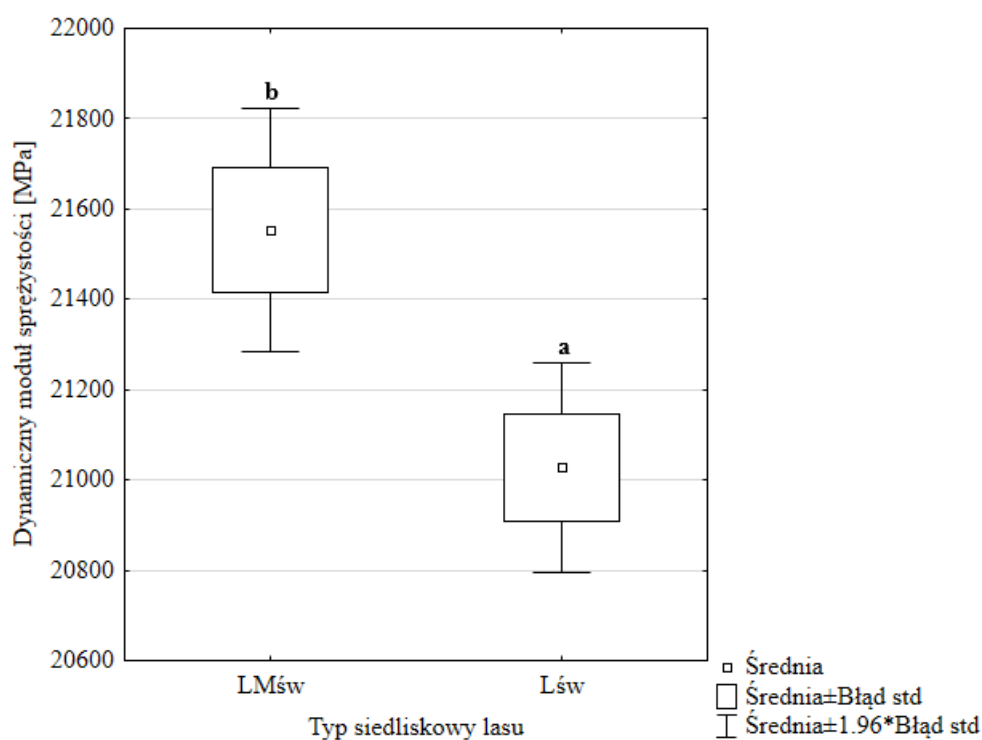
Tab. 139. Analiza wariancji między dynamicznym modulem sprężystości a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4,065382E+11	1	4,065382E+11	72190,08	< 0,0001 *
Lokalizacja	4,913735E+08	4	1,228434E+08	21,81	< 0,0001 *
TSL	6,194767E+07	1	6,194767E+07	11,00	0,0009 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	1,093466E+09	4	2,733665E+08	48,54	< 0,0001 *
Błąd	4,995138E+09	887	5,631497E+06		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 250). Natomiast dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 251).

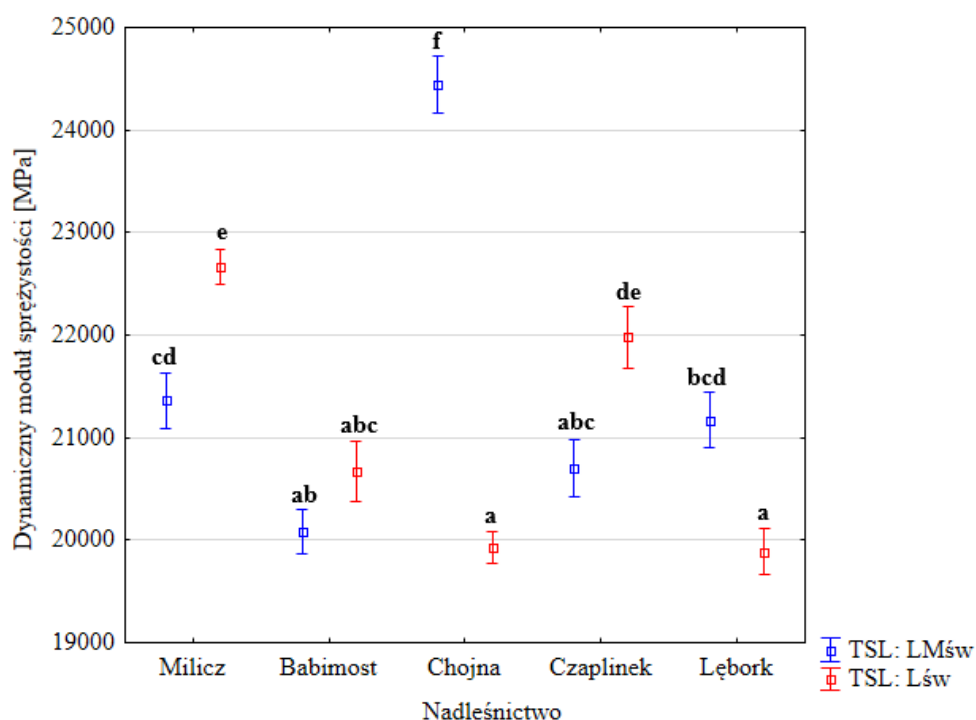


Ryc. 250. Porównanie średnich wartości dynamicznego modułu sprężystości w lokalizacjach



Ryc. 251. Porównanie średnich wartości dynamicznego modułu sprężystości w TSL

Na rycinie nr 252 przedstawiono relację między przeciętnym dynamicznym modułem sprężystości dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



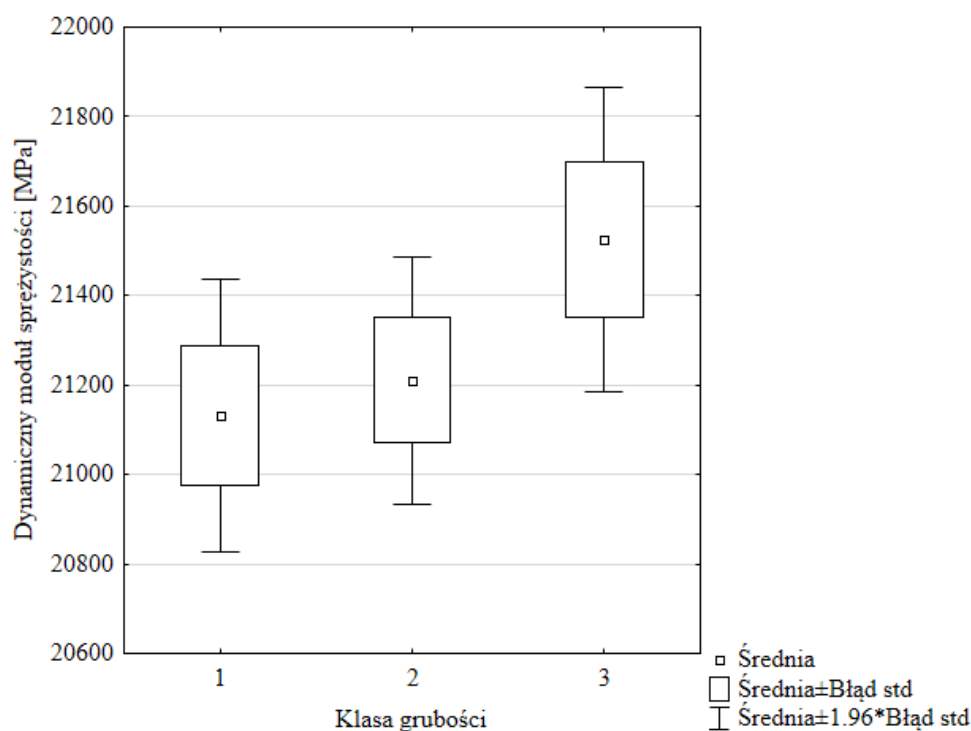
Ryc. 252. Średnie wartości i błędy standardowe dynamicznego modułu sprężystości w rozbiściu na lokalizację i TSL

Analiza zależności dynamicznego modułu sprężystości od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 140). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

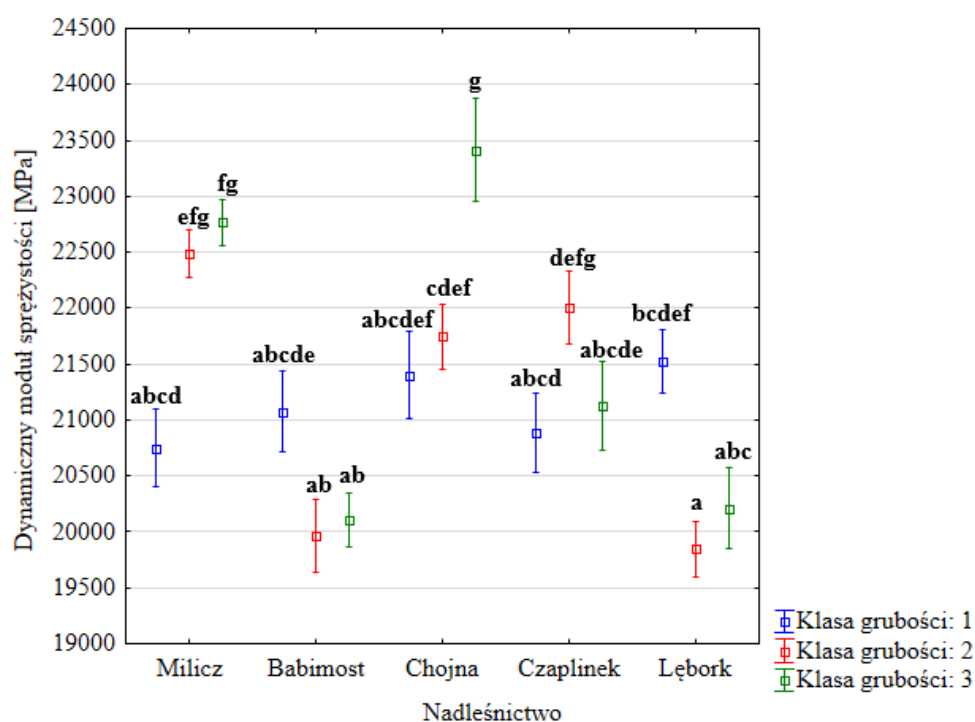
Tab. 140. Analiza wariancji między dynamicznym modułem sprężystości a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4,064361E+11	1	4,064361E+11	62944,72	< 0,0001 *
Lokalizacja	4,887522E+08	4	1,221881E+08	18,92	< 0,0001 *
Gr	2,639111E+07	2	1,319555E+07	2,04	0,1302
Lokalizacja*Gr (interakcja)	4,315819E+08	8	5,394774E+07	8,35	< 0,0001 *
Błąd	5,695102E+09	882	6,457032E+06		

W związku z brakiem istotnego wpływu Gr nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 253).



Ryc. 253. Porównanie średnich wartości dynamicznego modułu sprężystości w Gr



Ryc. 254. Średnie wartości i błędy standardowe dynamicznego modułu sprężystości w rozbiu na lokalizację i Gr

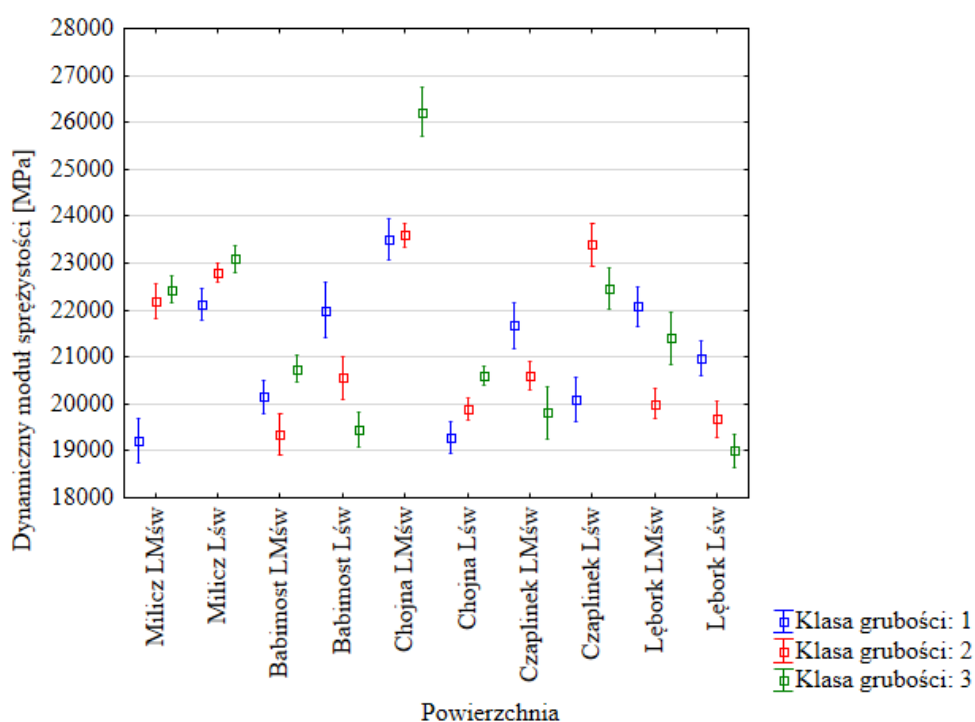
Na rycinie nr 254 przedstawiono relację między przeciętnym dynamicznym modułem sprężystości dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności dynamicznego modułu sprężystości od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 141). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 141. Analiza wariancji między dynamicznym modulem sprężystości a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4,065592E+11	1	4,065592E+11	55785,55	< 0,0001 *
Gr	2,580279E+07	2	1,290139E+07	1,77	0,1709
TSL	6,197481E+07	1	6,197481E+07	8,50	0,0036 *
TSL*Gr (interakcja)	6,473707E+07	2	3,236853E+07	4,44	0,0120 *
Błąd	6,493514E+09	891	7,287894E+06		

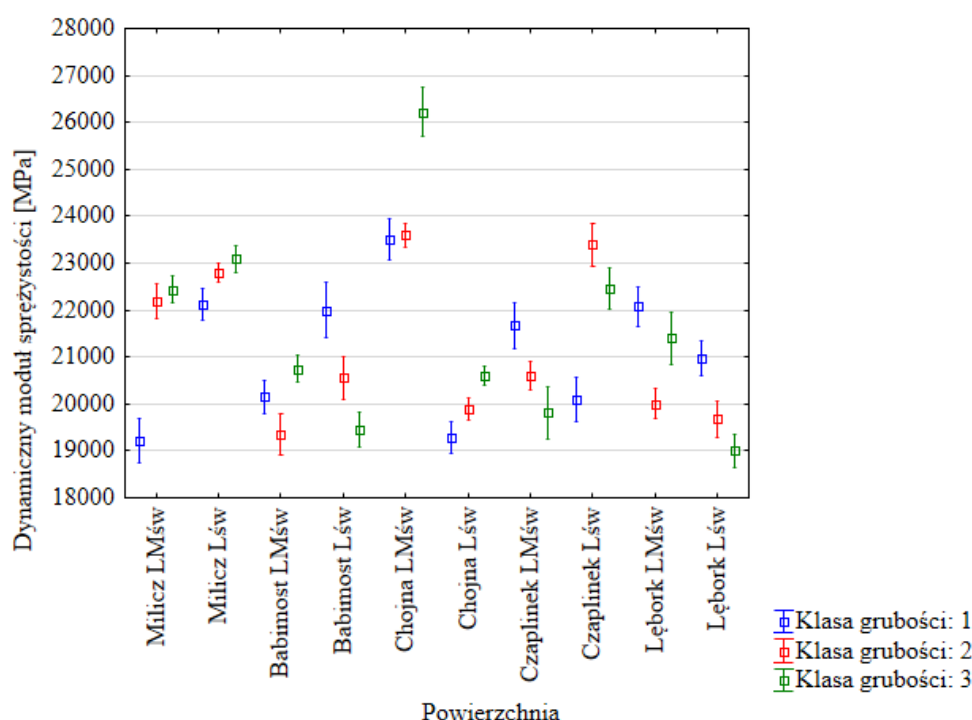
Na rycinie nr 255 przedstawiono relację między przeciętnym dynamicznym modulem sprężystości dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 255. Średnie wartości i błędy standardowe dynamicznego modułu sprężystości w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 256, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między dynamicznym modułem sprężystości, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 256. Porównanie średnich wartości dynamicznego modułu sprężystości i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.14. Tłumienie dźwięku

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima tłumienia dźwięku oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 142.

Najwyższą średnią wartość tłumienia dźwięku uzyskano w Chojnie na Lśw w III klasie grubości – $4,88 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$, najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – $4,01 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na Lśw w III klasie grubości oraz Lęborka na Lśw w II klasie grubości – $4,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$, a najniższą dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – $4,01 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$. Dla całego materiału poddanego analizie tłumienie dźwięku wyniosło średnio $4,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$, a mediana $4,49 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – $4,51 \cdot 10^{-7} \text{ MPa}$. Natomiast w klasach grubości wartości tłumienia dźwięku wyniosły: $4,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$ w I klasie, $4,52 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$ w II klasie oraz $4,43 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości ($2,79 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$), natomiast najwyższą w Babimostie na Lśw w I klasie grubości

($5,87 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$). Współczynnik zmienności wyniósł 9,20%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 142).

Tab. 142. Statystyka opisowa tłumienia dźwięku [$\text{m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

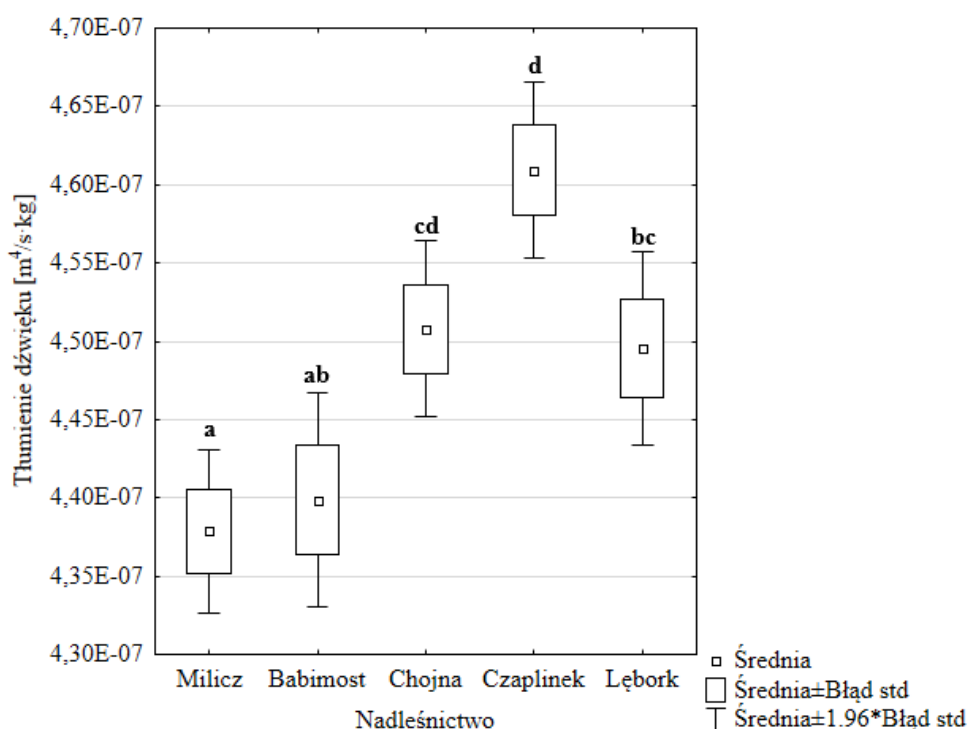
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	4,53E-07	4,64E-07	3,71E-07	5,33E-07	4,27E-08	9,42
		2	30	4,64E-07	4,63E-07	4,00E-07	5,37E-07	4,18E-08	9,00
		3	30	4,26E-07	4,25E-07	3,73E-07	4,75E-07	2,36E-08	5,54
		Razem	87	4,47E-07	4,35E-07	3,71E-07	5,37E-07	3,99E-08	8,92
	Lśw	1	30	4,39E-07	4,40E-07	4,02E-07	5,07E-07	2,01E-08	4,58
		2	30	4,39E-07	4,37E-07	3,93E-07	4,78E-07	2,22E-08	5,06
		3	30	4,07E-07	4,06E-07	3,59E-07	4,83E-07	2,94E-08	7,22
		Razem	90	4,29E-07	4,30E-07	3,59E-07	5,07E-07	2,83E-08	6,60
	Razem		177	4,38E-07	4,32E-07	3,59E-07	5,37E-07	3,57E-08	8,15
Babimost	LMśw	1	30	4,62E-07	4,54E-07	3,85E-07	5,36E-07	4,39E-08	9,52
		2	30	4,36E-07	4,27E-07	3,95E-07	4,92E-07	2,91E-08	6,69
		3	30	4,42E-07	4,36E-07	3,94E-07	5,10E-07	3,30E-08	7,47
		Razem	90	4,47E-07	4,43E-07	3,85E-07	5,36E-07	3,72E-08	8,33
	Lśw	1	30	4,59E-07	4,57E-07	3,64E-07	5,87E-07	7,22E-08	15,73
		2	30	4,23E-07	4,27E-07	3,49E-07	4,83E-07	3,68E-08	8,71
		3	30	4,18E-07	4,16E-07	3,58E-07	4,88E-07	3,54E-08	8,48
		Razem	90	4,33E-07	4,20E-07	3,49E-07	5,87E-07	5,37E-08	12,40
	Razem		180	4,40E-07	4,29E-07	3,49E-07	5,87E-07	4,66E-08	10,59
Chojna	LMśw	1	30	4,19E-07	4,18E-07	3,67E-07	4,85E-07	3,76E-08	8,99
		2	30	4,61E-07	4,60E-07	4,23E-07	4,90E-07	1,50E-08	3,26
		3	30	4,01E-07	4,01E-07	3,70E-07	4,23E-07	1,53E-08	3,82
		Razem	90	4,27E-07	4,23E-07	3,67E-07	4,90E-07	3,55E-08	8,31
	Lśw	1	30	4,74E-07	4,67E-07	4,39E-07	5,18E-07	2,34E-08	4,94
		2	30	4,63E-07	4,64E-07	4,22E-07	4,90E-07	1,59E-08	3,43
		3	30	4,88E-07	4,85E-07	4,44E-07	5,38E-07	2,28E-08	4,68
		Razem	90	4,75E-07	4,72E-07	4,22E-07	5,38E-07	2,32E-08	4,88
	Razem		180	4,51E-07	4,60E-07	3,67E-07	5,38E-07	3,85E-08	8,53
Czaplinek	LMśw	1	30	4,71E-07	4,59E-07	4,25E-07	5,54E-07	2,99E-08	6,34
		2	30	4,67E-07	4,71E-07	4,01E-07	5,31E-07	3,79E-08	8,11
		3	30	4,81E-07	4,84E-07	4,39E-07	5,28E-07	2,06E-08	4,29
		Razem	90	4,73E-07	4,80E-07	4,01E-07	5,54E-07	3,05E-08	6,45
	Lśw	1	30	4,56E-07	4,53E-07	2,79E-07	5,48E-07	5,63E-08	12,34
		2	30	4,43E-07	4,37E-07	4,09E-07	4,84E-07	2,02E-08	4,56
		3	30	4,47E-07	4,57E-07	2,92E-07	4,90E-07	3,98E-08	8,89
		Razem	90	4,49E-07	4,52E-07	2,79E-07	5,48E-07	4,13E-08	9,21
	Razem		180	4,61E-07	4,59E-07	2,79E-07	5,54E-07	3,82E-08	8,30
Lębork	LMśw	1	30	4,10E-07	4,11E-07	3,50E-07	4,56E-07	3,22E-08	7,84
		2	30	4,37E-07	4,40E-07	3,79E-07	4,98E-07	3,66E-08	8,37
		3	30	4,43E-07	4,51E-07	3,26E-07	5,25E-07	5,25E-08	11,87
		Razem	90	4,30E-07	4,35E-07	3,26E-07	5,25E-07	4,33E-08	10,06
	Lśw	1	30	4,42E-07	4,37E-07	3,87E-07	4,92E-07	2,88E-08	6,53
		2	30	4,86E-07	4,85E-07	4,53E-07	5,24E-07	1,85E-08	3,81
		3	30	4,79E-07	4,81E-07	4,30E-07	5,31E-07	2,44E-08	5,09
		Razem	90	4,69E-07	4,73E-07	3,87E-07	5,31E-07	3,10E-08	6,62
	Razem		180	4,50E-07	4,55E-07	3,26E-07	5,31E-07	4,23E-08	9,42
LMśw			447	4,45E-07	4,46E-07	3,26E-07	5,54E-07	4,08E-08	9,18
Lśw			450	4,51E-07	4,54E-07	2,79E-07	5,87E-07	4,14E-08	9,18
1			297	4,48E-07	4,46E-07	2,79E-07	5,87E-07	4,56E-08	10,16
2			300	4,52E-07	4,53E-07	3,49E-07	5,37E-07	3,40E-08	7,52
3			300	4,43E-07	4,43E-07	2,92E-07	5,38E-07	4,29E-08	9,68
Razem			897	4,48E-07	4,49E-07	2,79E-07	5,87E-07	4,12E-08	9,20

Analiza zależności tłumienia dźwięku od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 143). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

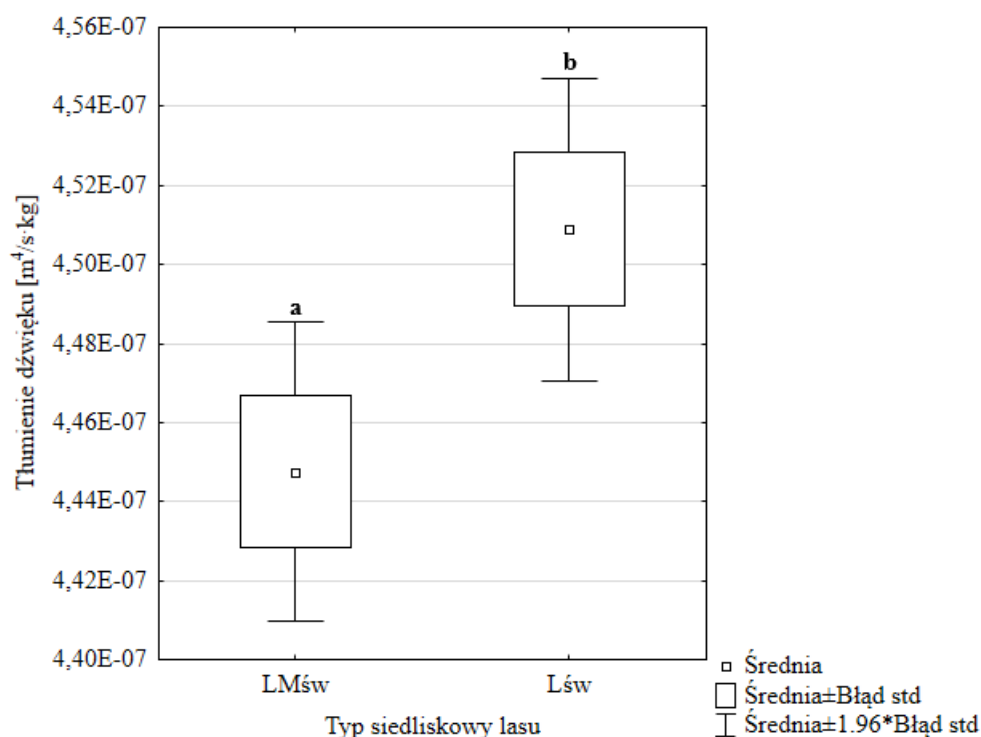
Tab. 143. Analiza wariancji między tłumieniem dźwięku a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,80E-10	1	1,80E-10	129151,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,15E-14	4	1,54E-14	11,0	< 0,0001 *
TSL	8,41E-15	1	8,41E-15	6,0	0,0142 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2,15E-13	4	5,39E-14	38,7	< 0,0001 *
Błąd	1,24E-12	887	1,39E-15		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 4 grupy jednorodne (ryc. 257). Natomiast dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 258).

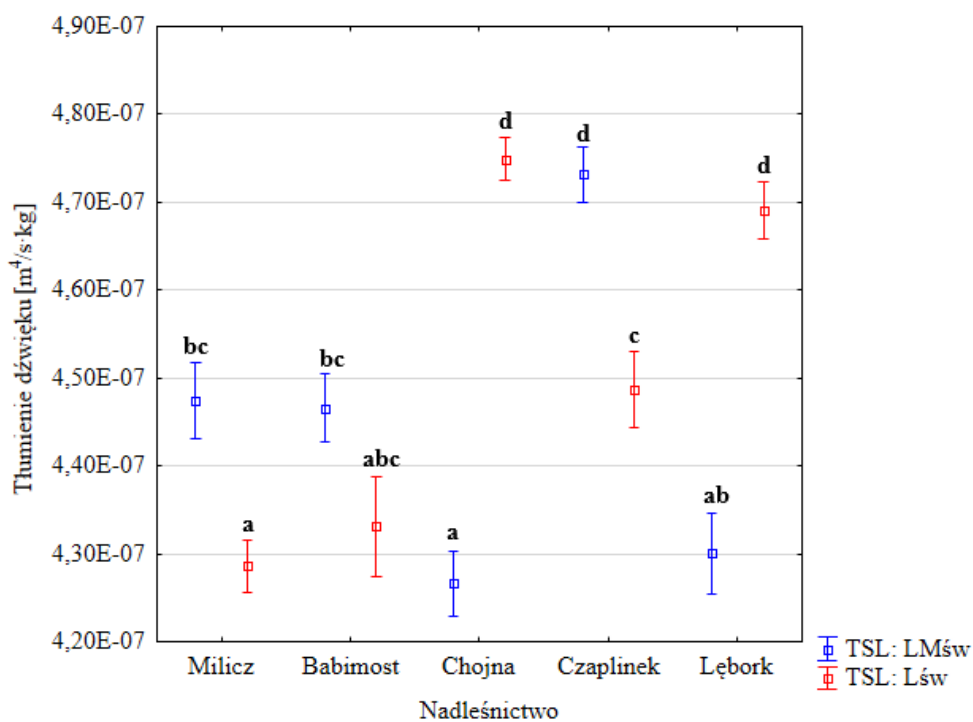


Ryc. 257. Porównanie średnich wartości tłumienia dźwięku w lokalizacjach



Ryc. 258. Porównanie średnich wartości tłumienia dźwięku w TSL

Na rycinie nr 259 przedstawiono relację między przeciętnym tłumieniem dźwięku dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



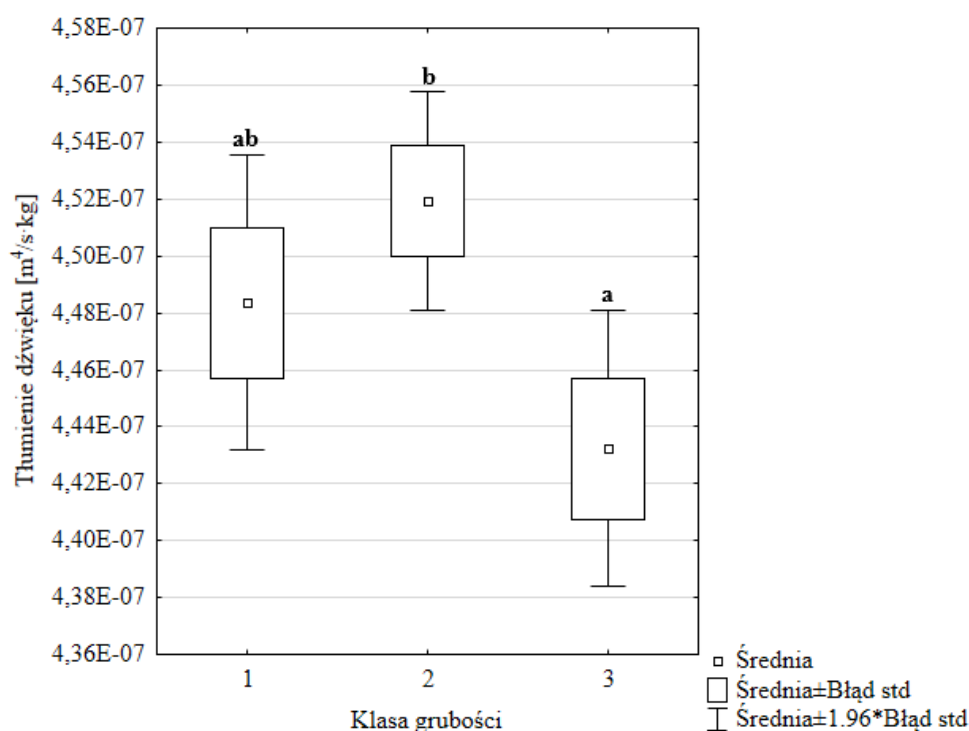
Ryc. 259. Średnie wartości i błędy standardowe tłumienia dźwięku w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności tłumienia dźwięku od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 144). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

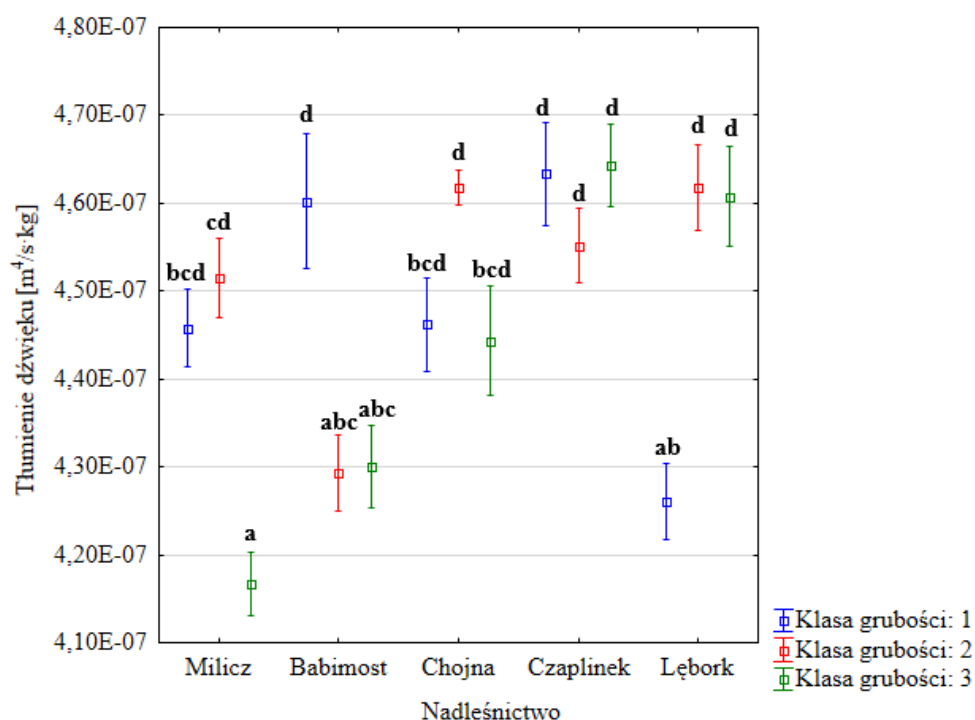
Tab. 144. Analiza wariancji między tłumieniem dźwięku a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,80E-10	1	1,80E-10	120488,7	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,16E-14	4	1,54E-14	10,3	< 0,0001 *
Gr	1,15E-14	2	5,73E-15	3,8	0,0220 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	1,31E-13	8	1,64E-14	11,0	< 0,0001 *
Błąd	1,32E-12	882	1,49E-15		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc.260).



Ryc. 260. Porównanie średnich wartości tłumienia dźwięku w Gr



Ryc. 261. Średnie wartości i błędy standardowe tłumienia dźwięku w rozbiu na lokalizację i Gr

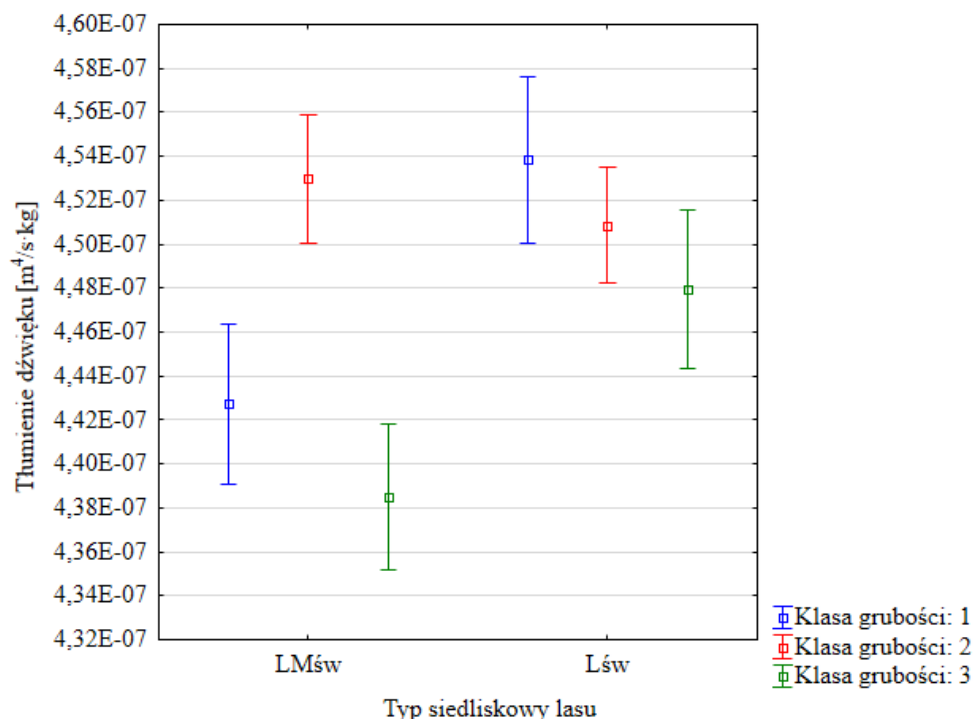
Na rycinie nr 261 przedstawiono relację między przeciętnym tłumieniem dźwięku dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności tłumienia dźwięku od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 145). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 145. Analiza wariancji między tłumieniem dźwięku a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

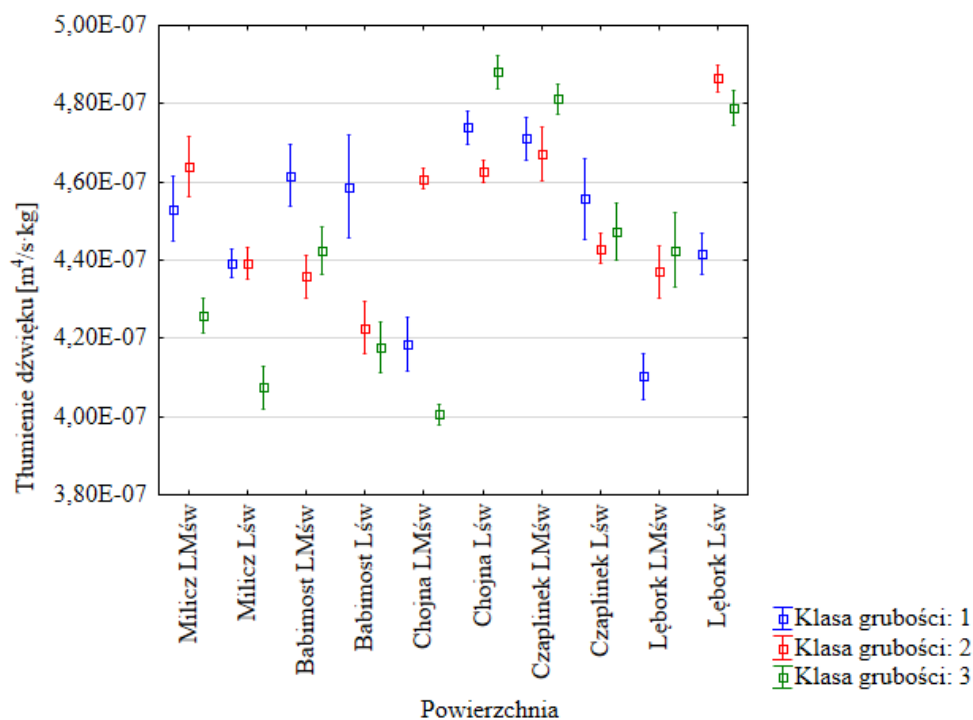
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,80E-10	1	1,80E-10	107281,3	< 0,0001 *
Gr	1,14E-14	2	5,72E-15	3,4	0,0334 *
TSL	8,50E-15	1	8,50E-15	5,1	0,0246*
TSL*Gr (interakcja)	7,76E-15	2	3,88E-15	2,3	0,0995
Błąd	1,49E-12	891	1,68E-15		

Na rycinie nr 262 przedstawiono relację między przeciętnym tłumieniem dźwięku dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 262. Średnie wartości i błędy standardowe tłumienia dźwięku w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 263, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między tłumieniem dźwięku, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 263. Porównanie średnich wartości tłumienia dźwięku i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.15. Oporność akustyczna drewna

Tab. 146. Statystyka opisowa oporności akustycznej drewna [kN·s/m³] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	3439,47	3446,66	3034,09	3909,97	267,35	7,77
		2	30	3767,04	3763,20	3280,73	4266,74	325,85	8,65
		3	30	3894,38	3894,89	3515,58	4139,31	152,38	3,91
		Razem	87	3709,29	3747,95	3034,09	4266,74	318,14	8,58
	Łśw	1	30	3818,45	3774,02	3423,96	4346,30	238,32	6,24
		2	30	3896,35	3927,31	3617,92	4037,04	114,25	2,93
		3	30	4032,25	4066,98	3379,22	4550,73	219,46	5,44
		Razem	90	3915,68	3945,51	3379,22	4550,73	215,28	5,50
	Razem		177	3814,24	3861,80	3034,09	4550,73	289,14	7,58
Babimost	LMśw	1	30	3538,13	3579,73	2953,44	4060,69	311,72	8,81
		2	30	3502,77	3540,00	2951,81	3938,25	324,57	9,27
		3	30	3655,93	3705,20	3100,60	4004,49	254,27	6,96
		Razem	90	3565,61	3659,98	2951,81	4060,69	302,31	8,48
	Łśw	1	30	3777,04	3737,22	3049,09	4520,06	551,42	14,60
		2	30	3690,21	3620,10	3092,09	4380,16	370,75	10,05
		3	30	3571,99	3584,90	3033,70	4215,90	325,68	9,12
		Razem	90	3679,75	3584,90	3033,70	4520,06	430,77	11,71
	Razem		180	3622,68	3644,27	2951,81	4520,06	375,47	10,36
Chojna	LMśw	1	30	4051,34	4218,38	3436,22	4651,22	381,51	9,42
		2	30	3924,47	3912,90	3521,38	4319,76	180,05	4,59
		3	30	4407,61	4455,65	3877,74	4900,98	343,80	7,80
		Razem	90	4127,81	4084,20	3436,22	4900,98	372,56	9,03
	Łśw	1	30	3394,88	3390,59	3075,39	3753,02	188,62	5,56
		2	30	3496,20	3509,22	3185,87	3866,04	173,64	4,97
		3	30	3518,01	3542,00	3230,02	3828,19	150,24	4,27
		Razem	90	3469,70	3490,30	3075,39	3866,04	178,00	5,13
	Razem		180	3798,75	3691,21	3075,39	4900,98	440,05	11,58
Czaplinek	LMśw	1	30	3681,67	3639,79	3059,54	4238,44	349,38	9,49
		2	30	3571,50	3580,38	3133,60	3943,03	204,48	5,73
		3	30	3432,88	3317,90	2797,90	3883,83	352,49	10,27
		Razem	90	3562,02	3613,45	2797,90	4238,44	323,05	9,07
	Łśw	1	30	3533,16	3555,23	2848,11	3926,26	234,93	6,65
		2	30	3949,60	3952,91	3225,95	4498,99	295,81	7,49
		3	30	3828,64	3878,38	3064,61	4189,92	231,64	6,05
		Razem	90	3770,46	3797,13	2848,11	4498,99	308,09	8,17
	Razem		180	3666,24	3698,02	2797,90	4498,99	331,67	9,05
Łębork	LMśw	1	30	3901,38	3824,36	3481,73	4485,61	281,98	7,23
		2	30	3578,69	3587,03	3188,67	3899,17	198,57	5,55
		3	30	3718,25	3786,12	3129,17	4282,96	280,51	7,54
		Razem	90	3732,77	3726,72	3129,17	4485,61	286,44	7,67
	Łśw	1	30	3676,12	3667,64	3291,43	4140,15	221,04	6,01
		2	30	3411,08	3504,18	2975,76	3784,02	246,40	7,22
		3	30	3350,65	3376,99	2555,41	3747,65	231,53	6,91
		Razem	90	3479,28	3513,43	2555,41	4140,15	270,88	7,79
	Razem		180	3606,03	3610,97	2555,41	4485,61	305,67	8,48
LMśw			447	3739,70	3752,46	2797,90	4900,98	381,74	10,21
Łśw			450	3662,98	3640,24	2555,41	4550,73	339,17	9,26
1			297	3683,60	3661,23	2848,11	4651,22	372,04	10,10
2			300	3678,79	3699,75	2951,81	4498,99	313,37	8,52
3			300	3741,06	3768,81	2555,41	4900,98	396,10	10,59
Razem			897	3701,21	3703,31	2555,41	4900,98	362,84	9,80

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima oporności akustycznej drewna oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 146.

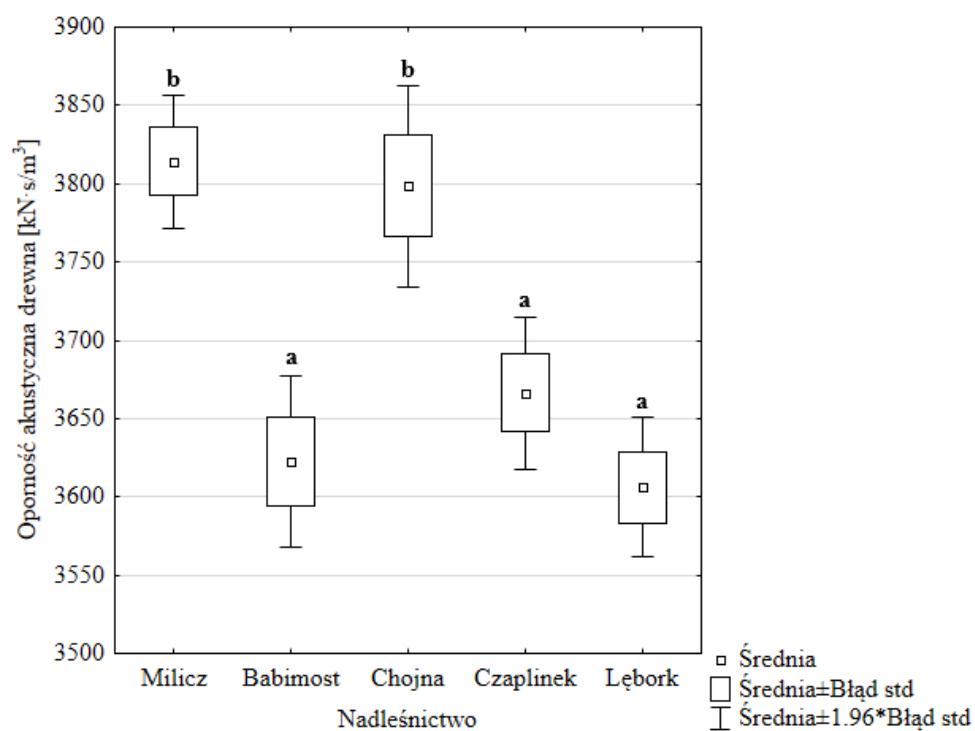
Najwyższą średnią wartość oporności akustycznej drewna uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – $4407,61 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – $3350,65 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – $4455,65 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, a najniższą dla Czaplinka na LMśw w III klasie grubości – $3317,90 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$. Dla całego materiału poddanego analizie oporność akustyczna drewna wyniosła średnio $3701,21 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, a mediana $3703,31 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – $3739,70 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$. Natomiast w klasach grubości wartości oporności akustycznej drewna wyniosły: $3683,60 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ w I klasie, $3678,79 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ w II klasie oraz $3741,06 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Lęborku na Lśw w III klasie grubości ($2555,41 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości ($4900,98 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$). Współczynnik zmienności wyniósł 9,80%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 146).

Analiza zależności oporności akustycznej drewna od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 147). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

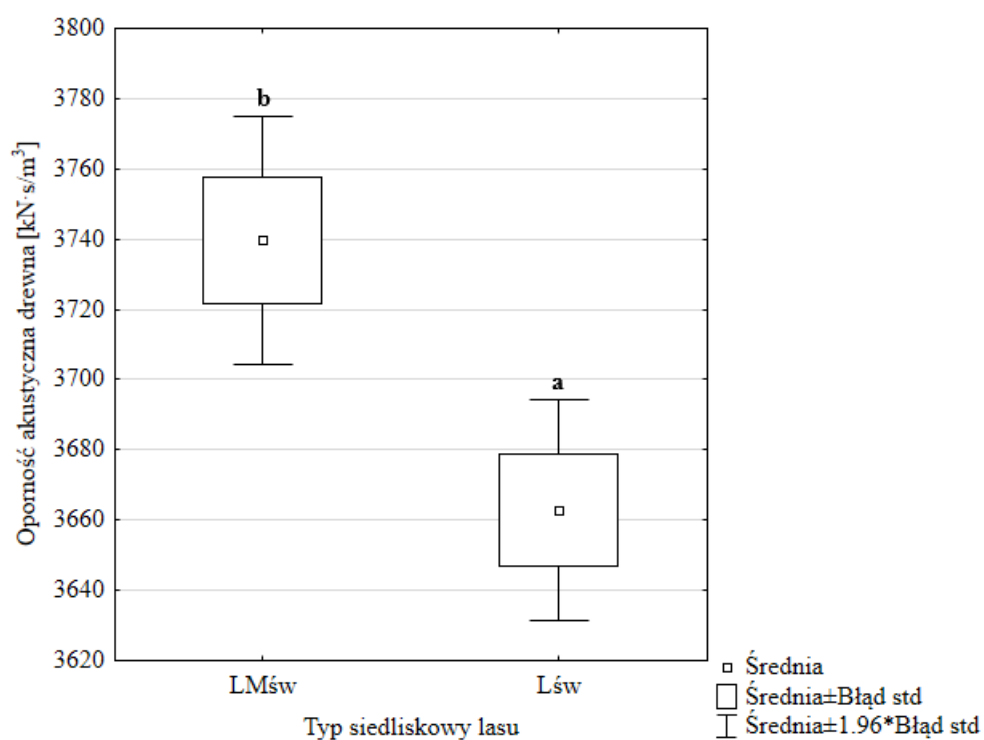
Tab. 147. Analiza wariancji między opornością akustyczną drewna a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,228688E+10	1	1,228688E+10	129404,4	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,864579E+06	4	1,716145E+06	18,1	< 0,0001 *
TSL	1,313066E+06	1	1,313066E+06	13,8	0,0002 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	2,546091E+07	4	6,365228E+06	67,0	< 0,0001 *
Błąd	8,422018E+07	887	9,494947E+04		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 264). Również dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 265).

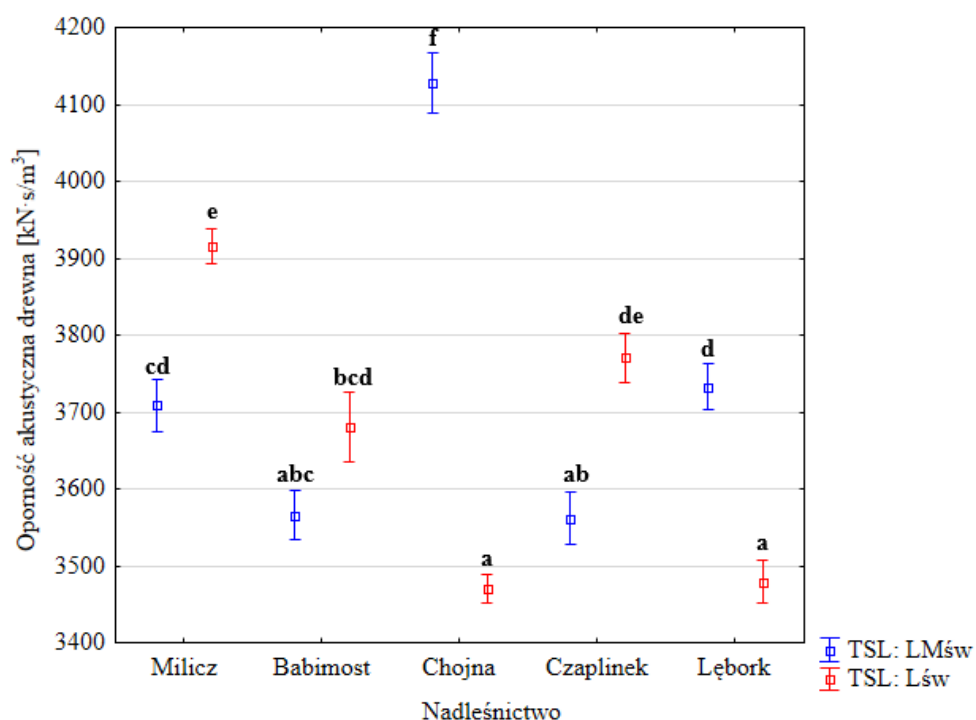


Ryc. 264. Porównanie średnich wartości oporności akustycznej drewna w lokalizacjach



Ryc. 265. Porównanie średnich wartości oporności akustycznej drewna w TSL

Na rycinie nr 266 przedstawiono relację między przeciętną opornością akustyczną drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



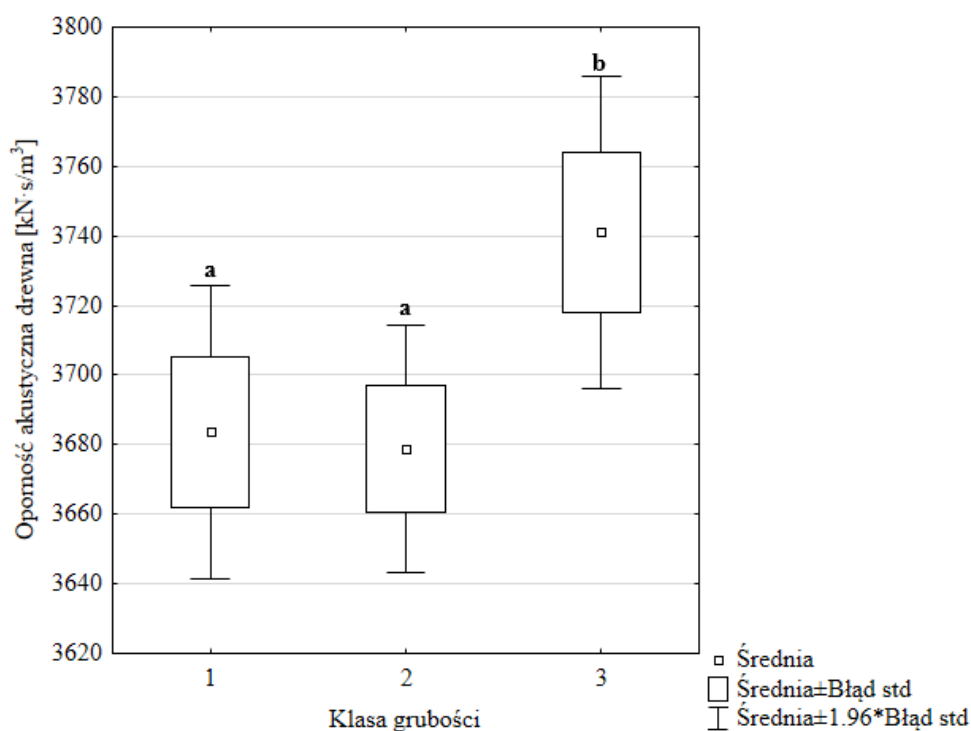
Ryc. 266. Średnie wartości i błędy standardowe oporności akustycznej drewna w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności oporności akustycznej drewna od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 148). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

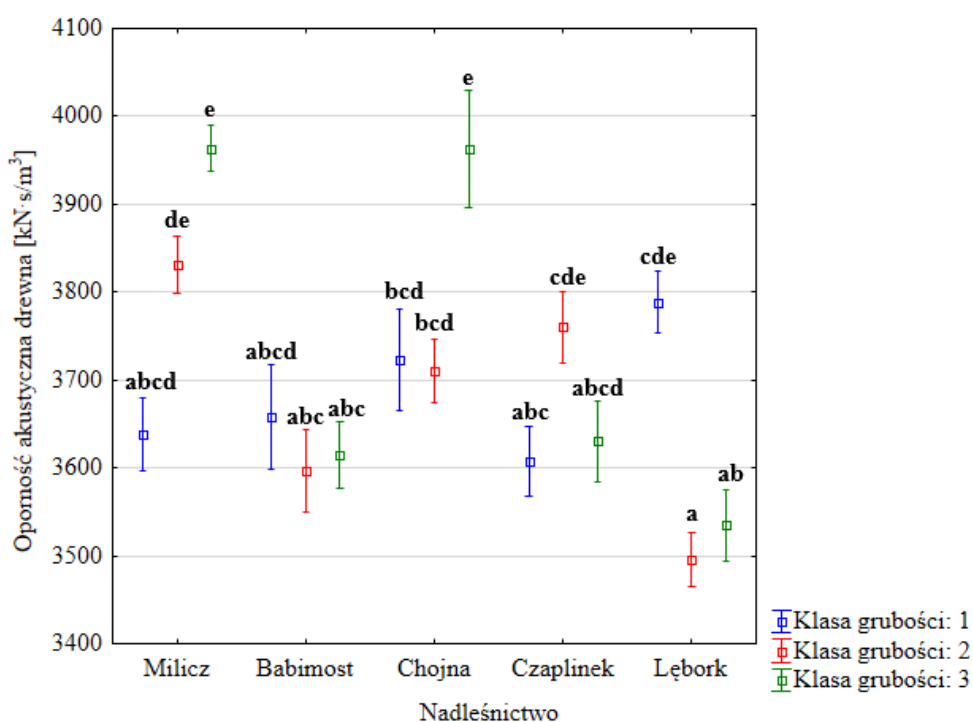
Tab. 148. Analiza wariancji między opornością akustyczną drewna a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,228458E+10	1	1,228458E+10	106738,9	< 0,0001 *
Lokalizacja	6,817803E+06	4	1,704451E+06	14,8	< 0,0001 *
Gr	7,239506E+05	2	3,619753E+05	3,1	0,0435 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	8,810409E+06	8	1,101301E+06	9,6	< 0,0001 *
Błąd	1,015094E+08	882	1,150900E+05		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc.267).



Ryc. 267. Porównanie średnich wartości oporności akustycznej drewna w Gr



Ryc. 268. Średnie wartości i błędy standardowe oporności akustycznej drewna dźwięku w rozbiciu na lokalizację i Gr

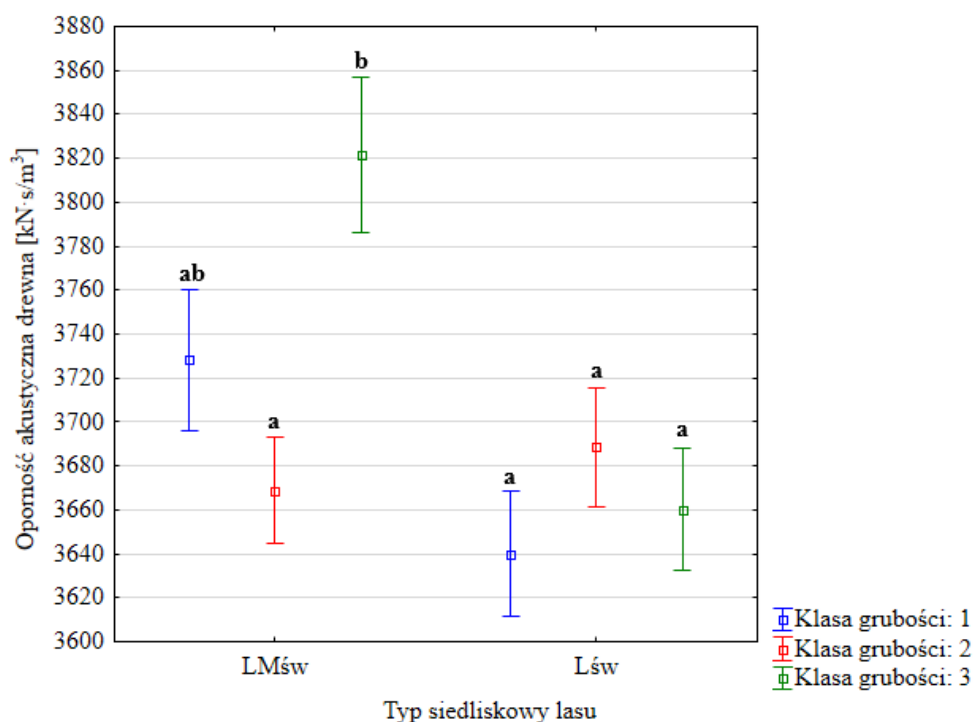
Na rycinie nr 268 przedstawiono relację między przeciętną opornością akustyczną drewna dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności oporności akustycznej drewna od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 149). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 149. Analiza wariancji między opornością akustyczną drewna a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

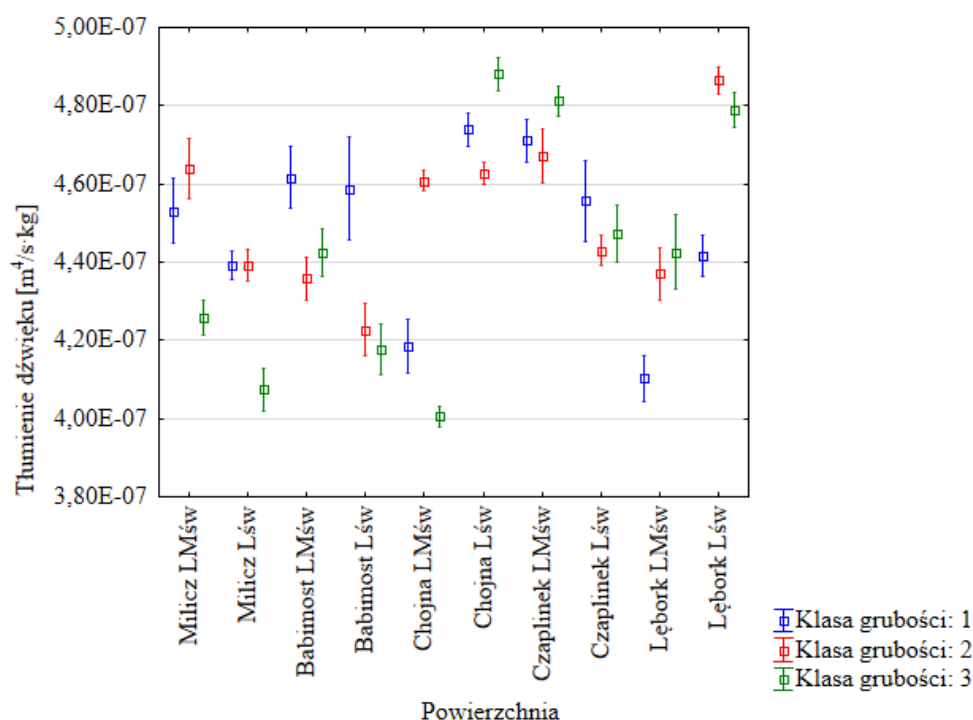
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,228787E+10	1	1,228787E+10	95470,57	< 0,0001 *
Gr	7,146486E+05	2	3,573243E+05	2,78	0,0628
TSL	1,317450E+06	1	1,317450E+06	10,24	0,0014*
TSL*Gr (interakcja)	1,247582E+06	2	6,237908E+05	4,85	0,0081 *
Błąd	1,146792E+08	891	1,287084E+05		

Na rycinie nr 269 przedstawiono relację między przeciętną opornością akustyczną drewna dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 269. Średnie wartości i błędy standardowe oporności akustycznej drewna w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 270, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między opornością akustyczną drewna, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 270. Porównanie średnich wartości oporności akustycznej drewna i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.3.16. Stała akustyczna

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima stałej akustycznej oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 150.

Najwyższą średnią wartość stałej akustycznej uzyskano w Chojnie na Lśw w III klasie grubości – $9,76 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$, najniższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – $8,01 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na Lśw w III klasie grubości – $9,71 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$, a najniższą dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – $8,02 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$. Dla całego materiału poddanego analizie stała akustyczna wyniosła średnio $8,96 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$, a mediana $8,99 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – $9,02 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$. Natomiast w klasach grubości wartości stałej akustycznej wyniosły: $8,97 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$ w I klasie, $9,04 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$ w II klasie oraz $8,86 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$ w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplunku na Lśw w I klasie grubości ($5,77 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$), natomiast najwyższą w Babimostie na Lśw w I klasie grubości ($11,75 \text{ [Pa/(kg/m}^3\text{)}^3]^{0,5}$). Współczynnik zmienności wyniósł 9,20%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 150).

Tab. 150. Statystyka opisowa stałej akustycznej $[[\text{Pa}/(\text{kg}/\text{m}^3)^{0,5}]$ z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

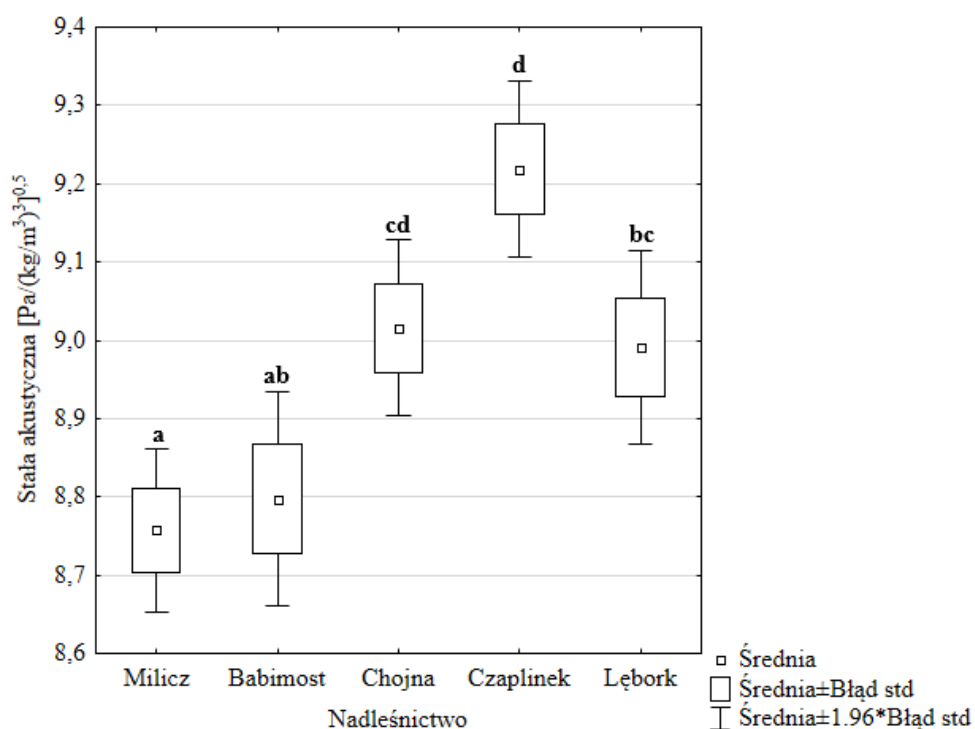
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	9,06	9,27	7,43	10,66	0,85	9,42
		2	30	9,28	9,26	8,01	10,74	0,84	9,00
		3	30	8,52	8,50	7,46	9,51	0,47	5,54
		Razem	87	8,95	8,71	7,43	10,74	0,80	8,92
	Lśw	1	30	8,78	8,81	8,04	10,15	0,40	4,58
		2	30	8,78	8,73	7,87	9,57	0,44	5,06
		3	30	8,15	8,11	7,18	9,66	0,59	7,22
		Razem	90	8,57	8,60	7,18	10,15	0,57	6,60
	Razem		177	8,76	8,64	7,18	10,74	0,71	8,15
Babimost	LMśw	1	30	9,23	9,08	7,70	10,72	0,88	9,52
		2	30	8,72	8,53	7,90	9,84	0,58	6,69
		3	30	8,85	8,73	7,89	10,19	0,66	7,47
		Razem	90	8,93	8,87	7,70	10,72	0,74	8,33
	Lśw	1	30	9,18	9,14	7,28	11,75	1,44	15,73
		2	30	8,46	8,54	6,99	9,66	0,74	8,71
		3	30	8,36	8,32	7,17	9,77	0,71	8,48
		Razem	90	8,66	8,40	6,99	11,75	1,07	12,40
	Razem		180	8,80	8,59	6,99	11,75	0,93	10,59
Chojna	LMśw	1	30	8,37	8,36	7,34	9,70	0,75	8,99
		2	30	9,22	9,20	8,47	9,81	0,30	3,26
		3	30	8,01	8,02	7,40	8,47	0,31	3,82
		Razem	90	8,53	8,46	7,34	9,81	0,71	8,31
	Lśw	1	30	9,48	9,34	8,77	10,36	0,47	4,94
		2	30	9,26	9,29	8,44	9,79	0,32	3,43
		3	30	9,76	9,71	8,89	10,76	0,46	4,68
		Razem	90	9,50	9,44	8,44	10,76	0,46	4,88
	Razem		180	9,02	9,20	7,34	10,76	0,77	8,53
Czaplinek	LMśw	1	30	9,42	9,18	8,51	11,07	0,60	6,34
		2	30	9,35	9,43	8,02	10,63	0,76	8,11
		3	30	9,62	9,69	8,78	10,56	0,41	4,29
		Razem	90	9,46	9,60	8,02	11,07	0,61	6,45
	Lśw	1	30	9,11	9,05	5,57	10,96	1,13	12,34
		2	30	8,86	8,73	8,17	9,68	0,40	4,56
		3	30	8,95	9,14	5,85	9,80	0,80	8,89
		Razem	90	8,97	9,04	5,57	10,96	0,83	9,21
	Razem		180	9,22	9,18	5,57	11,07	0,77	8,30
Lębork	LMśw	1	30	8,21	8,21	7,00	9,12	0,64	7,84
		2	30	8,74	8,80	7,59	9,96	0,73	8,37
		3	30	8,85	9,02	6,51	10,50	1,05	11,87
		Razem	90	8,60	8,69	6,51	10,50	0,87	10,06
	Lśw	1	30	8,83	8,75	7,74	9,83	0,58	6,53
		2	30	9,73	9,71	9,06	10,48	0,37	3,81
		3	30	9,58	9,62	8,59	10,63	0,49	5,09
		Razem	90	9,38	9,46	7,74	10,63	0,62	6,62
	Razem		180	8,99	9,10	6,51	10,63	0,85	9,42
LMśw			447	8,90	8,91	6,51	11,07	0,82	9,18
Lśw			450	9,02	9,07	5,57	11,75	0,83	9,18
1			297	8,97	8,93	5,57	11,75	0,91	10,16
2			300	9,04	9,07	6,99	10,74	0,68	7,52
3			300	8,86	8,86	5,85	10,76	0,86	9,68
Razem			897	8,96	8,99	5,57	11,75	0,82	9,20

Analiza zależności stałej akustycznej od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 151). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

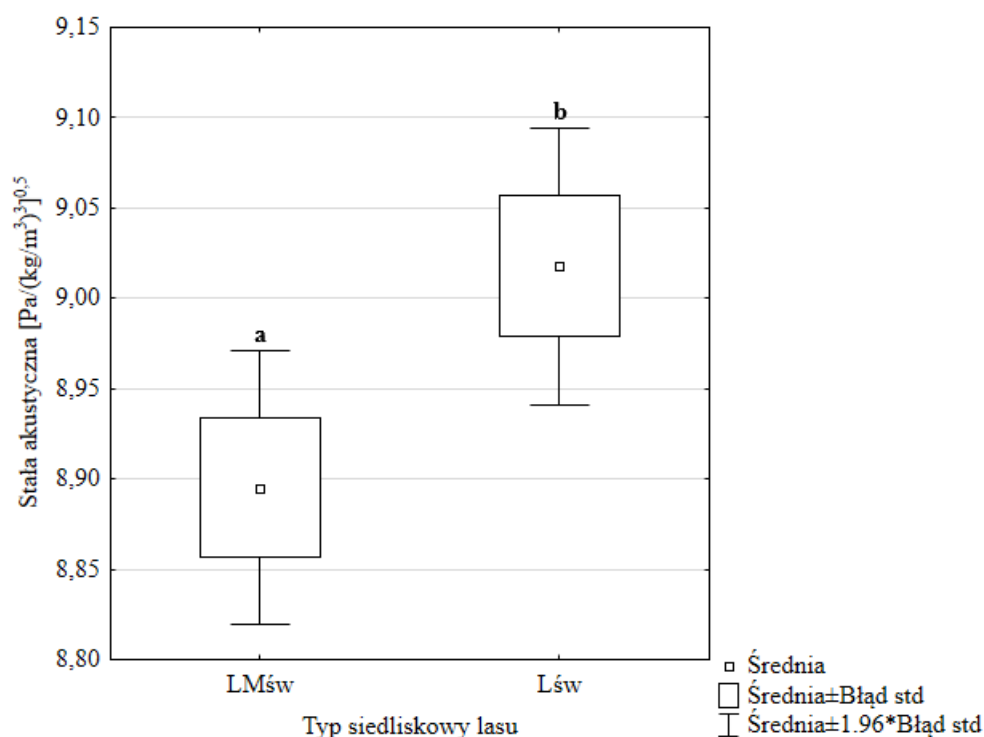
Tab. 151. Analiza wariancji między stałą akustyczną a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	71950,68	1	71950,68	129151,5	< 0,0001 *
Lokalizacja	24,60	4	6,15	11,0	< 0,0001 *
TSL	3,36	1	3,36	6,0	0,0142 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	86,19	4	21,55	38,7	< 0,0001 *
Błąd	494,15	887	0,56		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 4 grupy jednorodne (ryc. 271). Natomiast dla TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 272).

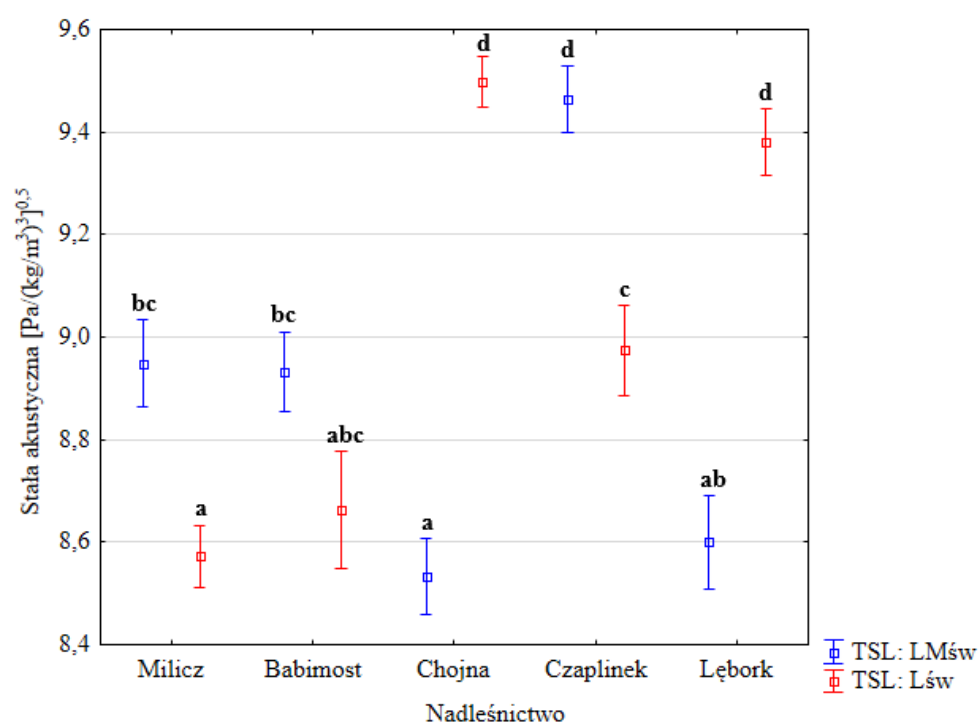


Ryc. 271. Porównanie średnich wartości stałej akustycznej w lokalizacjach



Ryc. 272. Porównanie średnich wartości stałej akustycznej w TSL

Na rycinie nr 273 przedstawiono relację między przeciętną stałą akustyczną dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



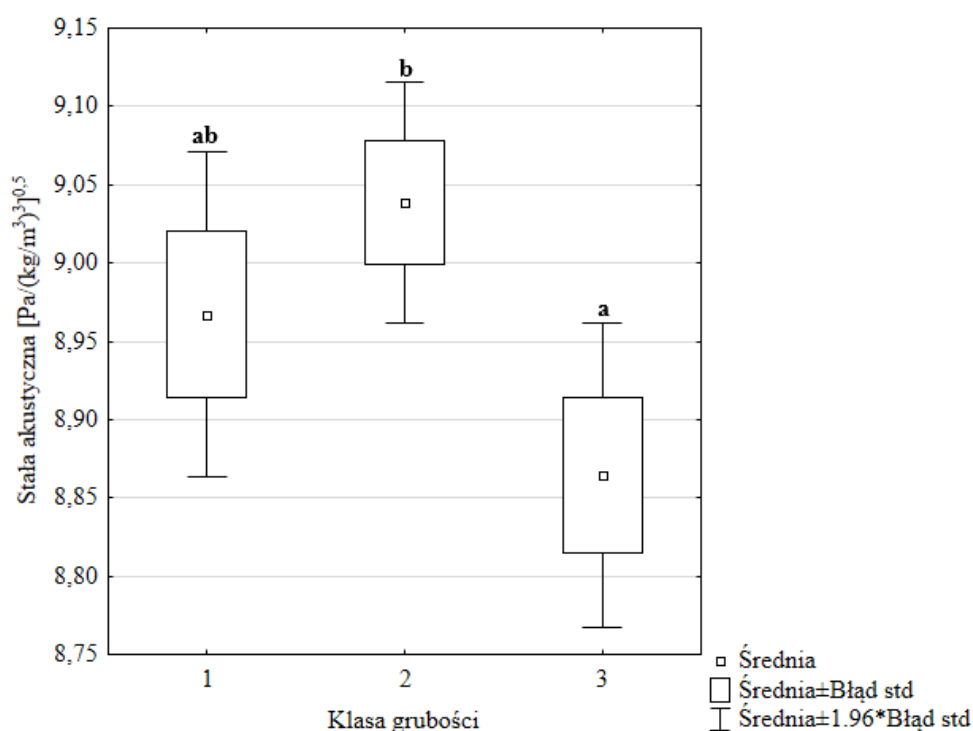
Ryc. 273. Średnie wartości i błędy standardowe stałej akustycznej w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności stałej akustycznej od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 152). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

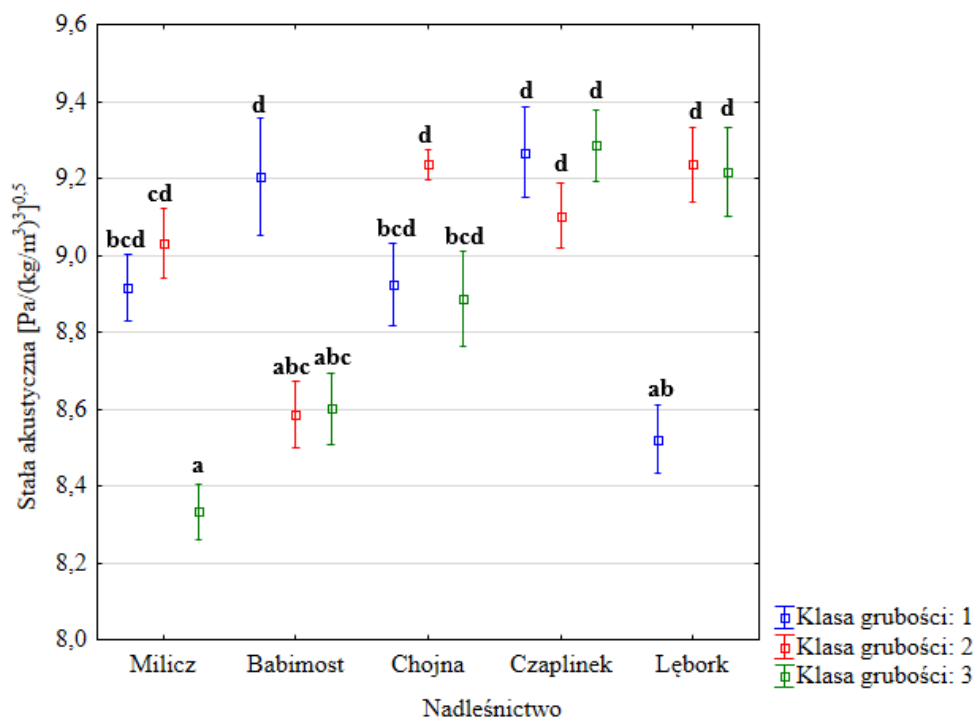
Tab. 152. Analiza wariancji między stałą akustyczną a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	71944,58	1	71944,58	120488,7	< 0,0001 *
Lokalizacja	24,64	4	6,16	10,3	< 0,0001 *
Gr	4,58	2	2,29	3,8	0,0220 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	52,58	8	6,57	11,0	< 0,0001 *
Błąd	526,65	882	0,60		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc.274).



Ryc. 274. Porównanie średnich wartości stałej akustycznej w Gr



Ryc. 275. Średnie wartości i błędy standardowe stałej akustycznej w rozbiu na lokalizację i Gr

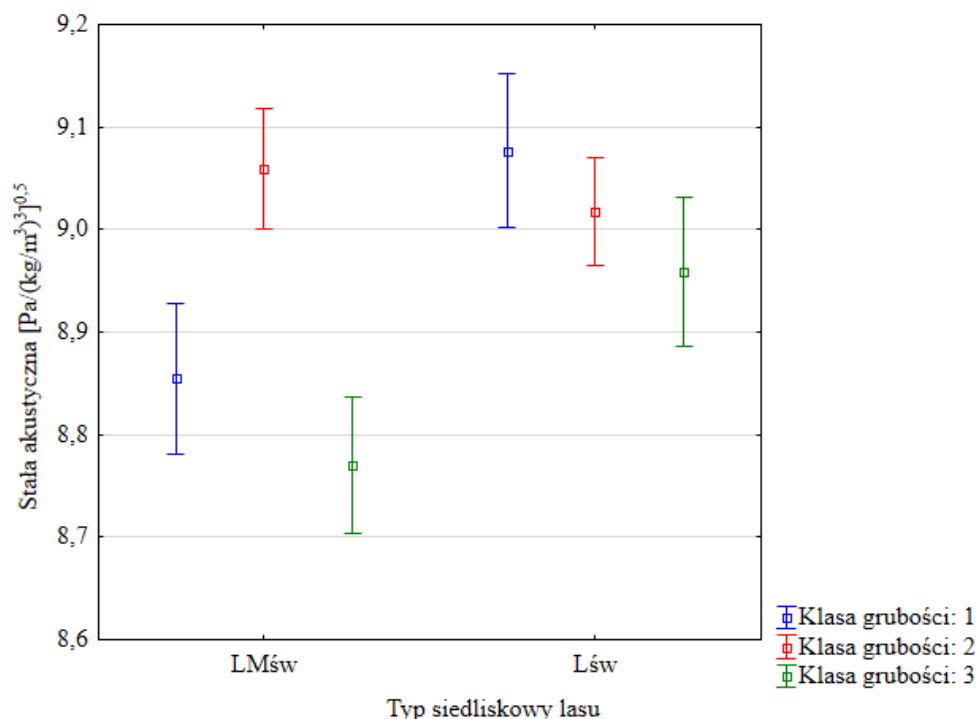
Na rycinie nr 275 przedstawiono relację między przeciętną stałą akustyczną dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności stałej akustycznej od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast ich interakcja nie jest istotna (tab. 153). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 153. Analiza wariancji między stałą akustyczną a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

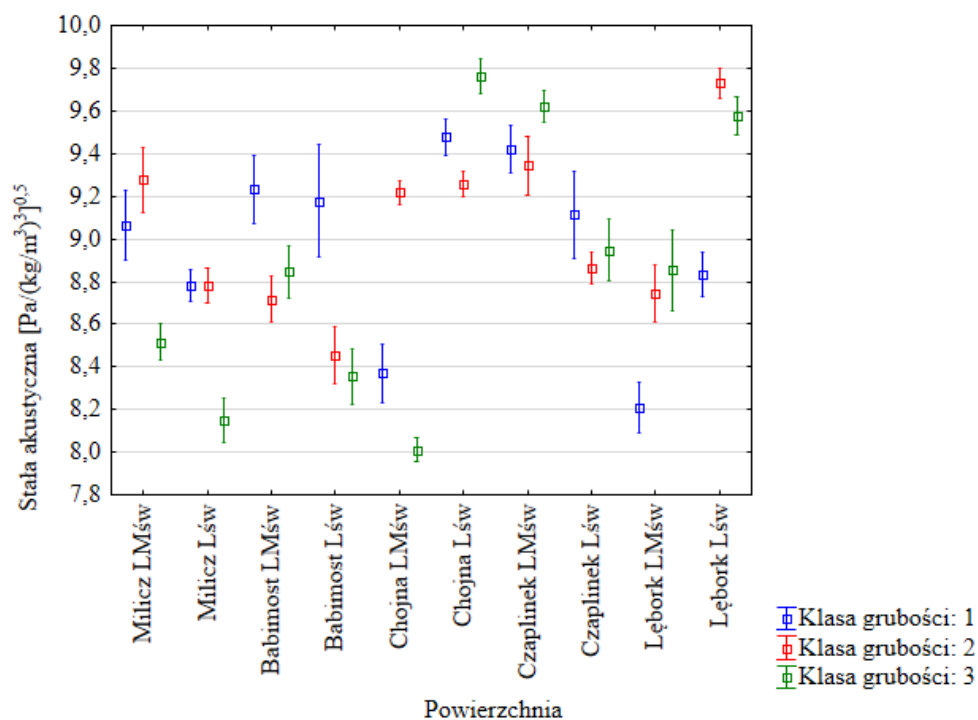
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	71949,04	1	71949,04	107281,3	< 0,0001 *
TSL	3,40	1	3,40	5,1	0,0246 *
Gr	4,58	2	2,29	3,4	0,0334 *
TSL*Gr (interakcja)	3,10	2	1,55	2,3	0,0995
Błąd	597,56	891	0,67		

Na rycinie nr 276 przedstawiono relację między przeciętną stałą akustyczną dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 276. Średnie wartości i błędy standardowe stałej akustycznej w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 277, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między stałą akustyczną, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 277. Porównanie średnich wartości stałej akustycznej drewna i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.4. Właściwości mechaniczne

5.4.1. Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien

Tab. 154. Statystyka opisowa wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien [MPa] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	61,77	60,80	51,29	74,66	6,59	10,67
		2	30	67,51	67,94	53,84	80,09	7,38	10,93
		3	30	71,47	71,31	62,03	79,73	4,74	6,64
		Razem	87	67,10	67,57	51,29	80,09	7,39	11,02
	Lśw	1	30	71,48	71,03	60,96	86,13	5,21	7,28
		2	30	74,63	74,85	64,43	81,15	4,16	5,57
		3	30	74,97	76,31	59,54	84,22	5,92	7,90
		Razem	90	73,69	74,58	59,54	86,13	5,33	7,23
	Razem		177	70,45	71,41	51,29	86,13	7,21	10,24
	Babimost	LMśw	1	30	65,07	66,66	49,74	79,71	9,10
2			30	65,40	64,34	55,89	77,07	6,40	9,79
3			30	66,26	66,68	52,98	79,49	6,19	9,35
Razem			90	65,58	66,14	49,74	79,71	7,29	11,11
Lśw		1	30	70,87	71,82	53,24	90,44	12,84	18,12
		2	30	68,77	65,96	55,39	84,41	8,06	11,72
		3	30	67,55	65,75	57,75	79,17	6,20	9,18
		Razem	90	69,07	65,97	53,24	90,44	9,45	13,69
Razem		180	67,32	66,08	49,74	90,44	8,60	12,77	
Chojna	LMśw	1	30	73,08	74,23	60,55	90,98	8,33	11,40
		2	30	72,73	72,08	63,82	86,13	5,60	7,70
		3	30	81,43	81,56	66,64	100,00	9,01	11,06
		Razem	90	75,75	75,07	60,55	100,00	8,70	11,48
	Lśw	1	30	65,30	65,00	57,90	73,47	4,16	6,37
		2	30	68,97	68,36	64,21	75,89	2,42	3,50
		3	30	64,89	65,78	56,01	71,22	3,47	5,35
		Razem	90	66,39	67,15	56,01	75,89	3,86	5,81
	Razem		180	71,07	68,95	56,01	100,00	8,19	11,52
Czaplinek	LMśw	1	30	64,78	64,42	53,31	79,05	5,99	9,25
		2	30	65,99	64,89	57,72	75,90	5,04	7,64
		3	30	61,54	61,30	49,76	77,70	7,41	12,04
		Razem	90	64,10	63,83	49,76	79,05	6,44	10,04
	Lśw	1	30	67,01	66,73	57,81	76,39	4,92	7,35
		2	30	75,84	75,36	62,35	88,65	7,13	9,40
		3	30	70,44	70,35	61,04	80,83	4,38	6,22
		Razem	90	71,10	70,49	57,81	88,65	6,64	9,33
	Razem		180	67,60	67,40	49,76	88,65	7,40	10,95
Lębork	LMśw	1	30	72,19	71,53	64,41	86,11	5,57	7,71
		2	30	67,01	67,32	56,13	76,27	5,12	7,65
		3	30	68,77	69,01	59,25	77,82	4,95	7,20
		Razem	90	69,32	69,23	56,13	86,11	5,59	8,07
	Lśw	1	30	68,90	68,73	59,25	79,37	5,30	7,69
		2	30	61,80	62,90	48,83	71,14	5,64	9,13
		3	30	60,31	59,91	51,90	75,26	5,27	8,74
		Razem	90	63,67	63,53	48,83	79,37	6,54	10,27
	Razem		180	66,50	66,64	48,83	86,11	6,70	10,07
LMśw		447	68,38	68,15	49,74	100,00	8,21	12,01	
Lśw		450	68,78	68,20	48,83	90,44	7,47	10,86	
1		297	68,11	67,56	49,74	90,98	7,98	11,72	
2		300	68,86	69,03	48,83	88,65	7,15	10,39	
3		300	68,76	68,08	49,76	100,00	8,37	12,17	
Razem		897	68,58	68,18	48,83	100,00	7,85	11,44	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbięciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 154.

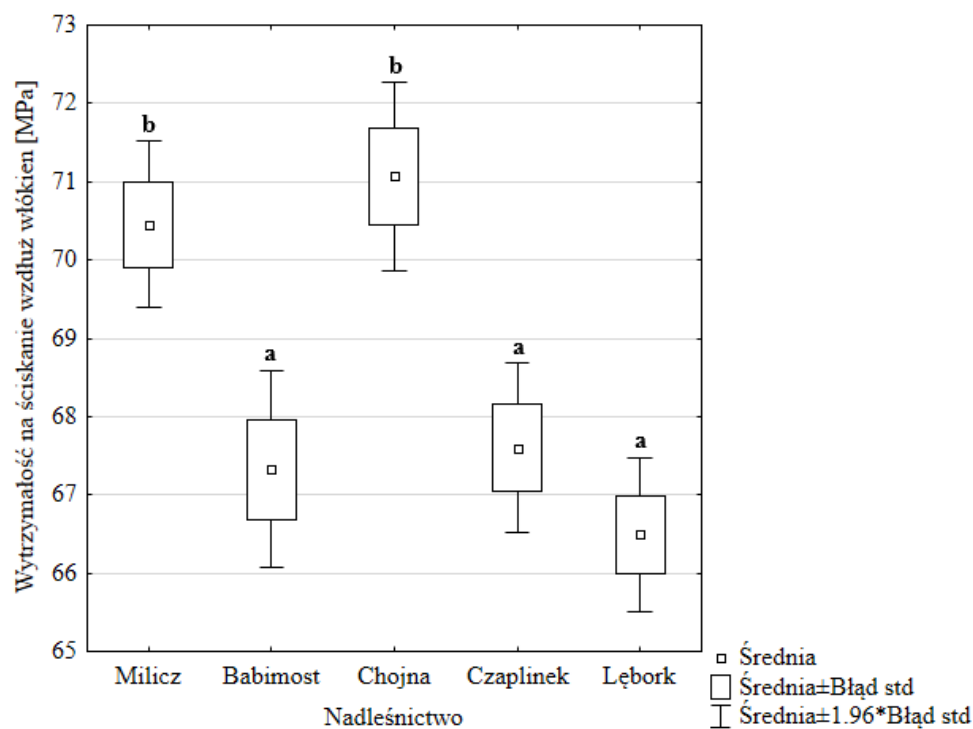
Najwyższą średnią wartość wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 81,43 MPa, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 60,31 MPa. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 81,56 MPa, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 59,91 MPa. Dla całego materiału poddanego analizie wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien wyniosła średnio 68,58 MPa, a mediana 68,18 MPa. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 68,78 MPa. Natomiast w klasach grubości wartości wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien wyniosły: 68,11 MPa w I klasie, 68,86 MPa w II klasie oraz 68,76 MPa w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Lęborku na Lśw w II klasie grubości (48,83 MPa), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (100,00 MPa). Współczynnik zmienności wyniósł 11,44%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 154).

Analiza zależności wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie ma istotnego wpływu (tab. 155). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

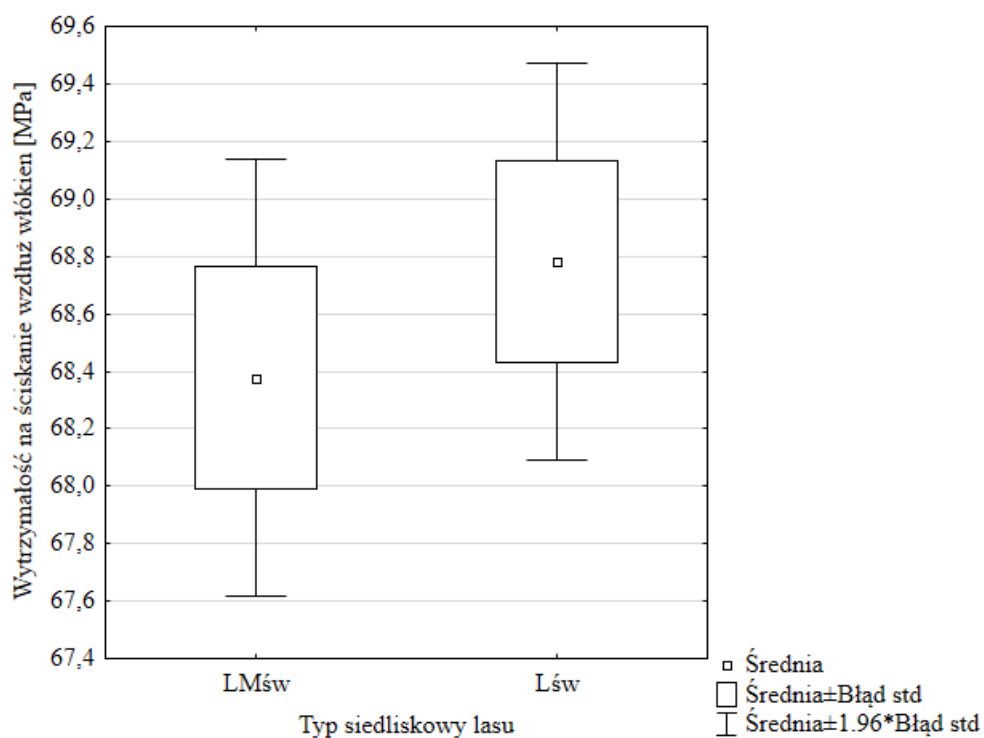
Tab. 155. Analiza wariancji między wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4217810	1	4217810	88734,11	< 0,0001 *
Lokalizacja	2936	4	734	15,44	< 0,0001 *
TSL	38	1	38	0,81	0,3686
Lokalizacja * TSL (interakcja)	10018	4	2505	52,69	< 0,0001 *
Błąd	42162	887	48		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 278). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 279).

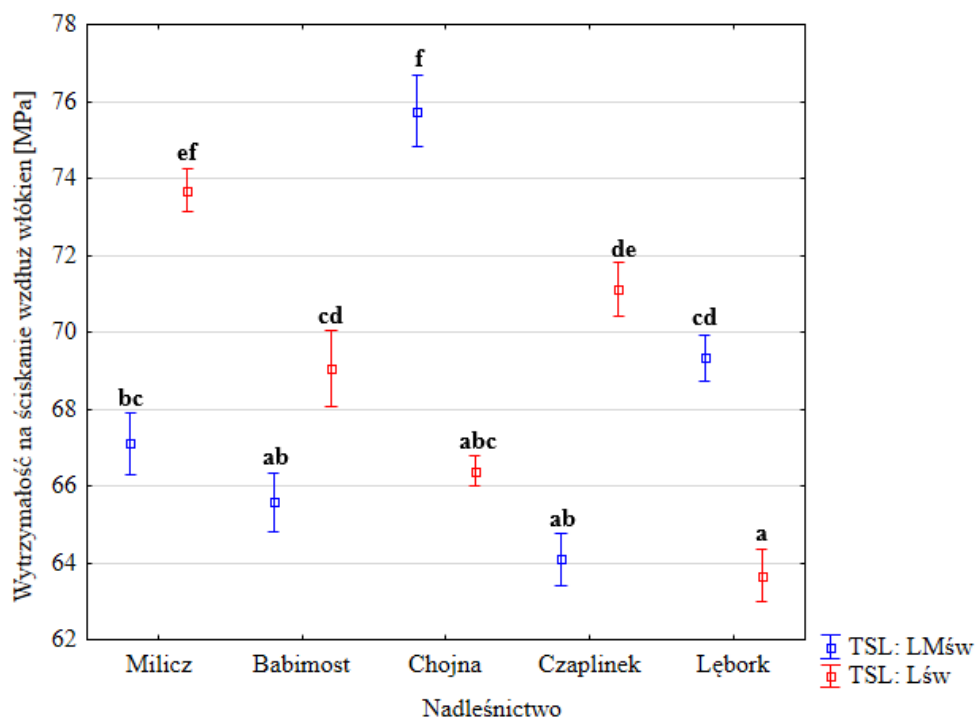


Ryc. 278. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w lokalizacjach



Ryc. 279. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w TSL

Na rycinie nr 280 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



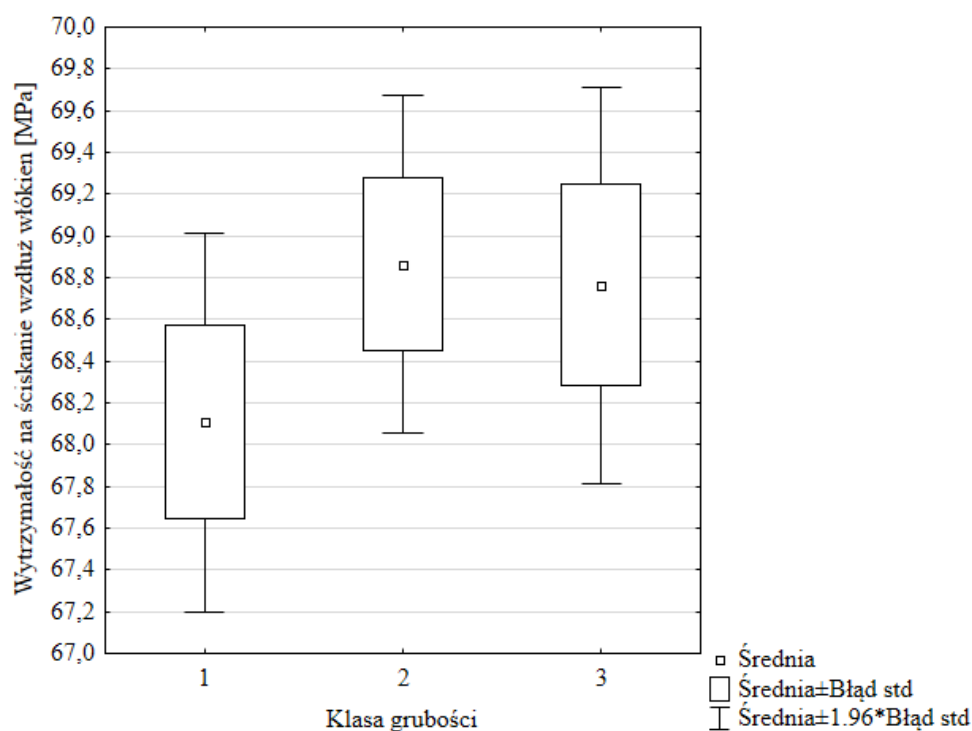
Ryc. 280. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i klasy grubości wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 156). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

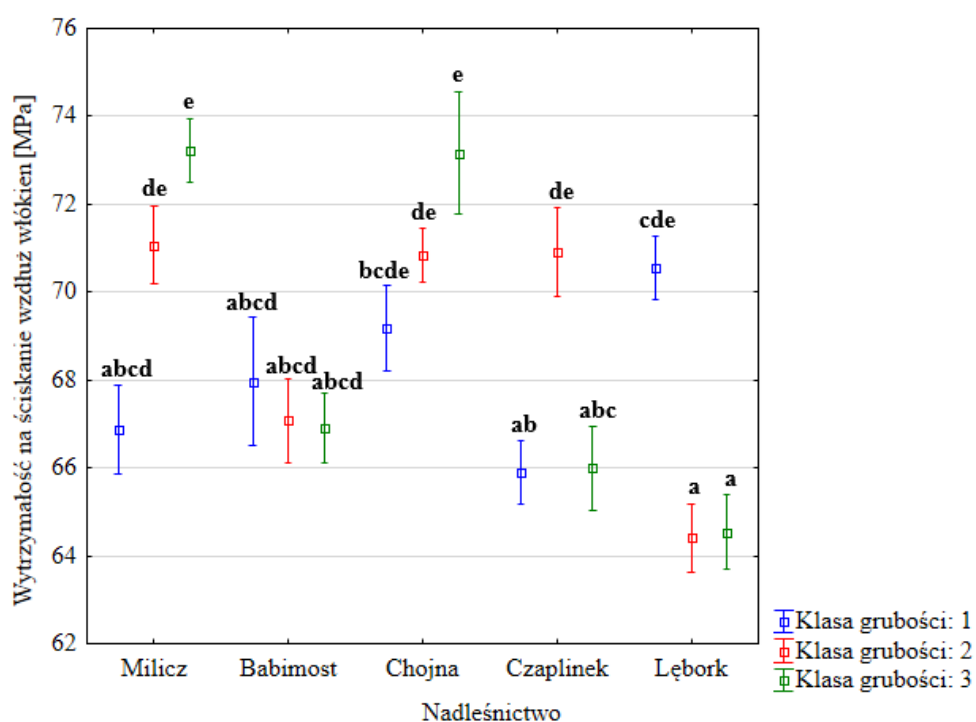
Tab. 156. Analiza wariancji między wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4217467	1	4217467	77452,64	< 0,0001 *
Lokalizacja	2933	4	733	13,47	< 0,0001 *
Gr	104	2	52	0,95	0,3855
Lokalizacja*Gr (interakcja)	4093	8	512	9,40	< 0,0001 *
Błąd	48027	882	54		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie otrzymano grup jednorodnych (ryc. 281).



Ryc. 281. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w Gr



Ryc. 282. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w rozbiciu na lokalizację i Gr

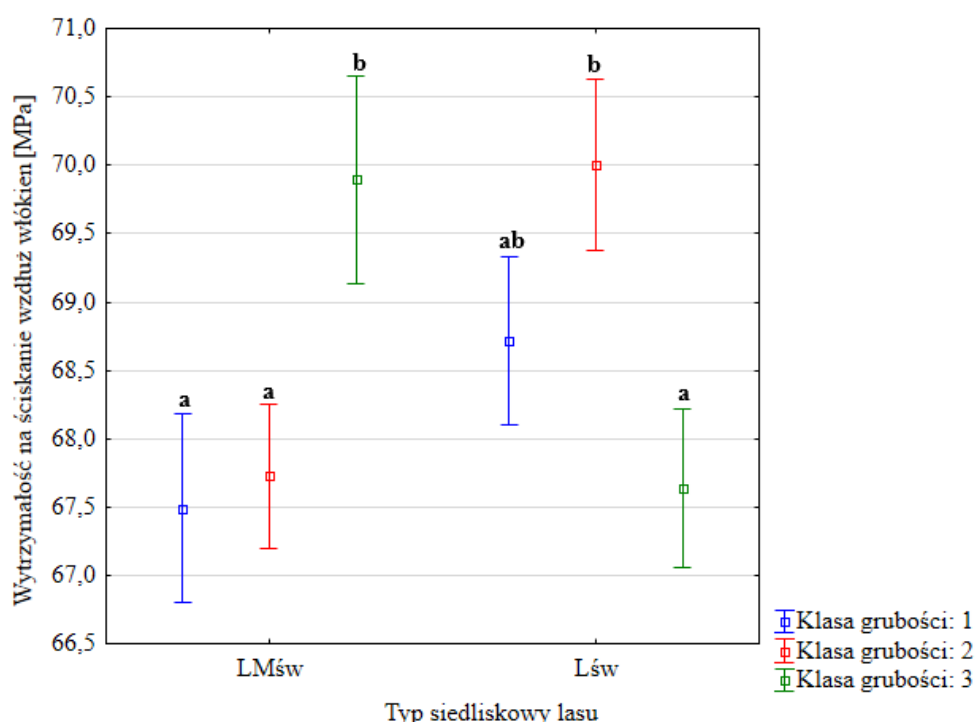
Na rycinie nr 282 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien od TSL i Gr wykazała istotny wpływ interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL i Gr nie są istotne (tab. 157). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 157. Analiza wariancji między wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	4218170	1	4218170	69336,19	< 0,0001 *
TSL	38	1	38	0,62	0,4296
Gr	102	2	51	0,84	0,4321
TSL*Gr (interakcja)	844	2	422	6,94	0,0010 *
Błąd	54205	891	61		

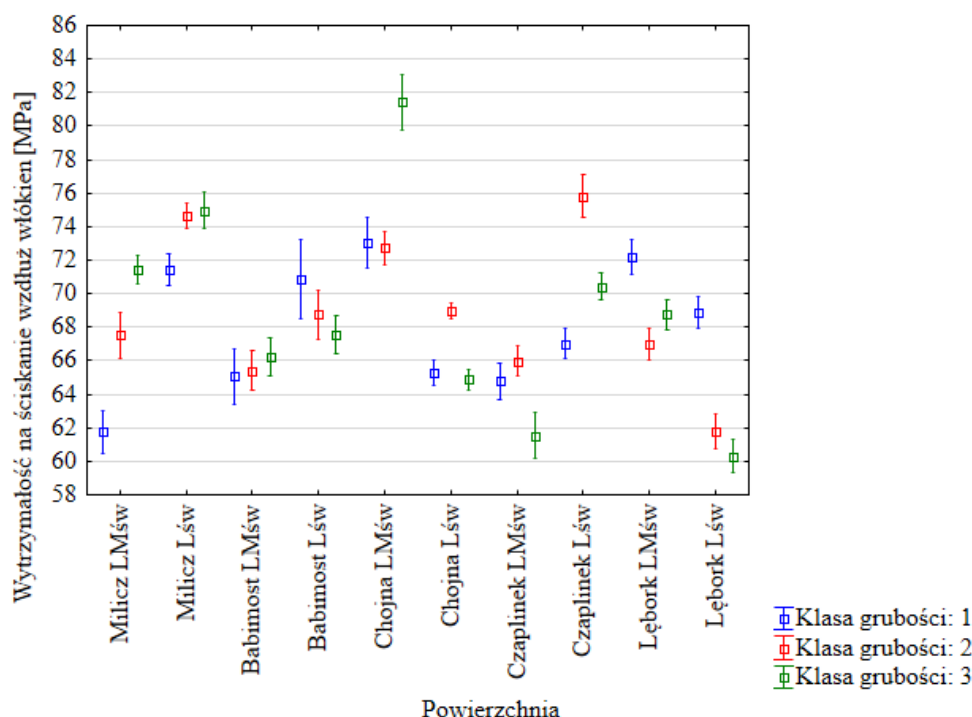
Na rycinie nr 283 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien dla różnych siedlisk w poszczególnych klasach grubości oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 283. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w rozbiu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 284, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 284. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.4.2. Wytrzymałość na zginanie statyczne

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima wytrzymałości na zginanie statyczne oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 158.

Najwyższą średnią wartość wytrzymałości na zginanie statyczne uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 147,11 MPa, najniższą w Babimostcie na LMśw w I klasie grubości – 106,85 MPa. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 150,90 MPa, a najniższą dla Babimostu na LMśw w I klasie grubości – 105,50 MPa. Dla całego materiału poddanego analizie wytrzymałość na zginanie statyczne wyniosła średnio 120,72 MPa, a mediana 120,90 MPa. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 121,89 MPa. Natomiast w klasach grubości wartości wytrzymałości na zginanie statyczne wyniosły: 118,65 MPa w I klasie, 122,00 MPa w II klasie oraz 121,50 MPa w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości (80,00 MPa), natomiast najwyższą w Chojnie na Lśw w III klasie grubości (188,00 MPa). Współczynnik zmienności wyniósł 12,10%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 158).

Tab. 158. Statystyka opisowa wytrzymałości na zginanie statyczne [MPa] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

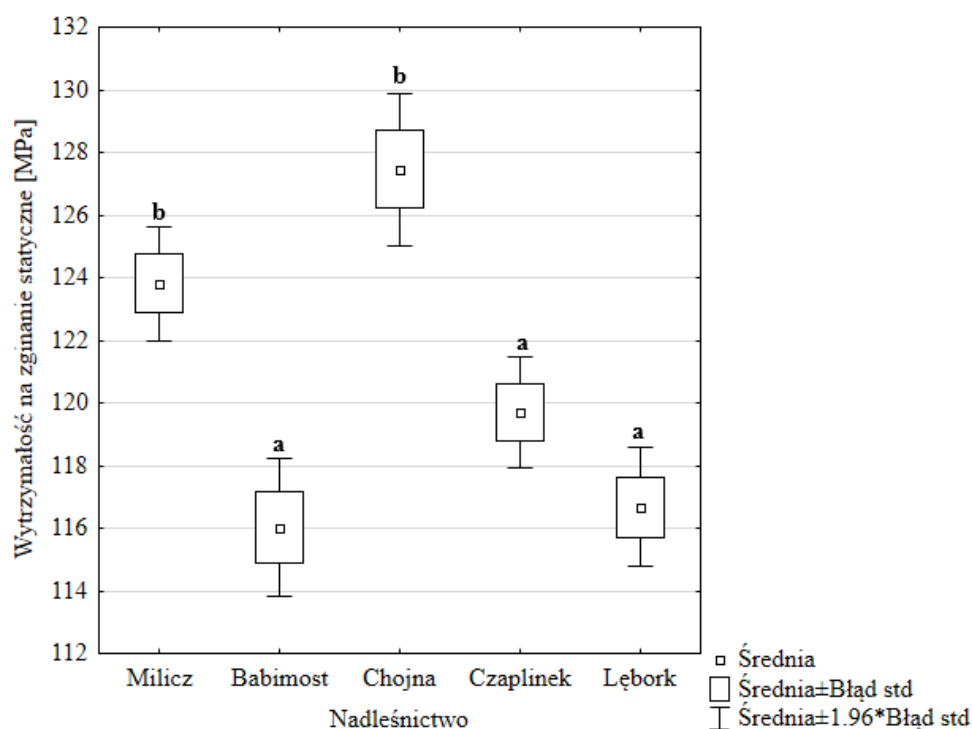
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	114,98	116,30	89,60	136,10	13,14	11,43
		2	30	125,40	127,45	107,90	143,70	11,16	8,90
		3	30	127,02	127,15	111,30	147,00	8,03	6,32
		Razem	87	122,73	124,40	89,60	147,00	11,99	9,77
	Łśw	1	30	121,50	120,40	94,00	146,00	12,07	9,93
		2	30	127,08	128,65	100,80	145,50	12,45	9,80
		3	30	126,00	125,90	99,30	150,30	13,10	10,40
		Razem	90	124,86	125,05	94,00	150,30	12,64	10,13
	Razem		177	123,81	125,00	89,60	150,30	12,34	9,96
Babimost	LMśw	1	30	106,85	105,50	86,70	134,60	14,82	13,87
		2	30	115,84	120,75	88,40	133,60	12,16	10,49
		3	30	116,58	113,50	96,80	141,10	12,01	10,31
		Razem	90	113,09	113,10	86,70	141,10	13,66	12,08
	Łśw	1	30	117,66	105,55	87,90	158,30	23,25	19,76
		2	30	118,62	114,80	104,50	145,20	11,53	9,72
		3	30	120,60	120,70	99,20	145,50	11,17	9,26
		Razem	90	118,96	117,35	87,90	158,30	16,17	13,59
	Razem		180	116,02	115,40	86,70	158,30	15,21	13,11
Chojna	LMśw	1	30	130,15	130,80	101,90	157,10	13,84	10,63
		2	30	132,04	131,05	113,90	152,60	7,13	5,40
		3	30	147,11	150,90	121,60	180,10	17,71	12,04
		Razem	90	136,44	132,60	101,90	180,10	15,47	11,34
	Łśw	1	30	114,32	112,75	96,20	133,30	10,67	9,33
		2	30	121,51	122,40	103,70	148,30	9,29	7,64
		3	30	119,64	116,25	104,30	188,00	15,40	12,87
		Razem	90	118,49	116,90	96,20	188,00	12,32	10,40
	Razem		180	127,46	125,35	96,20	188,00	16,60	13,02
Czaplinek	LMśw	1	30	118,21	116,15	99,20	142,80	11,80	9,98
		2	30	117,18	116,05	94,80	136,90	9,51	8,12
		3	30	112,82	111,45	85,10	133,30	13,56	12,02
		Razem	90	116,07	115,65	85,10	142,80	11,84	10,20
	Łśw	1	30	117,23	116,75	102,30	132,30	8,71	7,43
		2	30	131,71	130,85	105,30	157,10	10,68	8,11
		3	30	120,98	121,65	92,20	135,00	9,16	7,57
		Razem	90	123,31	123,85	92,20	157,10	11,28	9,15
	Razem		180	119,69	119,80	85,10	157,10	12,09	10,10
Lębork	LMśw	1	30	126,50	125,95	112,60	152,80	7,85	6,21
		2	30	120,15	120,50	98,40	148,60	11,06	9,20
		3	30	116,80	118,65	88,80	138,30	13,03	11,16
		Razem	90	121,15	122,60	88,80	152,80	11,47	9,47
	Łśw	1	30	118,71	116,45	80,00	142,30	14,21	11,97
		2	30	110,43	111,05	87,10	137,00	12,38	11,21
		3	30	107,41	108,00	85,20	129,20	9,72	9,05
		Razem	90	112,19	111,45	80,00	142,30	13,02	11,61
	Razem		180	116,67	116,70	80,00	152,80	13,04	11,18
LMśw			447	121,89	123,00	85,10	180,10	15,24	12,51
Łśw			450	119,56	119,00	80,00	188,00	13,86	11,59
1			297	118,65	118,70	80,00	158,30	14,79	12,47
2			300	122,00	122,70	87,10	157,10	12,59	10,32
3			300	121,50	121,55	85,10	188,00	16,05	13,21
Razem			897	120,72	120,90	80,00	188,00	14,61	12,10

Analiza zależności wytrzymałości na zginanie statyczne od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 159). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 159. Analiza wariancji między wytrzymałością na zginanie statyczne a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

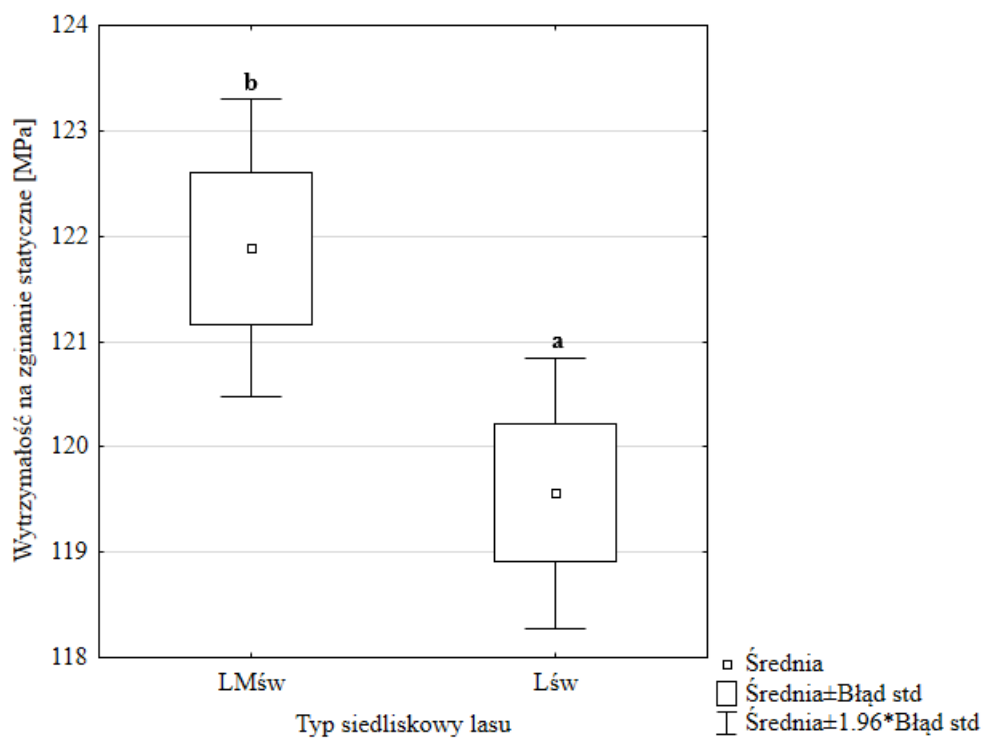
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	13072497	1	13072497	76326,67	< 0,0001 *
Lokalizacja	16976	4	4244	24,78	< 0,0001 *
TSL	1220	1	1220	7,12	0,0078 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	20980	4	5245	30,62	< 0,0001 *
Błąd	151917	887	171		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 285). Również w przypadku TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 286).

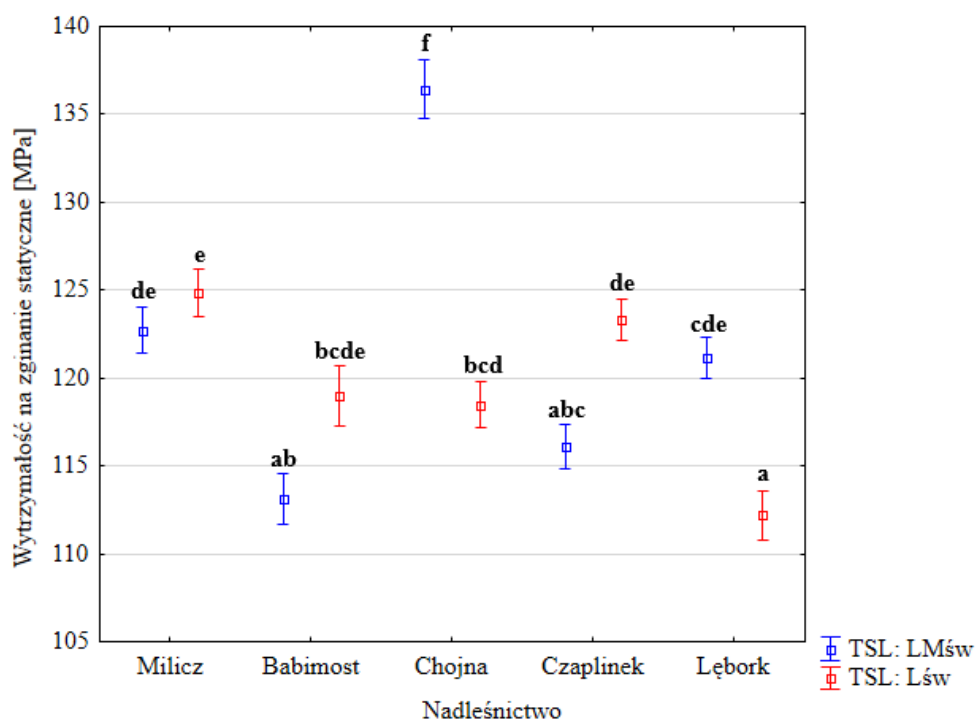


Ryc. 285. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na zginanie statyczne w lokalizacjach

Na rycinie nr 287 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na zginanie statyczne dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 286. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na zginanie statyczne w TSL



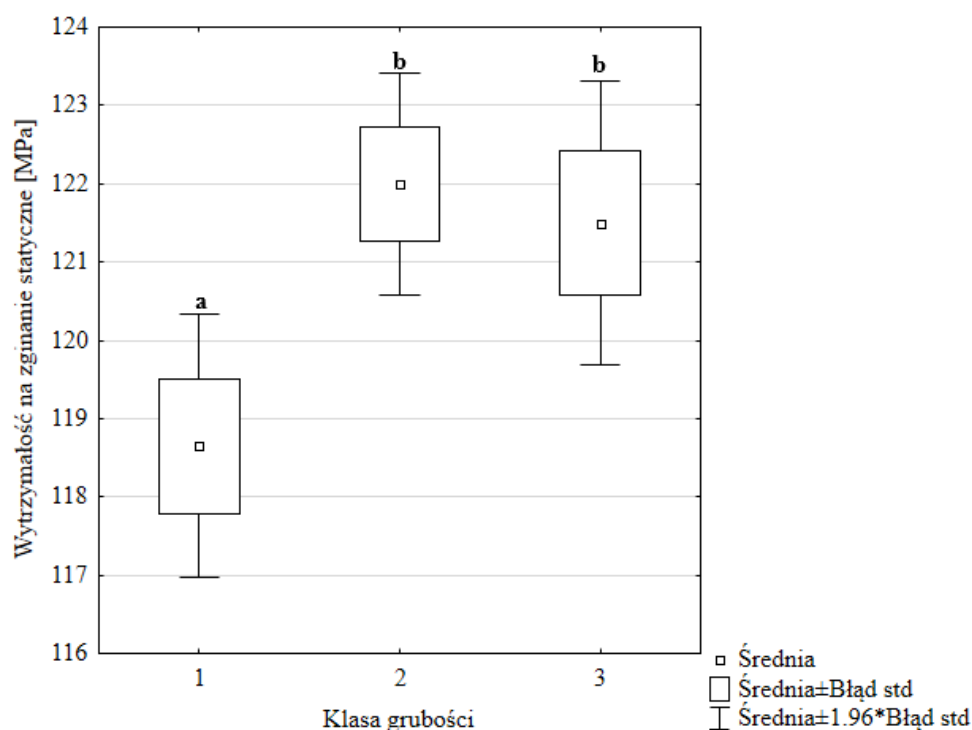
Ryc. 287. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na zginanie statyczne w rozbiu na lokalizację i TSL

Analiza zależności wytrzymałości na zginanie statyczne od lokalizacji powierzchni i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 160). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 160. Analiza wariancji między wytrzymałością na zginanie statyczne a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

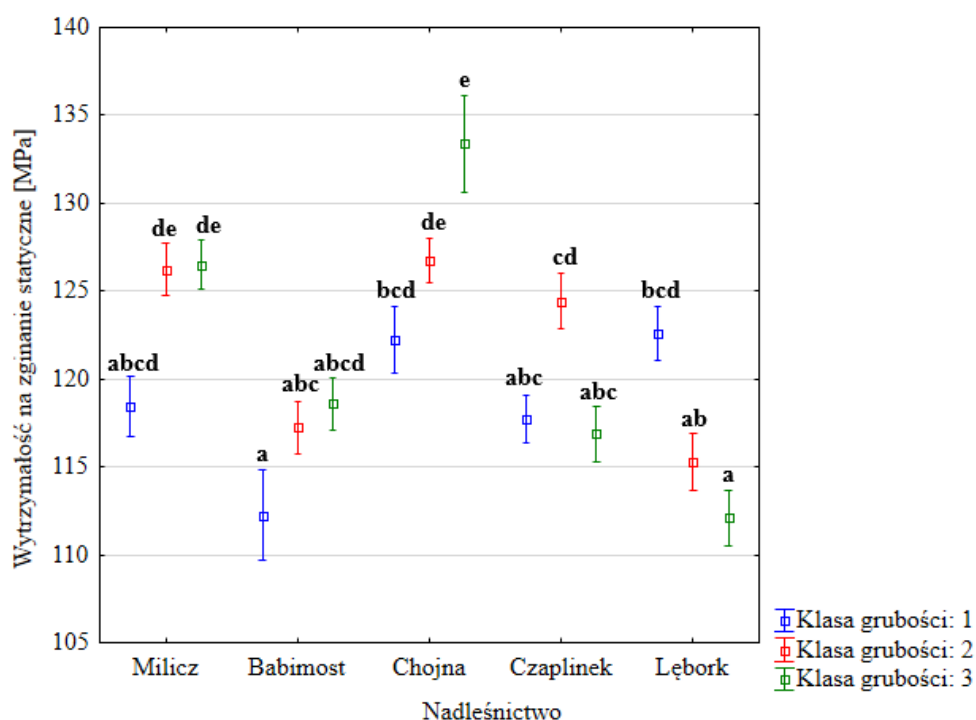
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	13068597	1	13068597	71571,61	< 0,0001 *
Lokalizacja	16898	4	4225	23,14	< 0,0001 *
Gr	1946	2	973	5,33	0,0050 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	11178	8	1397	7,65	< 0,0001 *
Błąd	161049	882	183		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 288).



Ryc. 288. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na zginanie statyczne w Gr

Na rycinie nr 289 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na zginanie statyczne dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 289. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na zginanie statyczne w rozbiciu na lokalizację i Gr

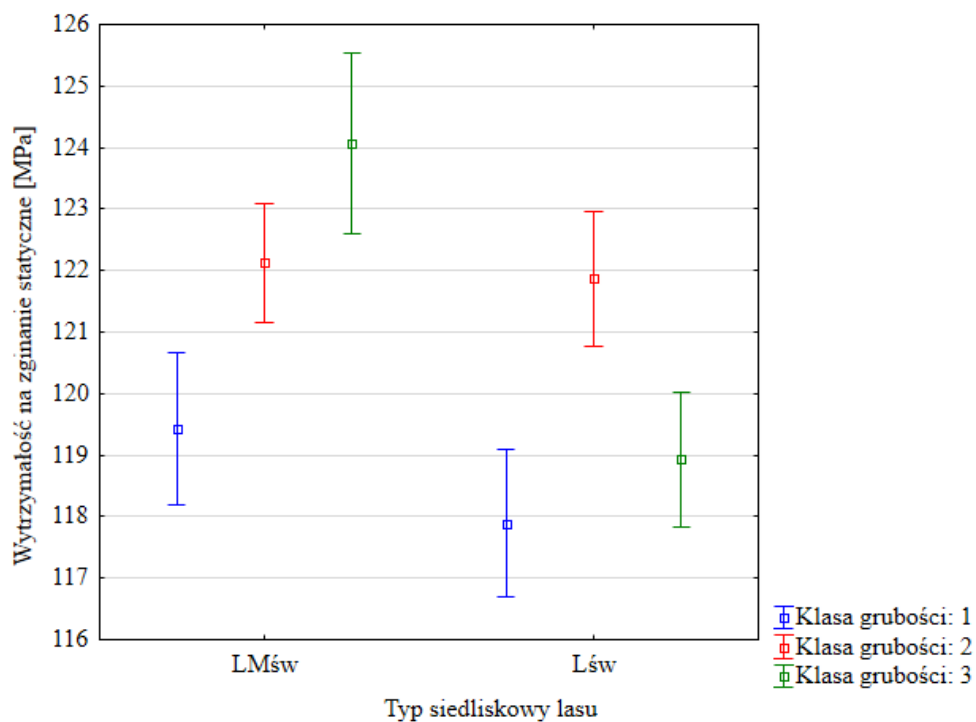
Analiza zależności wytrzymałości na zginanie statyczne od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników na badaną właściwość. Natomiast interakcja między nimi nie jest istotna (tab. 161). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 161. Analiza wariancji między wytrzymałością na zginanie statyczne a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

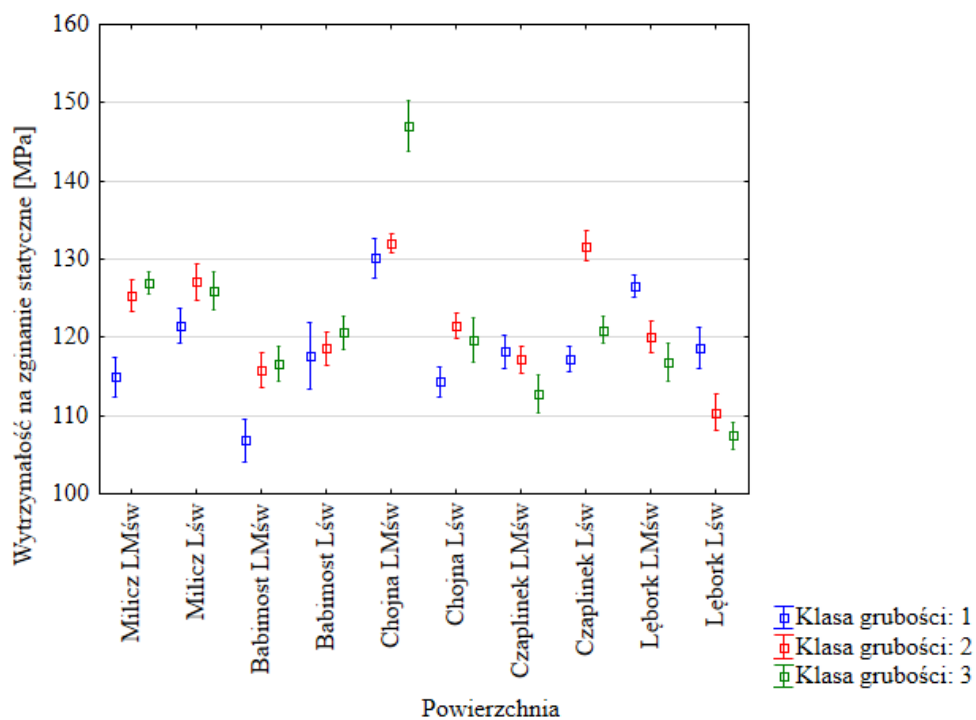
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	13070727	1	13070727	62270,19	< 0,0001 *
TSL	1197	1	1197	5,70	0,0171 *
Gr	1934	2	967	4,61	0,0102 *
TSL*Gr (interakcja)	962	2	481	2,29	0,1018
Błąd	187024	891	210		

Na rycinie nr 290 przedstawiono relację między przeciętną wytrzymałością na zginanie statyczne dla różnych siedlisk w poszczególnych Gr.

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 291, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między wytrzymałością na zginanie statyczne, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 290. Średnie wartości i błędy standardowe wytrzymałości na zginanie statyczne w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 291. Porównanie średnich wartości wytrzymałości na zginanie statyczne i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.4.3. Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym

Tab. 162. Statystyka opisowa modułu sprężystości przy zginaniu statycznym [MPa] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	12078	11960	9749	14380	1409,81	11,67
		2	30	13647	13465	11800	15550	1184,71	8,68
		3	30	13688	13620	10950	15380	983,60	7,19
		Razem	87	13174	13240	9749	15550	1395,73	10,59
	Lśw	1	30	13275	13295	10570	16100	1337,31	10,07
		2	30	13879	14080	10960	14980	984,41	7,09
		3	30	13509	13830	11040	15380	1258,58	9,32
		Razem	90	13554	13765	10570	16100	1215,38	8,97
	Razem		177	13367	13550	9749	16100	1317,24	9,85
Babimost	LMśw	1	30	12089	12190	9597	14780	1502,16	12,43
		2	30	12121	12100	10010	14170	1364,71	11,26
		3	30	12601	12330	10740	14750	1067,17	8,47
		Razem	90	12270	12295	9597	14780	1329,90	10,84
	Lśw	1	30	13306	12655	10230	17050	2412,60	18,13
		2	30	12454	12130	10790	16440	1342,28	10,78
		3	30	12015	12260	9899	13630	1106,69	9,21
		Razem	90	12592	12200	9899	17050	1781,40	14,15
	Razem		180	12431	12220	9597	17050	1575,81	12,68
Chojna	LMśw	1	30	14181	14385	11780	16550	1455,91	10,27
		2	30	14663	14735	12340	16710	773,14	5,27
		3	30	16135	15890	13560	19340	1887,73	11,70
		Razem	90	14993	14800	11780	19340	1656,93	11,05
	Lśw	1	30	12047	12085	10050	14530	1152,35	9,57
		2	30	12654	12655	10980	15390	891,82	7,05
		3	30	12792	13065	11230	14600	891,59	6,97
		Razem	90	12498	12565	10050	15390	1027,94	8,23
	Razem		180	13745	13535	10050	19340	1858,98	13,52
Czaplinek	LMśw	1	30	13049	12965	10810	15440	1455,68	11,16
		2	30	12529	12630	9606	14340	1211,96	9,67
		3	30	12079	11685	8803	14440	1695,57	14,04
		Razem	90	12552	12495	8803	15440	1504,91	11,99
	Lśw	1	30	12299	12500	7268	14620	1554,81	12,64
		2	30	14565	14660	10390	17270	1532,67	10,52
		3	30	13325	13690	7592	15090	1466,91	11,01
		Razem	90	13396	13690	7268	17270	1767,13	13,19
	Razem		180	12974	13070	7268	17270	1690,56	13,03
Lębork	LMśw	1	30	13415	13200	10840	17370	1389,82	10,36
		2	30	12461	12615	9381	15050	1266,28	10,16
		3	30	12665	13085	8548	14550	1789,61	14,13
		Razem	90	12847	12895	8548	17370	1538,08	11,97
	Lśw	1	30	12731	12940	10390	14910	1232,21	9,68
		2	30	11775	12090	9179	13630	1264,83	10,74
		3	30	11431	11625	7799	12880	1041,63	9,11
		Razem	90	11979	11980	7799	14910	1294,52	10,81
	Razem		180	12413	12610	7799	17370	1482,85	11,95
LMśw		447	13167	13230	8548	19340	1769,91	13,44	
Lśw		450	12804	12765	7268	17270	1558,80	12,17	
1		297	12855	12820	7268	17370	1651,42	12,85	
2		300	13075	12980	9179	17270	1536,33	11,75	
3		300	13024	13165	7592	19340	1825,92	14,02	
Razem		897	12985	12960	7268	19340	1676,31	12,91	

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima modułu sprężystości przy zginaniu statycznym oraz odchylenia standardowe

i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 162.

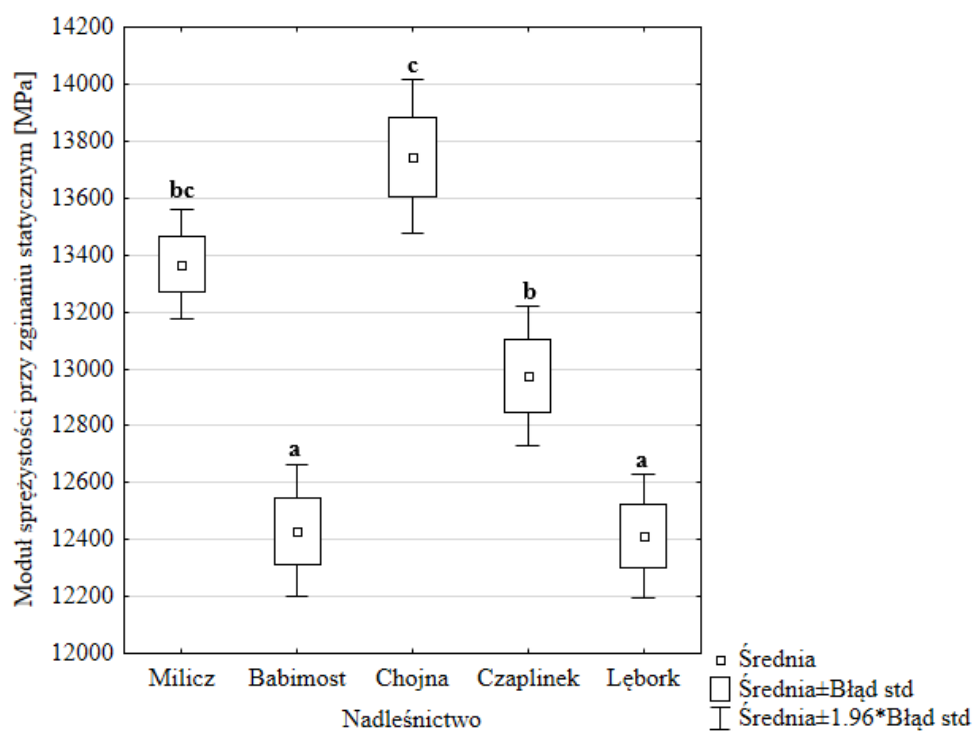
Najwyższą średnią wartość modułu sprężystości przy zginaniu statycznym uzyskano w Chojnie na LMśw w III klasie grubości – 16135 MPa, najniższą w Lęborku na Lśw w III klasie grubości – 11431 MPa. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w III klasie grubości – 15890 MPa, a najniższą dla Lęborka na Lśw w III klasie grubości – 11625 MPa. Dla całego materiału poddanego analizie moduł sprężystości przy zginaniu statycznym wyniósł średnio 12985 MPa, a mediana 12960 MPa. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 13167 MPa. Natomiast w klasach grubości wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym wyniosły: 12855 MPa w I klasie, 13075 MPa w II klasie oraz 13024 MPa w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (7268 MPa), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (19340 MPa). Współczynnik zmienności wyniósł 12,91%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 162).

Analiza zależności modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 163). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

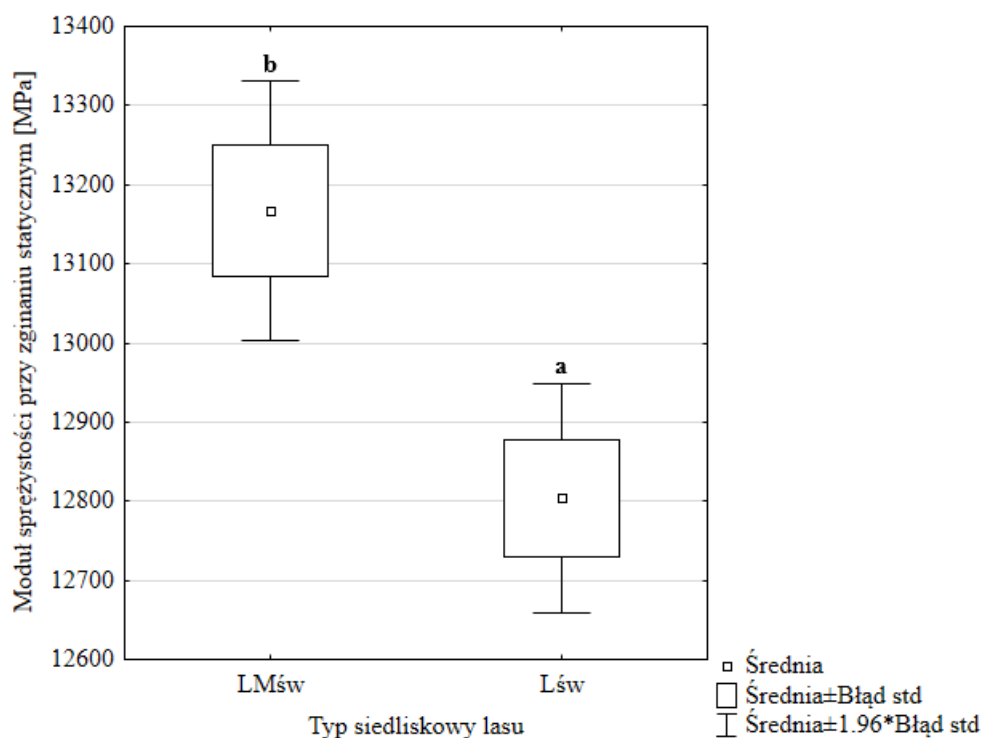
Tab. 163. Analiza wariancji między modulem sprężystości przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,512411E+11	1	1,512411E+11	70001,34	< 0,0001 *
Lokalizacja	2,436875E+08	4	6,092189E+07	28,20	< 0,0001 *
TSL	2,962894E+07	1	2,962894E+07	13,71	0,0002 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	3,271823E+08	4	8,179557E+07	37,86	< 0,0001 *
Błąd	1,916404E+09	887	2,160546E+06		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 292). W przypadku TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 293).

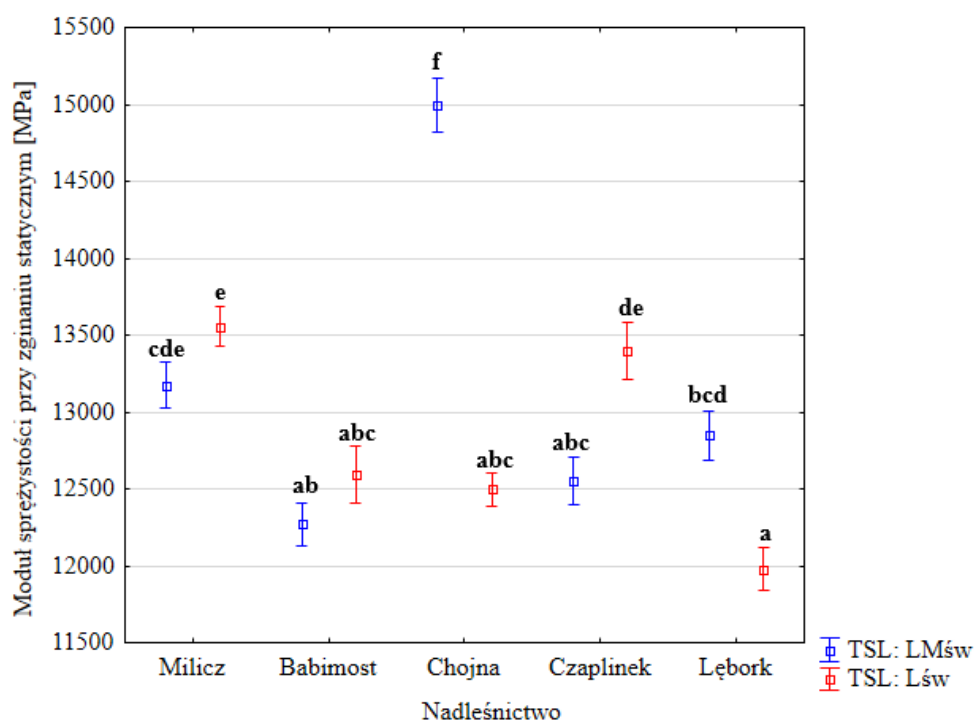


Ryc. 292. Porównanie średnich wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w lokalizacjach



Ryc. 293. Porównanie średnich wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w TSL

Na rycinie nr 294 przedstawiono relację między przeciętnym modułem sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.



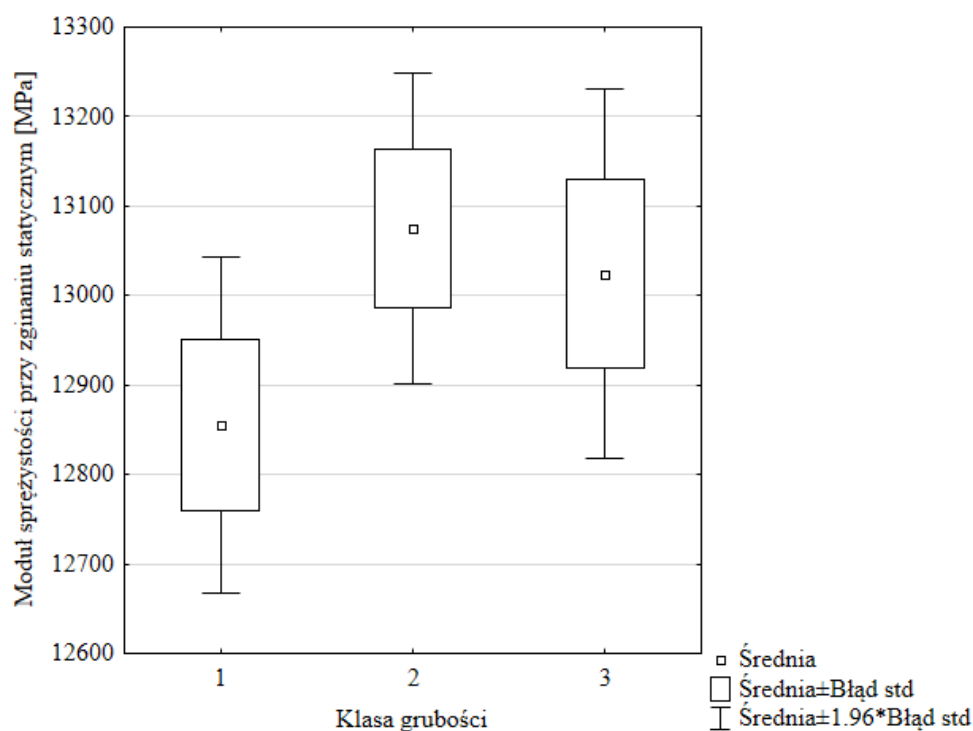
Ryc. 294. Średnie wartości i błędy standardowe modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiciu na lokalizację i TSL

Analiza zależności modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i Gr wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 164). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

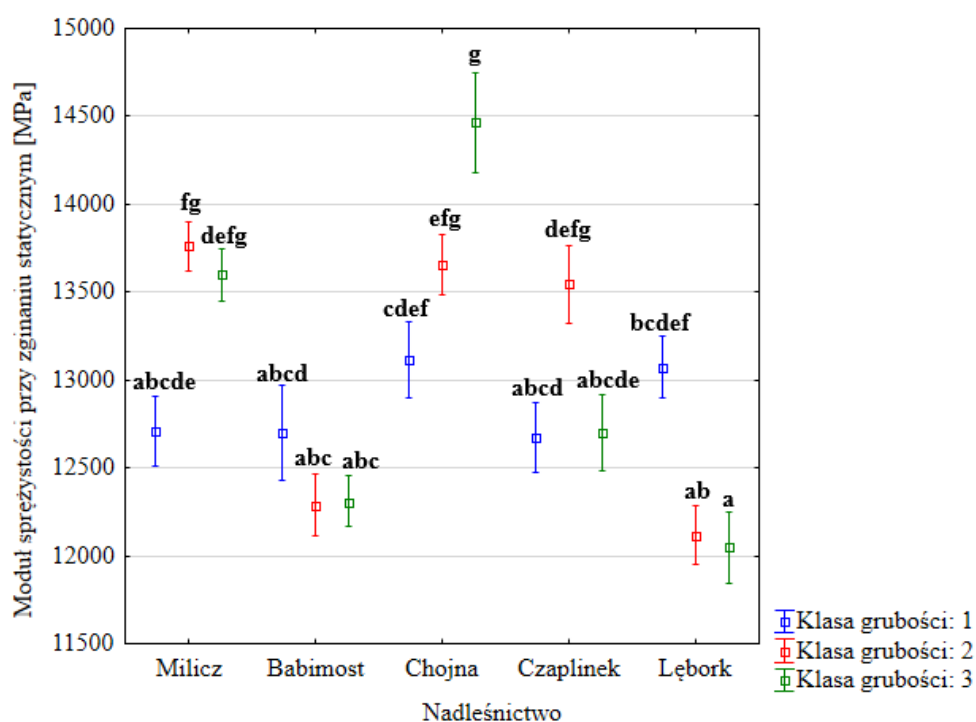
Tab. 164. Analiza wariancji między modułem sprężystości przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,511958E+11	1	1,511958E+11	63334,57	< 0,0001 *
Lokalizacja	2,426434E+08	4	6,066085E+07	25,41	< 0,0001 *
Gr	8,021625E+06	2	4,010813E+06	1,68	0,1870
Lokalizacja*Gr (interakcja)	1,604559E+08	8	2,005698E+07	8,40	< 0,0001 *
Błąd	2,105559E+09	882	2,387255E+06		

W wyniku braku istotnego wpływu Gr nie otrzymano grup jednorodnych (ryc. 295).



Ryc. 295. Porównanie średnich wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w Gr



Ryc. 296. Średnie wartości i błędy standardowe modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiu na lokalizację i Gr

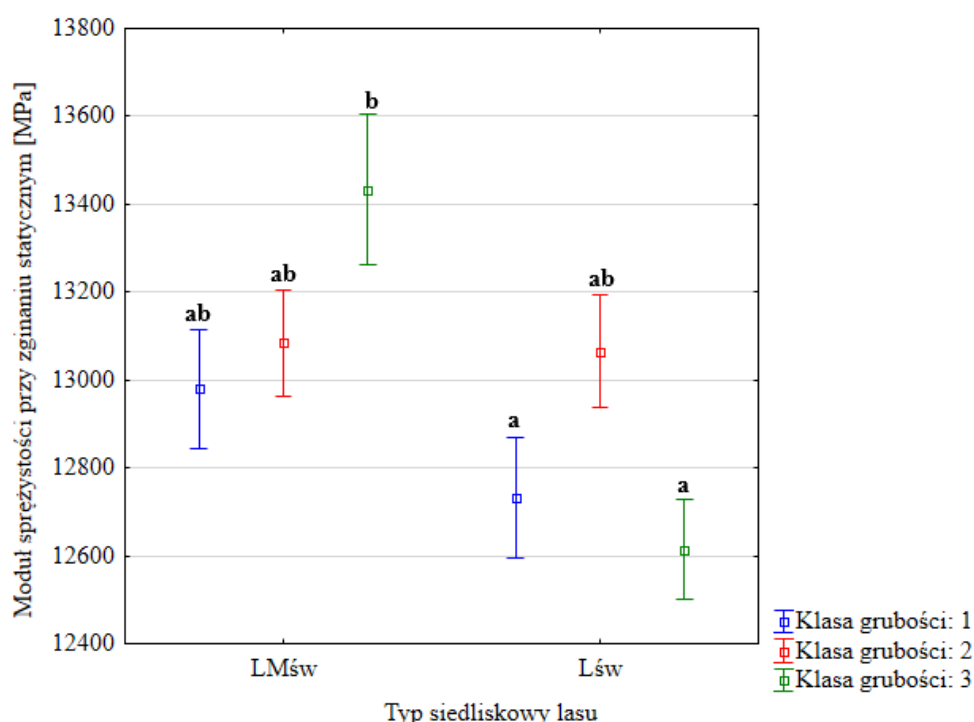
Na rycinie nr 296 przedstawiono relację między przeciętnym modułem sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od TSL i Gr wykazała istotny wpływ TSL i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast Gr nie jest istotna (tab. 165). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 165. Analiza wariancji między modułem sprężystości przy zginaniu statycznym a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	1,512331E+11	1	1,512331E+11	54889,70	< 0,0001 *
TSL	2,942002E+07	1	2,942002E+07	10,68	0,0011 *
Gr	7,812306E+06	2	3,906153E+06	1,42	0,2428
TSL*Gr (interakcja)	2,546717E+07	2	1,273358E+07	4,62	0,0101 *
Błąd	2,454900E+09	891	2,755219E+06		

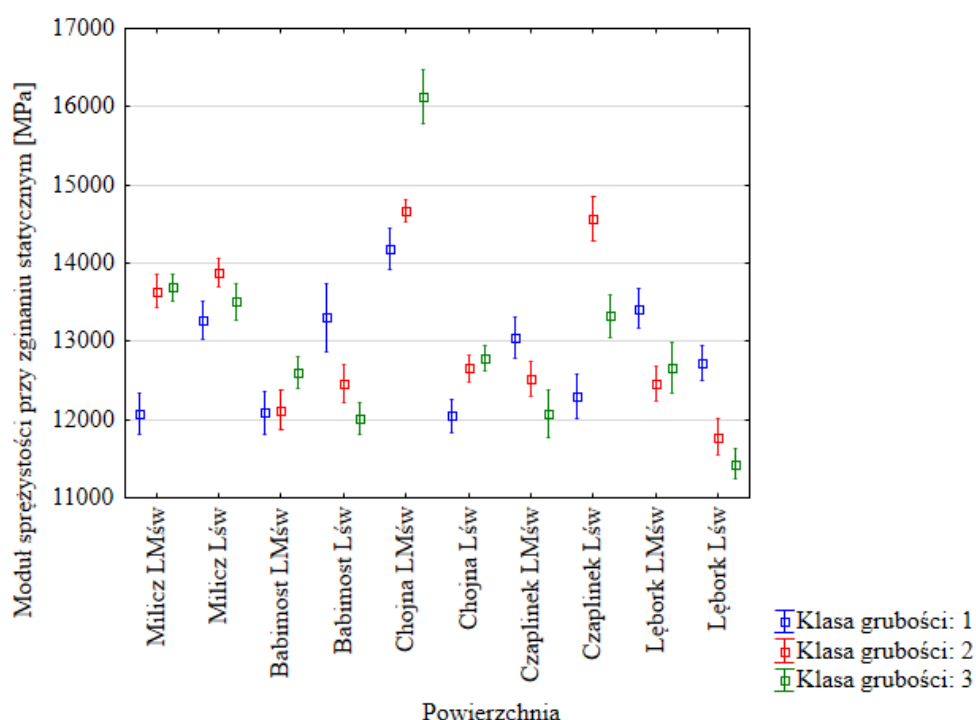
Na rycinie nr 297 przedstawiono relację między przeciętnym modułem sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych Gr oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 297. Średnie wartości i błędy standardowe modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiciu na TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 298, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe

grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między modułem sprężystości przy zginaniu statycznym, TSL i Gr ma podobny charakter.



Ryc. 298. Porównanie średnich wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

5.4.4. Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 166.

Najwyższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien uzyskano w Czaplunku na Lśw w II klasie grubości – 11,19 km, najniższą w Miliczu na LMśw w I klasie grubości – 10,11 km. Najwyższą medianę oznaczono dla Czaplunku na Lśw w II klasie grubości – 11,33 km, a najniższą dla Milicza na LMśw w I klasie grubości – 9,99 km. Dla całego materiału poddanego analizie współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien wyniósł średnio 10,62 km, a mediana 10,64 km. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska Lśw – 10,74 km. Natomiast w klasach grubości wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien wyniosły: 10,60 km w I klasie, 10,74 km w II klasie oraz 10,53 km w III klasie. Najniższą wartość zanotowano

w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (8,57 km), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (12,35 km). Współczynnik zmienności wyniósł 5,95%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 166).

Tab. 166. Statystyka opisowa współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien [km] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

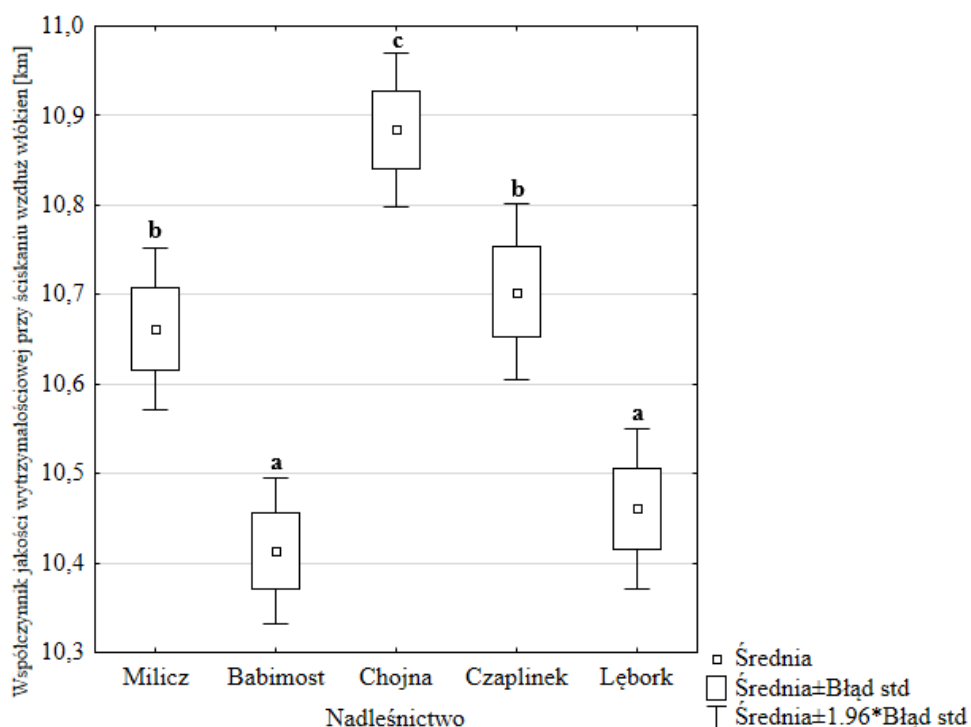
Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	10,11	9,99	9,23	11,71	0,65	6,46
		2	30	10,64	10,61	9,42	11,78	0,53	4,97
		3	30	10,51	10,54	9,30	11,64	0,61	5,84
		Razem	87	10,43	10,38	9,23	11,78	0,63	6,07
	Lśw	1	30	10,80	10,76	9,99	11,51	0,38	3,49
		2	30	11,17	11,24	10,00	11,77	0,48	4,32
		3	30	10,69	10,86	9,39	11,47	0,52	4,90
		Razem	90	10,89	10,96	9,39	11,77	0,50	4,63
	Razem		177	10,66	10,71	9,23	11,78	0,61	5,75
Babimost	LMśw	1	30	10,49	10,50	9,03	11,56	0,71	6,77
		2	30	10,26	10,28	9,17	11,25	0,45	4,40
		3	30	10,22	10,28	8,93	11,26	0,60	5,87
		Razem	90	10,32	10,36	8,93	11,56	0,60	5,83
	Lśw	1	30	10,87	10,78	10,09	11,74	0,47	4,30
		2	30	10,36	10,34	9,33	11,56	0,44	4,23
		3	30	10,29	10,35	9,06	11,03	0,42	4,07
		Razem	90	10,50	10,50	9,06	11,74	0,51	4,84
	Razem		180	10,41	10,40	8,93	11,74	0,56	5,40
Chojna	LMśw	1	30	10,45	10,22	9,65	11,86	0,51	4,91
		2	30	11,08	11,22	9,89	12,26	0,64	5,80
		3	30	10,90	10,76	9,33	12,35	0,81	7,40
		Razem	90	10,81	10,67	9,33	12,35	0,71	6,56
	Lśw	1	30	10,82	10,77	9,72	11,93	0,47	4,33
		2	30	11,18	11,24	10,60	11,85	0,31	2,78
		3	30	10,88	10,92	10,19	11,45	0,38	3,48
		Razem	90	10,96	11,00	9,72	11,93	0,42	3,81
	Razem		180	10,88	10,89	9,33	12,35	0,59	5,38
Czaplinek	LMśw	1	30	10,49	10,49	9,40	11,52	0,48	4,55
		2	30	10,73	10,83	9,67	11,65	0,51	4,76
		3	30	10,31	10,29	8,74	12,14	0,75	7,31
		Razem	90	10,51	10,53	8,74	12,14	0,61	5,82
	Lśw	1	30	10,77	10,86	8,57	11,72	0,73	6,77
		2	30	11,19	11,33	9,76	12,08	0,58	5,19
		3	30	10,73	10,89	8,88	11,65	0,65	6,02
		Razem	90	10,90	11,03	8,57	12,08	0,68	6,24
	Razem		180	10,70	10,76	8,57	12,14	0,67	6,30
Lębork	LMśw	1	30	10,48	10,46	9,04	11,61	0,56	5,34
		2	30	10,46	10,57	8,94	11,40	0,62	5,88
		3	30	10,53	10,74	9,09	11,46	0,67	6,39
		Razem	90	10,49	10,57	8,94	11,61	0,61	5,83
	Lśw	1	30	10,68	10,78	9,52	11,61	0,64	6,01
		2	30	10,36	10,25	8,89	11,35	0,63	6,10
		3	30	10,27	10,27	9,33	11,09	0,49	4,73
		Razem	90	10,43	10,47	8,89	11,61	0,61	5,85
	Razem		180	10,46	10,55	8,89	11,61	0,61	5,83
LMśw		447	10,51	10,50	8,74	12,35	0,65	6,21	
Lśw		450	10,74	10,77	8,57	12,08	0,59	5,51	
1		297	10,60	10,65	8,57	11,93	0,60	5,68	
2		300	10,74	10,76	8,89	12,26	0,63	5,90	
3		300	10,53	10,54	8,74	12,35	0,64	6,11	
Razem		897	10,62	10,64	8,57	12,35	0,63	5,95	

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 167). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

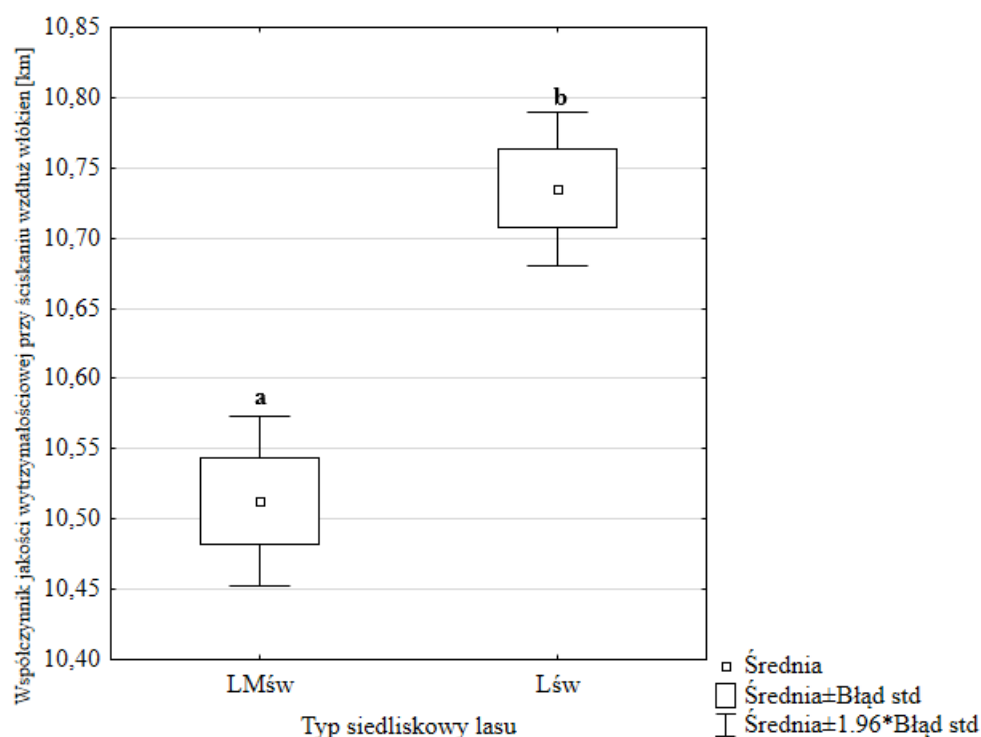
Tab. 167. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	101231,1	1	101231,1	286398,4	< 0,0001 *
Lokalizacja	26,3	4	6,6	18,6	< 0,0001 *
TSL	11,1	1	11,1	31,5	< 0,0001 *
Lokalizacja * TSL (interakcja)	7,5	4	1,9	5,3	0,0003 *
Błąd	313,5	887	0,4		

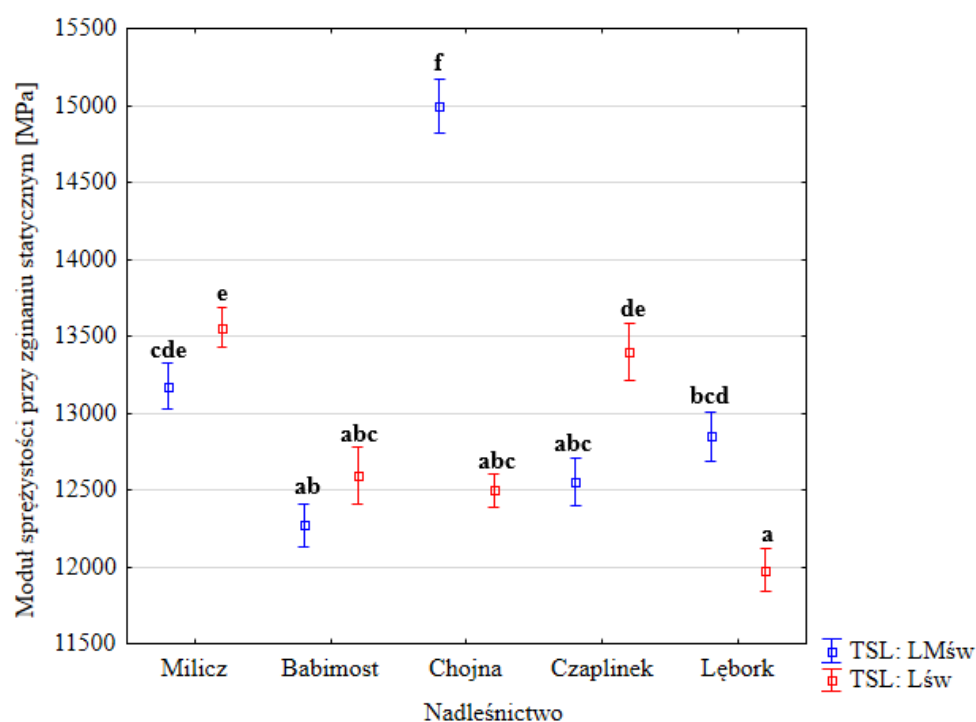
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 299). W przypadku TSL wykazano 2 grupy jednorodne (ryc. 300).



Ryc. 299. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w lokalizacjach



Ryc. 300. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w TSL



Ryc. 301. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w rozbiu na lokalizację i TSL

Na rycinie nr 301 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien dla różnych siedlisk

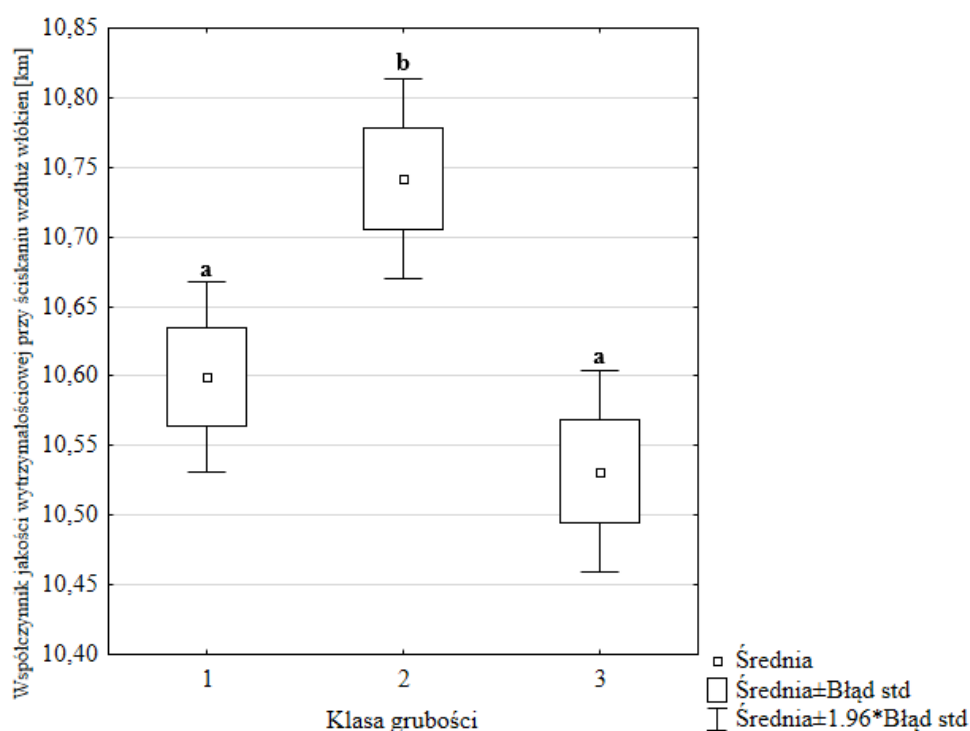
w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien od lokalizacji powierzchni i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 168). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

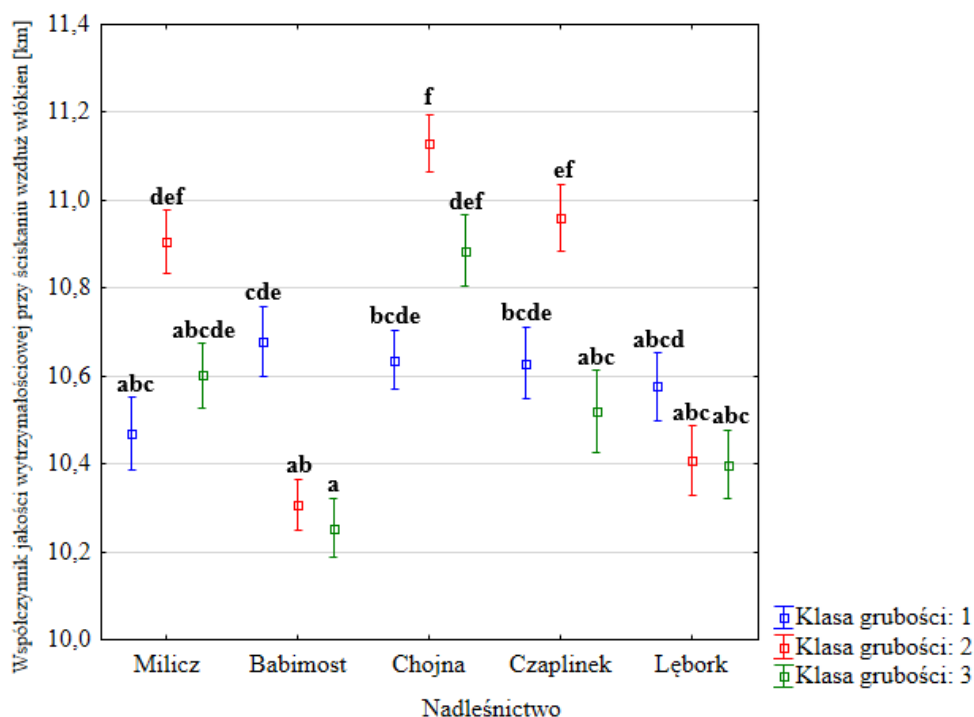
Tab. 168. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	101227,5	1	101227,5	292770,8	< 0,0001 *
Lokalizacja	26,3	4	6,6	19,0	< 0,0001 *
Gr	6,9	2	3,5	10,0	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	20,2	8	2,5	7,3	< 0,0001 *
Błąd	305,0	882	0,3		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 302).



Ryc. 302. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w Gr



Ryc. 303. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w rozbiciu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 303 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey’a.

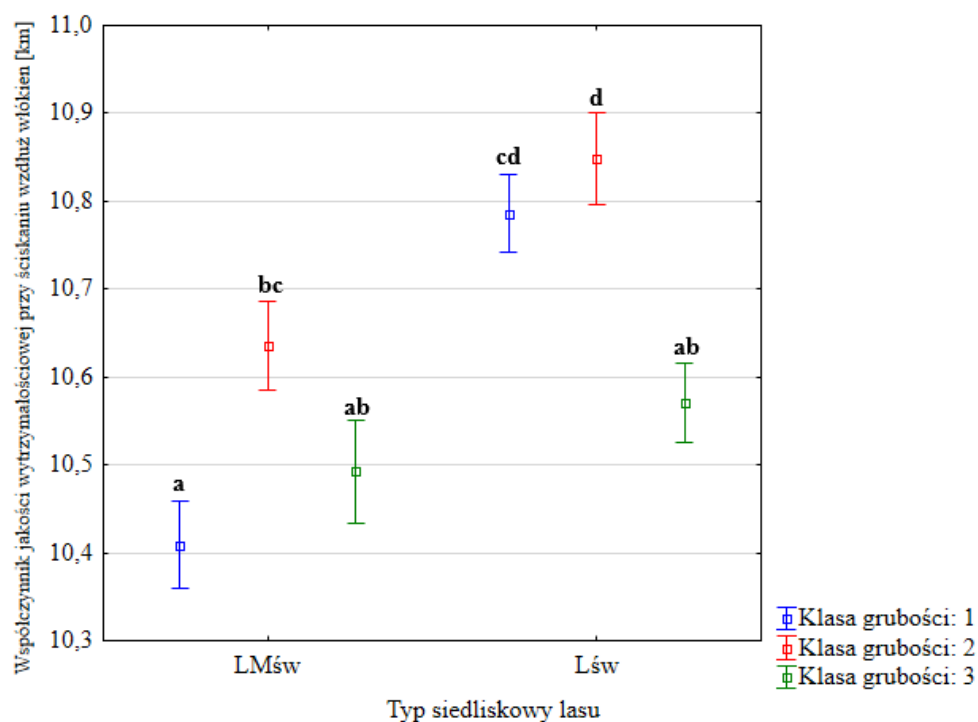
Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien od TSL i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 169). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 169. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

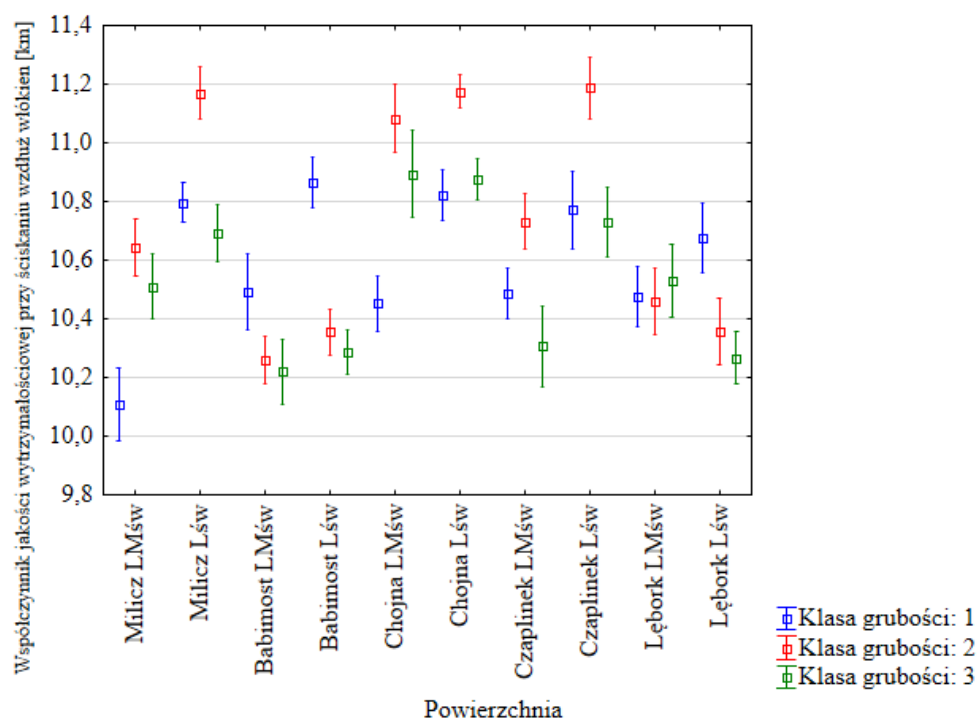
Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	101234,5	1	101234,5	267649,9	< 0,0001 *
TSL	11,2	1	11,2	29,5	< 0,0001 *
Gr	7,0	2	3,5	9,2	0,0001 *
TSL*Gr (interakcja)	3,3	2	1,7	4,4	0,0124 *
Błąd	337,0	891	0,4		

Na rycinie nr 304 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien dla różnych siedlisk

w poszczególnych Gr oraz wyniki grupowania TSL powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.



Ryc. 304. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 305. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 305, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.4.5. Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizacje, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 171.

Najwyższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym uzyskano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości – 20,22 km, najniższą w Babimocie na LMśw w I klasie grubości – 17,13 km. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w II klasie grubości – 20,13 km, a najniższą dla Babimostu na LMśw w I klasie grubości – 17,11 km. Dla całego materiału poddanego analizie współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym wyniósł średnio 18,71 km, a mediana 18,75 km. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 18,72 km. Natomiast w klasach grubości wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym wyniosły: 18,43 km w I klasie, 19,08 km w II klasie oraz 18,63 km w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Lęborku na Lśw w I klasie grubości (12,07 km), natomiast najwyższą w Chojnie na Lśw w III klasie grubości (33,30 km). Współczynnik zmienności wyniósł 8,48%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 171).

Tab. 170. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	314151,2	1	314151,2	141123,2	< 0,0001 *
Lokalizacja	260,9	4	65,2	29,3	< 0,0001 *
TSL	0,1	1	0,1	0,0	0,8371
Lokalizacja * TSL (interakcja)	19,8	4	5,0	2,2	0,0643
Błąd	1974,5	887	2,2		

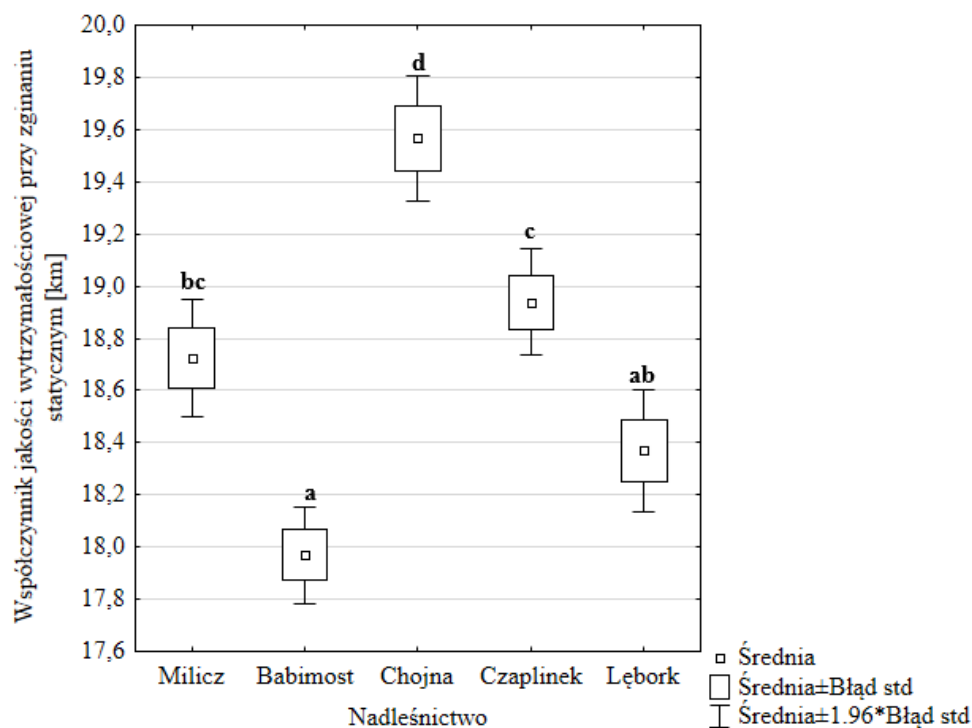
Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji na

badaną właściwość. Natomiast TSL i interakcji między czynnikami nie są istotne (tab. 170). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

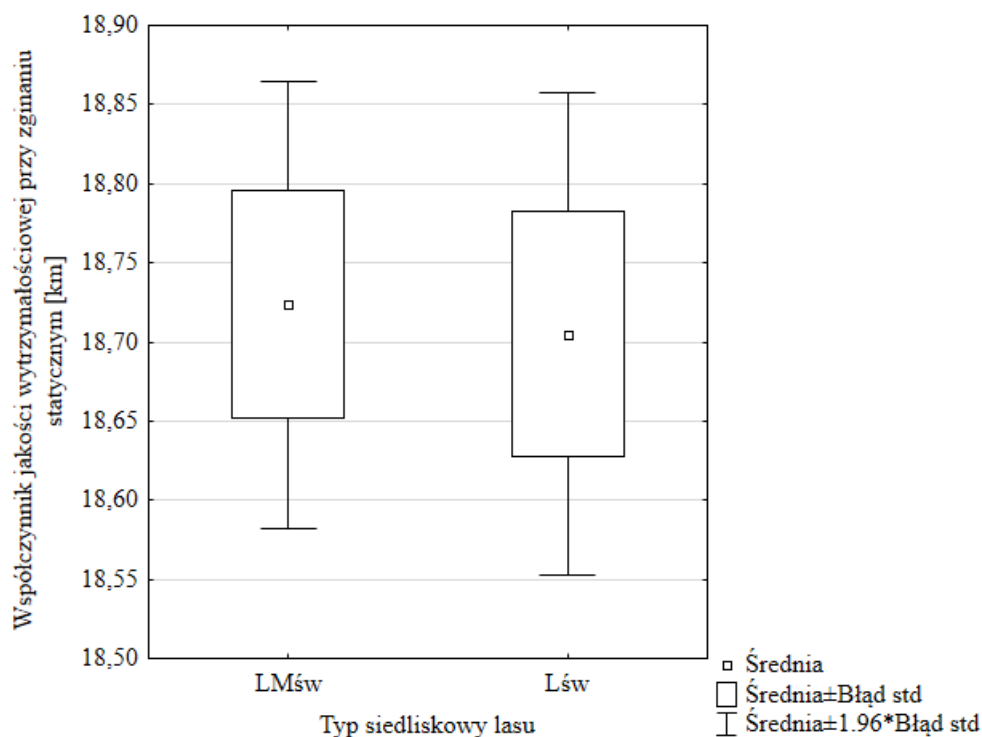
Tab. 171. Statystyka opisowa współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym [km] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	18,62	18,49	15,80	22,39	1,91	10,27
		2	30	19,62	19,41	18,24	23,22	1,00	5,11
		3	30	18,78	18,99	15,97	20,68	1,14	6,08
		Razem	87	19,02	19,04	15,80	23,22	1,44	7,59
	Lśw	1	30	18,39	18,46	15,04	21,16	1,29	7,02
		2	30	19,05	19,19	15,36	21,81	1,67	8,74
		3	30	17,88	17,66	15,35	21,62	1,56	8,72
		Razem	90	18,44	18,49	15,04	21,81	1,57	8,53
	Razem		177	18,73	18,82	15,04	23,22	1,53	8,19
Babimost	LMśw	1	30	17,13	17,11	15,26	19,44	1,14	6,65
		2	30	18,22	18,52	15,98	19,64	1,00	5,51
		3	30	18,09	18,46	15,66	20,57	1,38	7,62
		Razem	90	17,81	17,93	15,26	20,57	1,27	7,12
	Lśw	1	30	18,05	17,84	14,08	20,62	1,53	8,46
		2	30	17,93	18,33	15,00	20,02	1,25	6,97
		3	30	18,40	18,40	16,39	20,07	0,94	5,12
		Razem	90	18,13	18,32	14,08	20,62	1,26	6,97
	Razem		180	17,97	18,17	14,08	20,62	1,27	7,08
Chojna	LMśw	1	30	18,63	18,52	16,88	20,30	0,92	4,93
		2	30	20,22	20,13	18,95	21,89	0,68	3,34
		3	30	19,78	19,82	17,55	23,40	1,66	8,37
		Razem	90	19,55	19,68	16,88	23,40	1,33	6,81
	Lśw	1	30	19,07	18,62	16,62	21,94	1,40	7,36
		2	30	19,76	19,82	16,23	22,46	1,25	6,31
		3	30	19,93	19,38	17,71	33,30	2,70	13,53
		Razem	90	19,59	19,44	16,23	33,30	1,91	9,76
	Razem		180	19,57	19,63	16,23	33,30	1,64	8,40
Czaplinek	LMśw	1	30	18,88	18,64	17,13	21,53	1,18	6,22
		2	30	18,92	19,02	15,97	21,70	1,27	6,72
		3	30	18,86	18,74	15,21	21,56	1,54	8,18
		Razem	90	18,89	18,84	15,21	21,70	1,32	7,01
	Lśw	1	30	18,77	19,13	14,50	20,62	1,37	7,28
		2	30	19,71	19,53	16,76	21,68	1,15	5,81
		3	30	18,49	18,63	12,73	20,75	1,57	8,51
		Razem	90	18,99	19,17	12,73	21,68	1,46	7,67
	Razem		180	18,94	19,03	12,73	21,70	1,39	7,33
Lębork	LMśw	1	30	18,34	18,32	15,69	20,93	1,09	5,94
		2	30	18,74	18,85	16,39	21,38	1,42	7,60
		3	30	18,01	18,32	12,79	21,87	2,18	12,11
		Razem	90	18,36	18,41	12,79	21,87	1,64	8,92
	Lśw	1	30	18,38	18,23	12,07	21,25	1,95	10,61
		2	30	18,62	18,73	15,68	22,00	1,58	8,49
		3	30	18,14	18,18	15,62	20,29	1,14	6,27
		Razem	90	18,38	18,26	12,07	22,00	1,59	8,63
	Razem		180	18,37	18,33	12,07	22,00	1,61	8,75
LMśw		447	18,72	18,80	12,79	23,40	1,52	8,12	
Lśw		450	18,71	18,68	12,07	33,30	1,65	8,83	
1		297	18,43	18,44	12,07	22,39	1,48	8,03	
2		300	19,08	19,16	15,00	23,22	1,42	7,46	
3		300	18,63	18,64	12,73	33,30	1,77	9,49	
Razem		897	18,71	18,75	12,07	33,30	1,59	8,48	

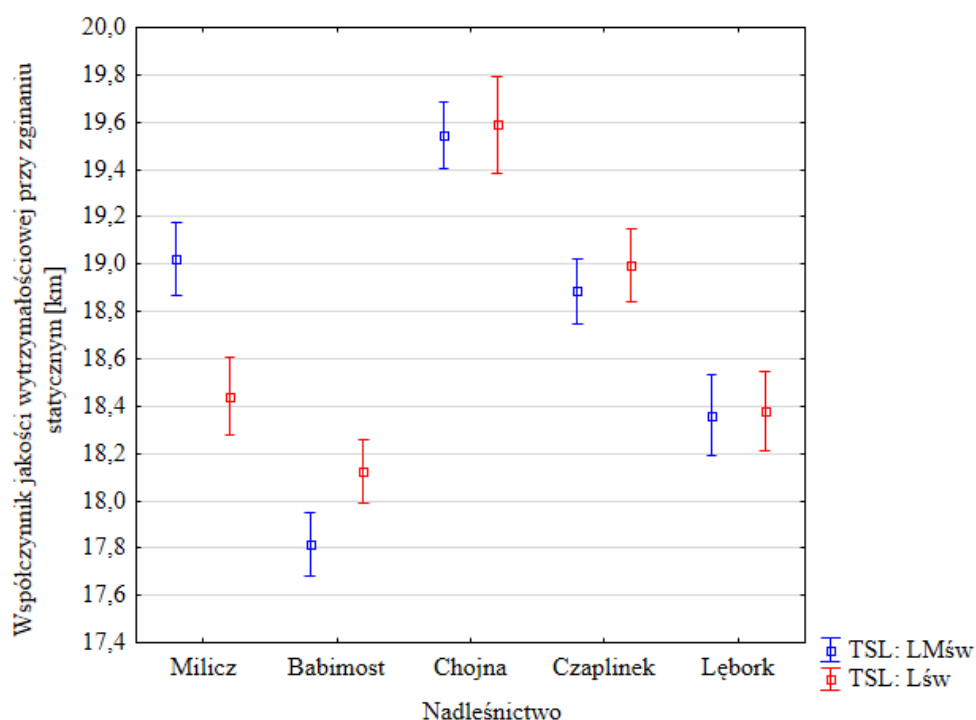
W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 4 grupy jednorodne (ryc. 306). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 307).



Ryc. 306. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w lokalizacjach



Ryc. 307. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w TSL



Ryc. 308. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w rozbiciu na lokalizację i TSL

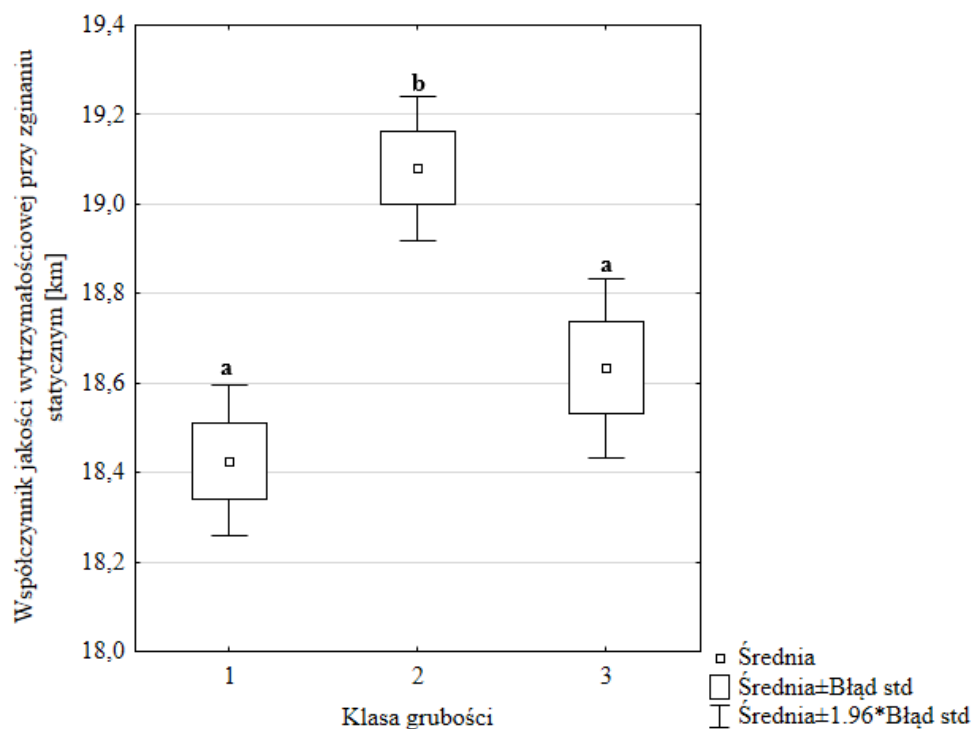
Na rycinie nr 308 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach.

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 172). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

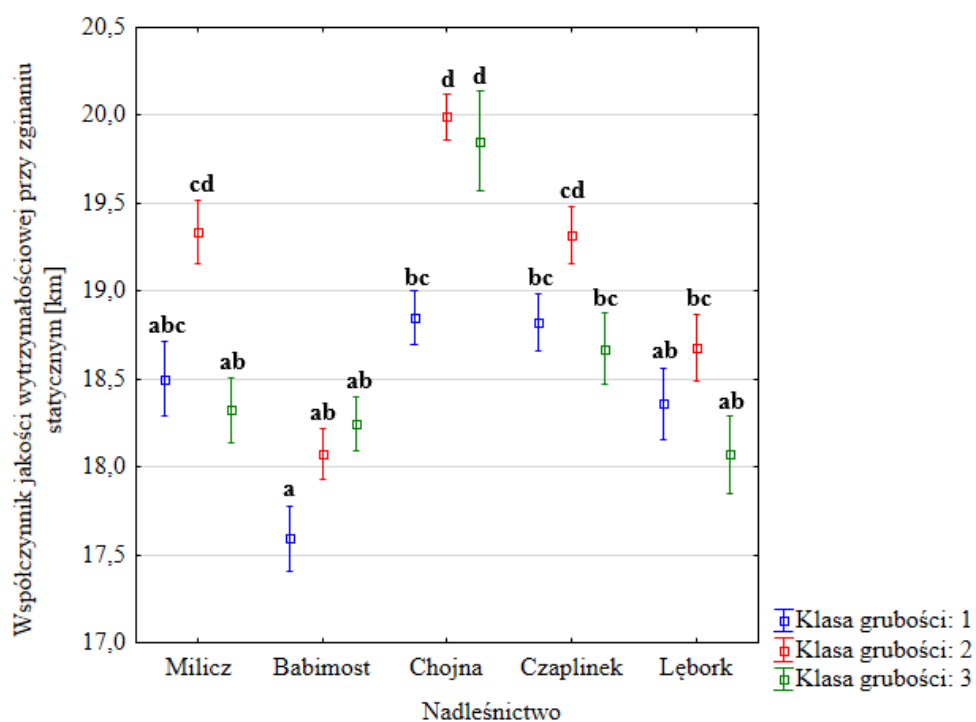
Tab. 172. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	314074,1	1	314074,1	147778,4	< 0,0001 *
Lokalizacja	260,9	4	65,2	30,7	< 0,0001 *
Gr	66,7	2	33,4	15,7	< 0,0001 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	53,1	8	6,6	3,1	0,0017 *
Błąd	1874,5	882	2,1		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 309).



Ryc. 309. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w Gr



Ryc. 310. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w rozbiu na lokalizację i Gr

Na rycinie nr 310 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym dla różnych Gr i nadleśnictw oraz

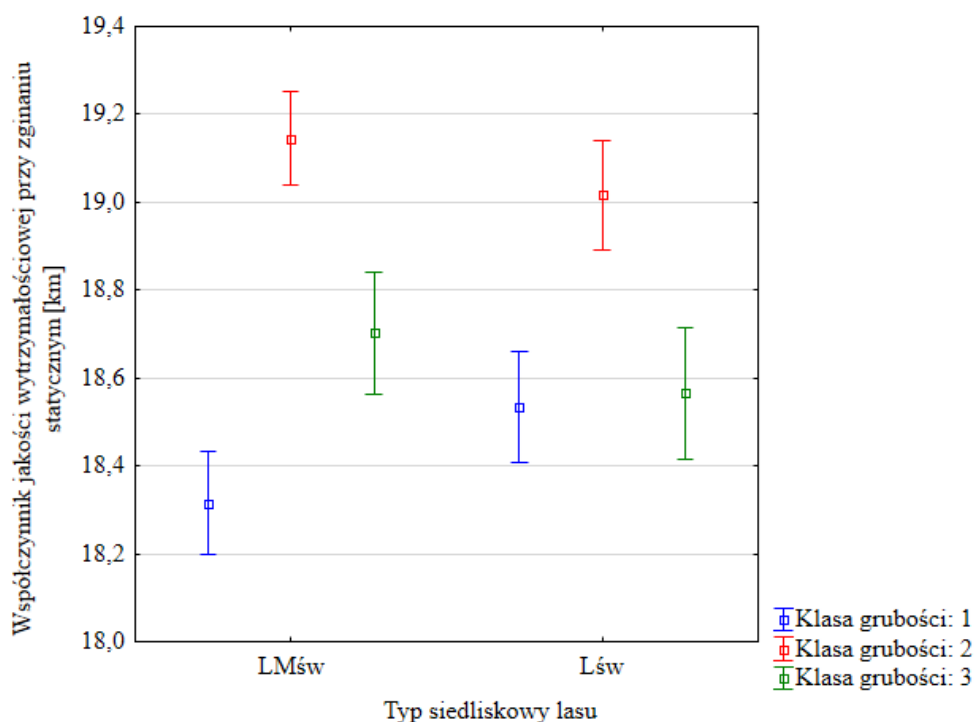
wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr na badaną właściwość. Natomiast TSL i interakcja między czynnikami nie są istotne (tab. 173). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

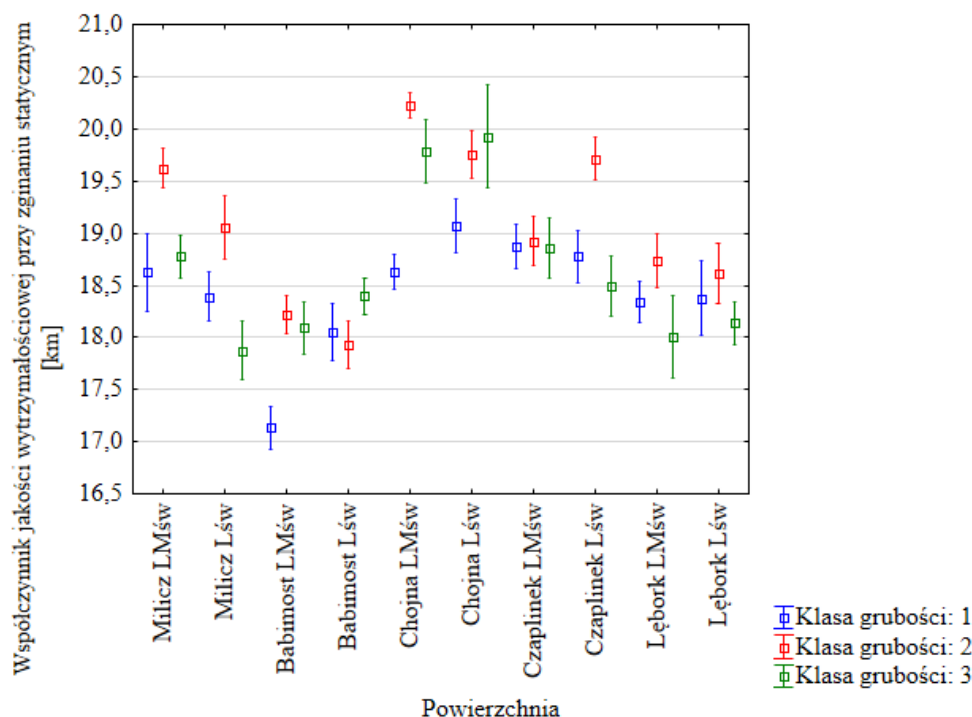
Tab. 173. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	314086,9	1	314086,9	128239,0	< 0,0001 *
TSL	0,1	1	0,1	0,0	0,8800
Gr	67,1	2	33,5	13,7	< 0,0001 *
TSL*Gr (interakcja)	6,1	2	3,1	1,3	0,2866
Błąd	2182,3	891	2,4		

Na rycinie nr 311 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych Gr.



Ryc. 311. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w rozbiciu na TSL i Gr



Ryc. 312. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 312, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym, TSL i Gr ma podobny charakter.

5.4.6. Współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym

Wartości liczebności grup, średniej arytmetycznej, mediany, minima i maksima współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym oraz odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy w rozbiciu na lokalizację, TSL oraz Gr przedstawiono w tab. 174.

Najwyższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym uzyskano w Chojnie na LMśw w II klasie grubości – 2245,69 km, najniższą w Babimostie na Lśw w III klasie grubości – 1833,32 km. Najwyższą medianę oznaczono dla Chojny na LMśw w II klasie grubości – 2251,00 km, a najniższą dla Babimostu na Lśw w III klasie grubości – 1829,41 km. Dla całego materiału poddanego analizie współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu

Tab. 174. Statystyka opisowa współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym [km] z uwzględnieniem lokalizacji, TSL i Gr

Nadleśnictwo	TSL	Gr	N	M	Me	Min	Max	SD	CV
Milicz	LMśw	1	27	1959,10	2031,46	1548,91	2289,89	225,80	11,53
		2	30	2135,34	2148,52	1810,23	2246,04	86,10	4,03
		3	30	2024,10	2006,99	1595,40	2366,72	153,54	7,59
		Razem	87	2042,29	2081,35	1548,91	2366,72	176,55	8,64
	Lśw	1	30	2009,75	2048,98	1691,28	2281,77	149,80	7,45
		2	30	2082,57	2107,91	1666,40	2272,08	142,47	6,84
		3	30	1918,69	1947,55	1544,87	2234,66	167,72	8,74
		Razem	90	2003,67	2046,10	1544,87	2281,77	166,24	8,30
	Razem		177	2022,65	2056,57	1544,87	2366,72	171,99	8,50
Babimost	LMśw	1	30	1940,26	1944,23	1759,65	2214,19	103,88	5,35
		2	30	1907,11	1865,85	1680,54	2194,51	138,86	7,28
		3	30	1957,33	1981,95	1697,53	2292,30	128,94	6,59
		Razem	90	1934,90	1949,21	1680,54	2292,30	125,13	6,47
	Lśw	1	30	2043,47	2022,68	1795,30	2290,04	120,79	5,91
		2	30	1882,58	1876,92	1610,23	2266,21	154,51	8,21
		3	30	1833,32	1829,41	1599,54	2056,66	102,87	5,61
		Razem	90	1919,79	1902,46	1599,54	2290,04	155,32	8,09
	Razem		180	1927,35	1930,62	1599,54	2292,30	140,84	7,31
Chojna	LMśw	1	30	2030,13	2028,93	1877,44	2223,78	89,70	4,42
		2	30	2245,69	2251,00	2052,54	2353,57	71,47	3,18
		3	30	2170,05	2162,49	1857,25	2487,89	173,66	8,00
		Razem	90	2148,62	2158,76	1857,25	2487,89	148,92	6,93
	Lśw	1	30	2010,78	2017,82	1692,25	2283,69	162,36	8,07
		2	30	2057,52	2053,85	1820,69	2330,39	107,18	5,21
		3	30	2128,29	2113,37	1880,70	2347,43	108,13	5,08
		Razem	90	2065,53	2089,47	1692,25	2347,43	136,02	6,59
	Razem		180	2107,08	2104,55	1692,25	2487,89	148,19	7,03
Czaplinek	LMśw	1	30	2081,01	2072,23	1861,46	2342,55	125,54	6,03
		2	30	2026,02	2094,61	1599,84	2291,54	203,65	10,05
		3	30	2017,78	1994,49	1513,86	2351,77	208,19	10,32
		Razem	90	2041,61	2055,77	1513,86	2351,77	183,22	8,97
	Lśw	1	30	1976,04	1996,05	1016,41	2278,12	284,01	14,37
		2	30	2177,66	2212,56	1653,69	2423,86	165,78	7,61
		3	30	2039,69	2125,69	1048,56	2337,12	256,46	12,57
		Razem	90	2064,46	2149,87	1016,41	2423,86	252,64	12,24
	Razem		180	2053,03	2114,28	1016,41	2423,86	220,36	10,73
Lębork	LMśw	1	30	1944,49	1980,46	1460,75	2378,94	186,59	9,60
		2	30	1946,83	2006,43	1458,96	2267,60	209,40	10,76
		3	30	1955,26	2069,56	1231,54	2294,87	305,12	15,61
		Razem	90	1948,86	2006,43	1231,54	2378,94	236,62	12,14
	Lśw	1	30	1972,89	2040,76	1597,16	2207,20	183,94	9,32
		2	30	1985,36	2014,84	1607,42	2220,56	159,59	8,04
		3	30	1930,28	1945,88	1430,26	2156,43	135,46	7,02
		Razem	90	1962,84	1987,83	1430,26	2220,56	160,83	8,19
	Razem		180	1955,85	1993,44	1231,54	2378,94	201,86	10,32
LMśw		447	2023,13	2037,15	1231,54	2487,89	193,48	9,56	
Lśw		450	2003,26	2029,32	1016,41	2423,86	186,97	9,33	
1		297	1997,17	2019,30	1016,41	2378,94	175,01	8,76	
2		300	2044,67	2081,22	1458,96	2423,86	185,99	9,10	
3		300	1997,48	2004,04	1048,56	2487,89	205,48	10,29	
Razem		897	2013,16	2033,64	1016,41	2487,89	190,40	9,46	

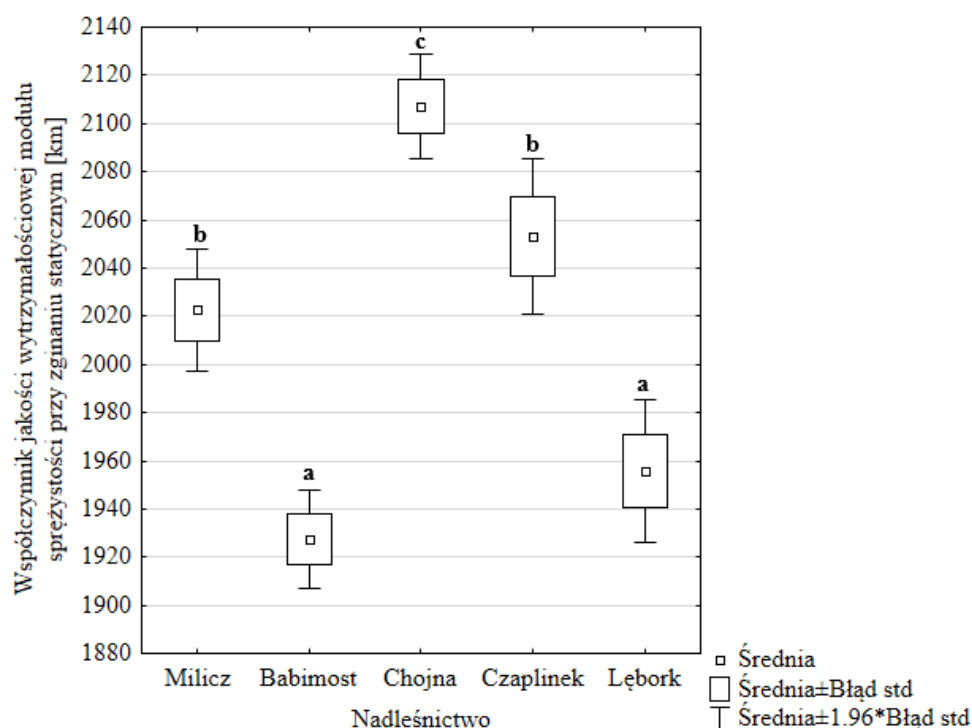
sprężystości przy zginaniu statycznym wyniósł średnio 2013,16 km, a mediana 2033,64 km. W przypadku TSL wyższe wartości otrzymano dla siedliska LMśw – 2023,13 km. Natomiast w klasach grubości wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym wyniosły: 1997,17 km w I klasie, 2044,67

km w II klasie oraz 1997,48 km w III klasie. Najniższą wartość zanotowano w Czaplinku na Lśw w I klasie grubości (1016,41 km), natomiast najwyższą w Chojnie na LMśw w III klasie grubości (2487,89 km). Współczynnik zmienności wyniósł 9,46%, co świadczy o małej zmienności wewnątrz badanych grup (tab. 174).

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i TSL wykazała istotny wpływ lokalizacji i interakcji między czynnikami na badaną właściwość. Natomiast TSL nie jest istotny (tab. 175). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

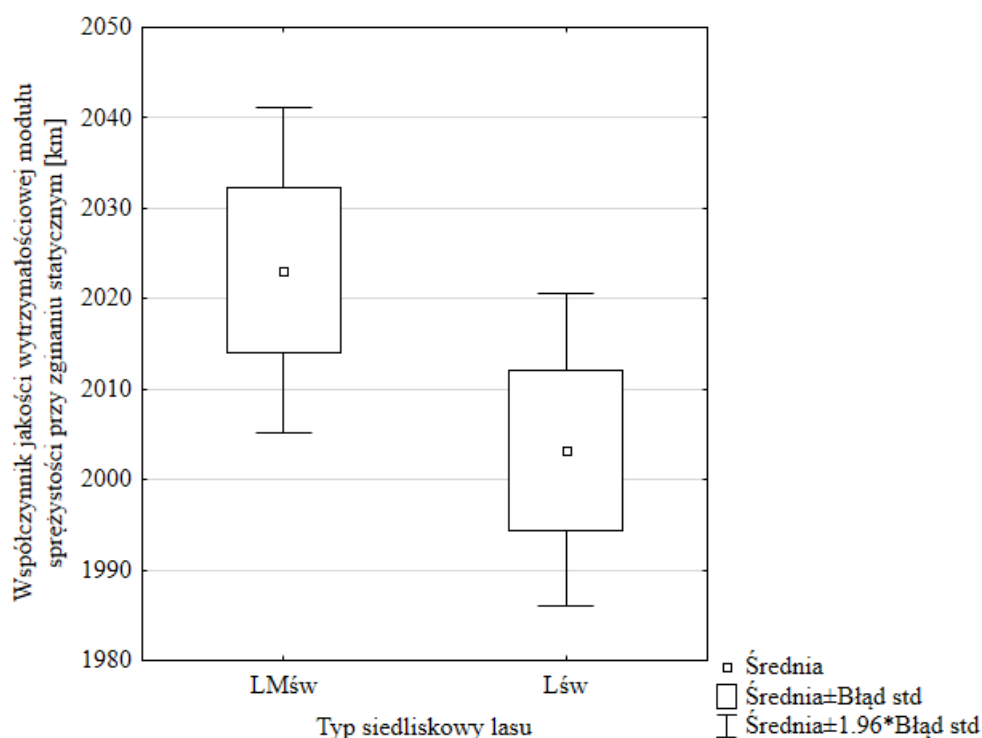
Tab. 175. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i TSL oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3,635351E+09	1	3,635351E+09	114125,2	< 0,0001 *
Lokalizacja	3,807613E+06	4	9,519033E+05	29,9	< 0,0001 *
TSL	8,965320E+04	1	8,965320E+04	2,8	0,0938
Lokalizacja * TSL (interakcja)	3,301466E+05	4	8,253666E+04	2,6	0,0354 *
Błąd	2,825456E+07	887	3,185407E+04		

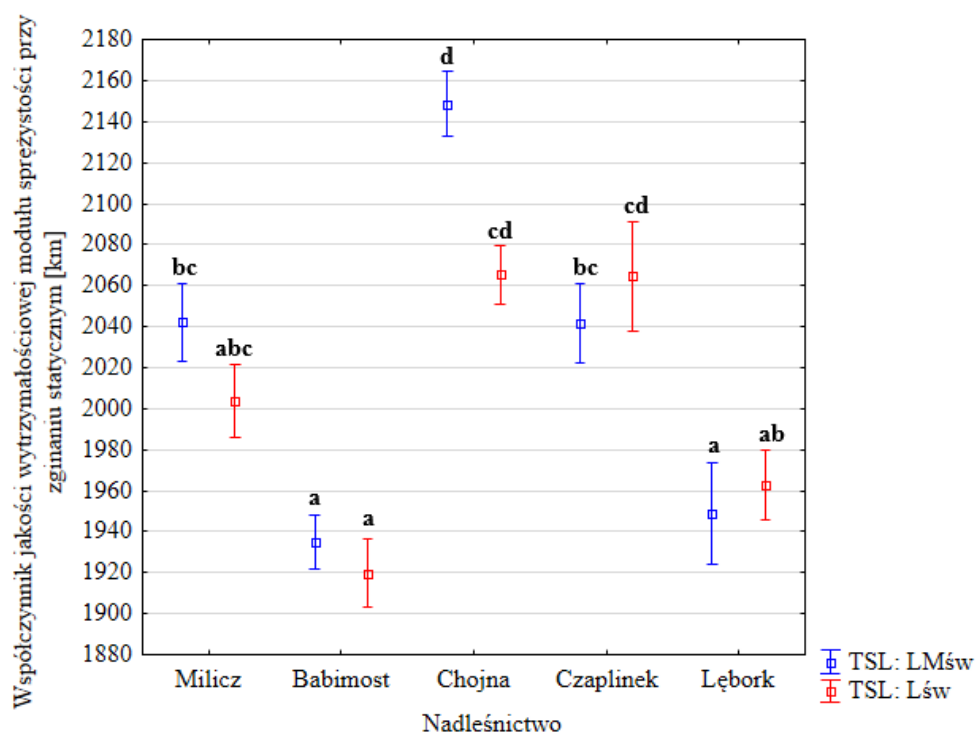


Ryc. 313. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w lokalizacjach

W wyniku porównania wartości badanego parametru między lokalizacjami otrzymano 3 grupy jednorodne (ryc. 313). W związku z brakiem istotnego wpływu TSL nie wykazano grup jednorodnych (ryc. 314).



Ryc. 314. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w TSL



Ryc. 315. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiu na lokalizację i TSL

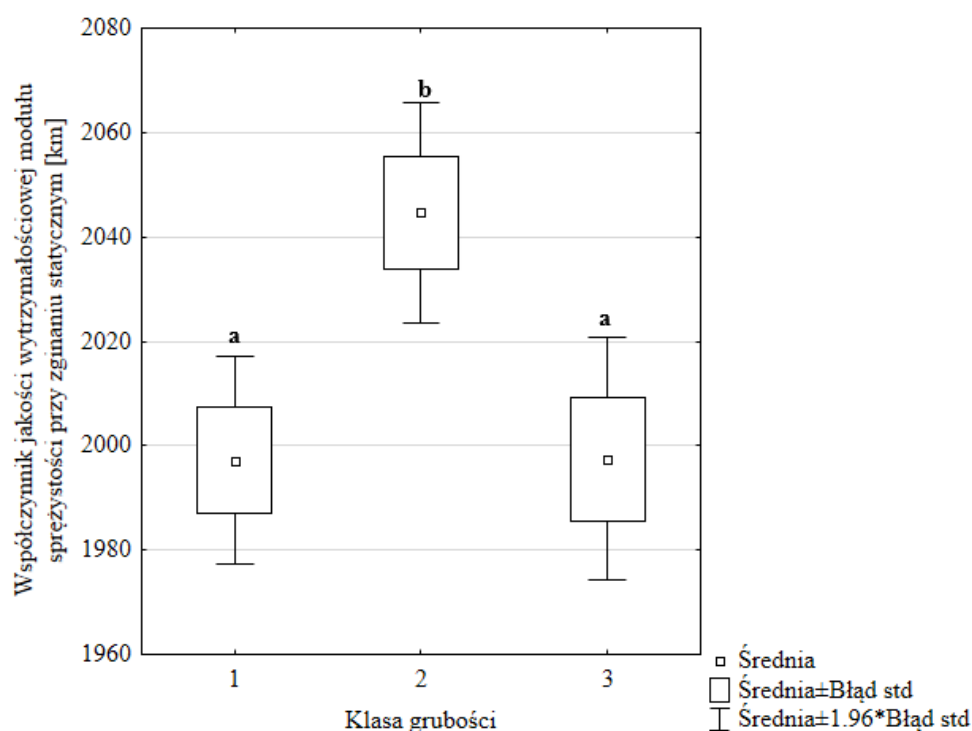
Na rycinie nr 315 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych nadleśnictwach oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem TSL uzyskane testem HSD Tukey'a.

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od lokalizacji powierzchni i Gr wykazała istotny wpływ obu czynników i interakcji między nimi na badaną właściwość (tab. 176). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

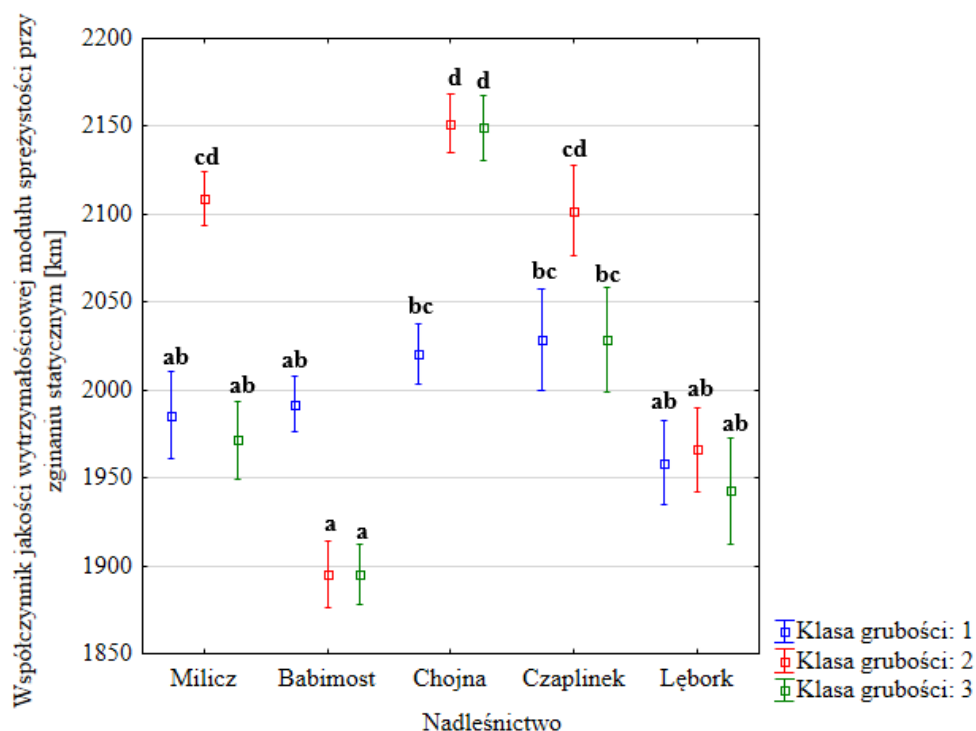
Tab. 176. Analiza wariacji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym a lokalizacją powierzchni i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3,634452E+09	1	3,634452E+09	120014,0	< 0,0001 *
Lokalizacja	3,804483E+06	4	9,511208E+05	31,4	< 0,0001 *
Gr	4,485437E+05	2	2,242718E+05	7,4	0,0006 *
Lokalizacja*Gr (interakcja)	1,517085E+06	8	1,896357E+05	6,3	< 0,0001 *
Błąd	2,671012E+07	882	3,028358E+04		

W wyniku porównania wartości badanego parametru między Gr otrzymano 2 grupy jednorodne (ryc. 316).



Ryc. 316. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w Gr



Ryc. 317. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiu na lokalizację i Gr

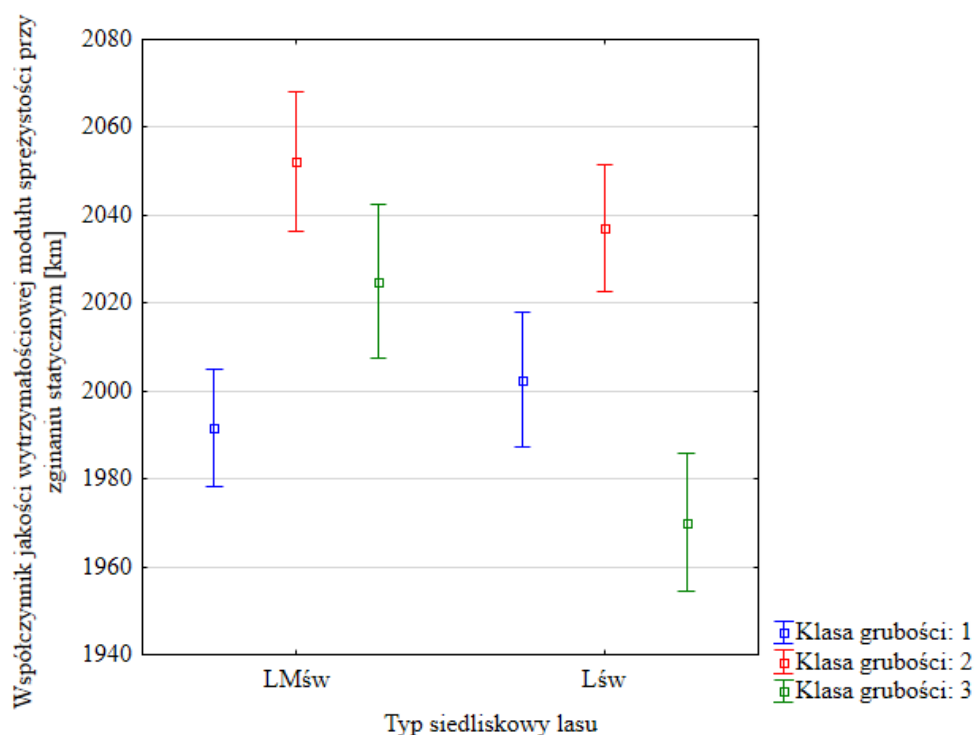
Na rycinie nr 317 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych Gr i nadleśnictw oraz wyniki grupowania lokalizacji powierzchni badawczych z uwzględnieniem Gr uzyskane testem HSD Tukey’a.

Analiza zależności współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym od TSL i Gr wykazała istotny wpływ Gr na badaną właściwość. Natomiast TSL i interakcja między czynnikami nie są istotne (tab. 177). Gwiazdką oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$.

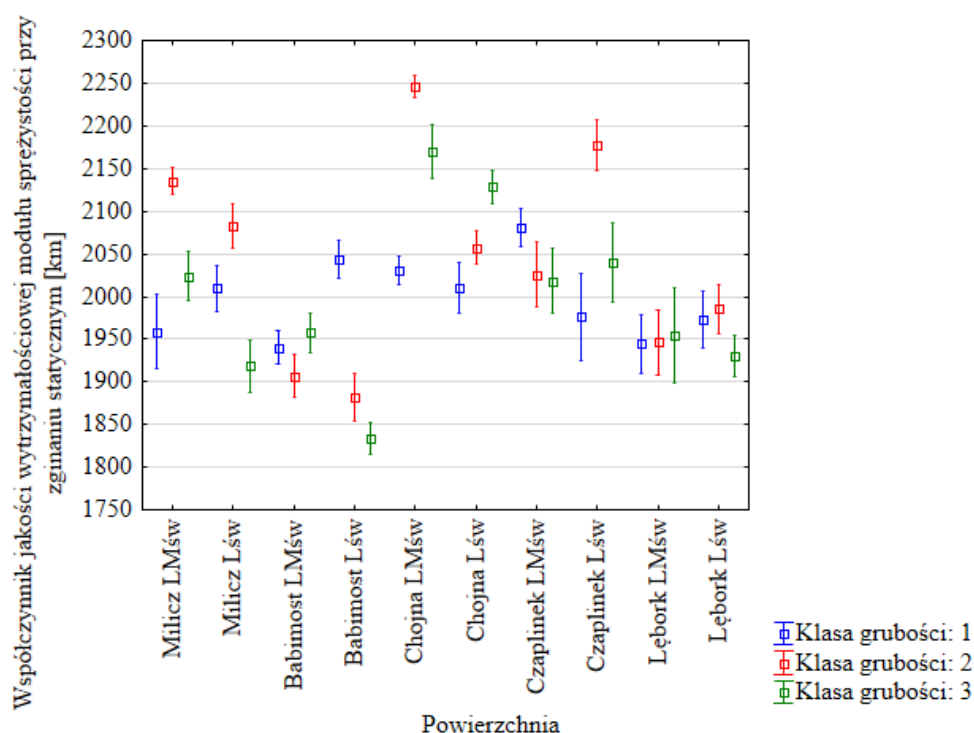
Tab. 177. Analiza wariancji między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym a TSL i Gr oraz interakcjami tych cech

Cecha	Suma kwadratów	Stopnie swobody	MS	F	Prawdopodobieństwo testowe p
Wyraz wolny	3,634912E+09	1	3,634912E+09	101906,2	< 0,0001 *
TSL	8,665571E+04	1	8,665571E+04	2,4	0,1194
Gr	4,480071E+05	2	2,240036E+05	6,3	0,0020 *
TSL*Gr (interakcja)	1,639845E+05	2	8,199225E+04	2,3	0,1010
Błąd	3,178125E+07	891	3,566920E+04		

Na rycinie nr 318 przedstawiono relację między przeciętnym współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym dla różnych siedlisk w poszczególnych Gr.



Ryc. 318. Średnie wartości i błędy standardowe współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w rozbiu na TSL i Gr



Ryc. 319. Porównanie średnich wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym i ich błędy standardowe dla poszczególnych lokalizacji, TSL i Gr

Całościowe ujęcie przedstawia ryc. 319, na której można prześledzić wszystkie trendy otrzymanych wyników. Trudno jest wskazać ogólną prawidłowość lub większe grupy lokalizacji powierzchni badawczych, w których przypadku relacja między współczynnikiem jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym, TSL i Gr ma podobny charakter.

6. Dyskusja

Daglezja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) mimo aktualnie niewielkiego udziału w polskich drzewostanach, dzięki swojej plastyczności i adaptacji do zmian klimatu w Europie może z sukcesem zastąpić na żyzniejszych siedliskach wypadające gatunki lasotwórcze takie jakie świerk, sosna czy brzoza. W związku z perspektywą wzrostu znaczenia tego gatunku w europejskim i polskim leśnictwie należy określić jakość techniczną drewna i sprawdzić możliwości jego przetwórstwa i wykorzystania. Jakość techniczną można jednoznacznie określić za pomocą licznych parametrów drewna tj. budowa anatomiczna, właściwości strukturalne, fizyczne i mechaniczne.

Cewki (tracheidy) są główny elementem drewna iglastego i stanowią ok. 90% (Krzysik, 1978). Kokociński (2005) oraz Sławy-Neymana i Owczarzak (2006) wskazują, że udział cewek w drewnie DG wynosi ok. 93%, a ich długość mieści się w przedziale 2500-4500-5600 μm . Fabisiak i Moliński (2002) dla drzew panujących dla cewek drewna wczesne podają długość 4040 μm , a dla cewek drewna późnego 4770 μm . Przybysz (2005) podaje, że długość włókien z drewna drzew iglastych wynosi średnio 3000-3500 μm . W przeprowadzonych badaniach wykazano, że dla drewna wczesnego długość cewek zawierała się w przedziale 1807-3149-4806 μm , zaś dla drewna późnego w przedziale 2086-3527-5532 μm , co zawiera się danych literaturowych. Chociaż otrzymane średnie są nieznacznie niższe. Podobne wyniki przedstawia Gartner z zespołem (2005). Przybysz (2005) wskazuje także, że o ile długość włókien ma pozytywny wpływ na właściwości wytrzymałościowe papieru, to stosowanie włókien dłuższych niż 4000-5000 μm nie poprawia znacząco jakości papieru. Za średnią długość cewek wykorzystywanych do produkcji papieru podaje granice 1000-3000 μm . Kokociński (2005) podaje, że światło (lumen) cewek wczesnych wynosi od 35 do 50 μm , późnych 20-25 μm . Natomiast w trakcie badań otrzymano dla drewna wczesnego średni lumen 38 μm (w przedziale 11-64 μm) oraz dla drewna późnego średnio 15 μm (w przedziale 4-36 μm). W przypadku grubości ścian cewek wczesnych Kokociński (2005) wskazuje 2-4 μm , a cewek późnych 4-8 μm , zaś Sława-Neyman i Owczarzak (2006) podają odpowiednio 4-8 μm oraz 8-16 μm . Blohm z zespołem (2016) otrzymali grubość ściany cewek na poziomie 2,8 μm . Podczas gdy, analiza otrzymanych wyników wykazała dla drewna wczesnego średnią grubość ściany 3,71 μm (w przedziale 2-6 μm) oraz dla drewna późnego średnio 9,28 μm (w przedziale 5-15,5 μm).

Wskaźnik smukłości powinien być jak największy, ale nie mniejszy niż 40 (Lachowicz i Paschalis-Jakubowicz, 2011; Przybysz, 2005). Im wyższa długość cewek oraz im wyższy wskaźnik smukłości, to tym lepsza wytrzymałość papieru (Onisko, 1970). W przeprowadzonych badaniach wskaźnik ten wyniósł średnio 70,61 (w przedziale 34,81-160,20) dla cewek drewna wczesnego i 107,97 (w przedziale 58,57-208,43) dla cewek drewna późnego, co potwierdza przydatność drewna DG dla przemysłu papierniczego. Im większa wartość wskaźnika giętkości, tym jest on bardziej przydatny do celów papierniczych (Lachowicz i Paschalis-Jakubowicz, 2011). Analizowany materiał charakteryzował się wskaźnikiem giętkości na poziomie średnio 0,833 (w przedziale 0,550-0,921) dla drewna wczesnego i 0,441 (w przedziale 0,160-0,714) dla drewna późnego. Przeciwnieństwem jest wskaźnik sztywności, który im wyższy, tym mniejsza wytrzymałość papieru (Lachowicz i Paschalis-Jakubowicz, 2011). W badanym surowcu wyniósł on średnio 8,33% (w przedziale 3,97-22,50%) dla drewna wczesnego i 27,95% (w przedziale 14,29-42,0%) dla drewna późnego. Wskaźnik sztywności Runkla i wskaźnik Mühlstepha wpływają na spilśnianie włókien. Im mniejszy (a jest wprost proporcjonalny do grubości ścian cewek) jest wskaźnik sztywności Runkla, tym większa przydatność surowca do celów papierniczych (Lachowicz i Paschalis-Jakubowicz, 2011). Wskaźnik sztywności Runkla wyniósł średnio 0,203 (0,086-0,818) dla drewna wczesnego oraz 1,374 (0,400-5,250) dla drewna późnego. Natomiast im mniejszy wskaźnik Mühlstepha, tym materiał ma większą tendencję do spilśniania (Lachowicz i Paschalis-Jakubowicz, 2011). Dla badanego materiału wskaźnik ten wyniósł średnio 0,304 (0,152-0,698) dla drewna wczesnego oraz 0,797 (0,490-0,974) dla drewna późnego.

Wiele czynników ma wpływ na szerokość przyrostów rocznych DG, m. in. położenie geograficzne, wiek, szybkość wzrostu, jakość korony czy warunki siedliskowe (Kokociński, 2005; Spława-Neyman i Owczarzak, 2006; Wąsik, 2010). Co ciekawe zarówno Bijak (2013), jak i Gartner z zespołem (2002) nie potwierdzają istotnego wpływu korony na przyrost DG na grubość. Wąsik (2010) podaje średnią szerokość słoja na poziomie 1,8 mm, zaś w innych badaniach na poziomie 2,4 mm (Wąsik 2007b). W przeprowadzonych badaniach średnia szerokość słoja wyniosła średnio 2,34 mm (w przedziale 0,68-7,78 mm). W Niemczech oraz w Belgii średnia szerokość słoja wyniosła 4,8 mm (Blohm i in., 2016; Pollet i in., 2017). Henin (i in., 2019) podaje maksymalne szerokości słoja rocznego pomiędzy 4 a 8 mm, gdzie szersze przyrosty występowały w drewnie juvenilnym, a od 13 roku drzewa średnia szerokość słoja

sukcesywnie malała, by w wieku 35 lat wynosić ok. 4 mm. Podobna sytuacja ma miejsce w badaniach Krajnc z zespołem (2023), jednak w dojrzałym drewnie średnia szerokość słoja w zależności od pochodzenia wynosi średnio od 2,02 mm do 2,81 mm. Natomiast w przeprowadzonych badaniach średnia szerokość słoja kształtowała się na poziomie 2,34 mm (w przedziale 0,68-7,78 mm). W przypadku przyrostów rocznych znaczenie ma nie tylko ich szerokość, ale także równość. Im przyrosty bardziej są równe, tym lepsza jakość techniczna surowca drzewnego (Leibundgut, 1972; Kokociński 2004). Bezpośrednio z przyrostem rocznym wiąże się procentowy udział drewna późnego. U gatunków iglastych wraz ze wzrostem szerokości słoja wzrasta udział drewna wczesnego (Kozakiewicz, 2012; Krzysik, 1978). Zatem im szerszy słoje, tym wytrzymałość drewna iglastego jest mniejsza ze względu na mniejszy udział grubościennego drewna późnego w stosunku do cienkościennego drewna wczesnego. Jednak DG na tle innych gatunków iglastych ma duży udział drewna późnego (Kozakiewicz i Krzosek, 2013). Podczas oceny jakości technicznej surowca określa się udział drewna późnego, którego duży udział przekłada się na większą gęstość drewna oraz lepsze jego właściwości mechaniczne (Kokociński, 2004). Mimo, że Blohm (i in., 2016) oraz Krajnc (i in., 2023) określają udział drewna późnego tylko na 41-45%, to pozostali podają już wartości w przedziale 51,6-52,2% (Wąsik 2007b, 2010). W analizowanym materiale drewno późne stanowiło średnio 53,39% (w przedziale 27,80-74,74%).

Gęstość jest jedną z ważniejszych właściwości fizycznych drewna i wpływa istotnie na wiele jego cech technicznych (Kozakiewicz, 2012; Sarapnää, 2003; Tomczak i in., 2010). Sama jest zależna od np. gatunku, lokalizacji na pniu, wieku i pozycji biosocjalnej drzewa, pochodzenia, sposobu pielęgnacji, warunków wzrostu, klimatu itd. (Dzbeński i in., 2000; Kokociński, 2004; Pazdrowski i Spława-Neyman, 1993; Pazdrowski i Spława-Neyman, 1996; Witkowska, 1997). Blohm (i in., 2016) podaje średnią gęstość drewna DG w wysokości 526 kg/m³ w Niemczech. Belgowie 506 kg/m³ (Pollet i in. 2017), Irlandczycy 565 kg/m³ (Krajnc i in., 2019), a Czesi podają wartości takie jak 562,5 kg/m³ (Giagli i in., 2019), 488 kg/m³ (Remeš i Zeidler, 2014) oraz 566 kg/m³ dla DG rosnącej na typowym siedlisku leśnym i 568 kg/m³ na gruntach porolnych (Zeidler i in., 2018). Wąsik (2007b, 2010) podaje wartości 502-505 kg/m³. Drewno jedlicy w stanie suchym osiąga gęstość od 320 do 730 kg/m³, przy wilgotności 12-15% od 350 do 750 kg/m³, zaś w stanie świeżym 640-700 kg/m³ (Spława-Neyman i Owczarzak, 2006). Krzysik (1978) podaje następujące wartości: gęstość w stanie

suchym 490 kg/m^3 , przy wilgotności 15% 530 kg/m^3 , zaś w stanie świeżym 910 kg/m^3 . Kokociński (2004) oraz Wagenführ i Scheiber (1974) podają natomiast: gęstość w stanie suchym $320\text{--}470\text{--}730 \text{ kg/m}^3$, przy wilgotności 12-15% $350\text{--}510\text{--}750 \text{ kg/m}^3$, a w stanie świeżym $480\text{--}540\text{--}600 \text{ kg/m}^3$. Analizowany materiał badawczy określony na próbkach $20 \times 20 \times 300 \text{ mm}$ charakteryzował się gęstością $509\text{--}645\text{--}797 \text{ kg/m}^3$, zaś na próbkach $20 \times 20 \times 30 \text{ mm}$ gęstość wyniosła $515\text{--}645\text{--}810 \text{ kg/m}^3$. Takie parametry pozwalają zaklasyfikować drewno DG jako drewno umiarkowanie ciężkie wraz z gatunkami takimi jak brzoza, buk, dąb, orzech, klon, modrzew (Kokociński, 2004; Krzysik, 1978). Muñoz (i in., 2024) wykazał, że jeśli w trakcie wykonywania trzebieży jest zapotrzebowanie na gęste drewno DG o dobrych właściwościach mechanicznych, należy wybierać drzewa o pierśnicy powyżej 30 cm. Gęstość umowna z kolei wskazuje ile masy suchego drewna znajduje się w objętości świeżo ściętego drewna i jest wartością przydatną przy chemicznym przerobie drewna i decyduje o wydajności materiałowej (Krzysik, 1978; Witkowska i Lachowicz, 2013). Jej teoretyczna, maksymalna wartość wynosi 1056 kg/m^3 (Krzysik, 1978). W przeprowadzonych badaniach wyniosła ona $416\text{--}524\text{--}654 \text{ kg/m}^3$. Z gęstością powiązane są także porowatość i udział substancji drzewnej, które razem sumują się do 100%. Gęstość substancji drzewnej dla wszystkich gatunków jest w przybliżeniu stała i wynosi $1,46\text{--}1,56 \text{ g/cm}^3$. W związku z czym o gęstości *de facto* decyduje porowatość i wilgotność surowca (Kokociński, 2004). Krzysik (1978) podaje, że przy gęstości drewna suchego 600 kg/m^3 udział substancji drzewnej wynosi 39%, a porowatość 61%. W analizowanym materiale przy gęstości drewna suchego wynoszącej średnio 600 kg/m^3 udział substancji drzewnej wyniósł średnio 40%, a porowatość 60%, co zgadza się z danymi literaturowymi. Natomiast Kokociński (2004) oraz Wagenführ i Scheiber (1974) określają porowatość DG na poziomie ok. 69%.

Następna część dotyczy akustycznych właściwości drewna DG. Można ocenić właściwości mechaniczne drewna konstrukcyjnego za pomocą pomiaru drgań swobodnych (Miształ, 2012). Prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie jest zawsze zależna od sprężystości i gęstości materiału (Harajda i Łapa, 2002). Prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie wzdłuż włókien jest wprost proporcjonalna do dynamicznego modułu sprężystości i odwrotnie proporcjonalna do gęstości tego surowca (Kozakiewicz, 2012). Zależy ona od wilgotności, gęstości, długości włókien, zaburzeń budowy, czy kierunku usłojenia (Burmester, 1965; Dzbeński, 1984; Kozakiewicz i Krzosek, 2013; Miształ 2012). Im wyższa prędkość, tym lepsze drewno (Harajda i Łapa, 2002). W badanym surowcu fala dźwiękowa rozchodzi się średnio

z prędkością 5738 m/s (w przedziale 3983-6295 m/s), co odpowiada prędkościom osiąganym w drewnie świerka (Kozakiewicz, 2012), jodły, żelazie, aluminium, czy szkłe (Kollmann, 1951). Im wyższa prędkość rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie, tym większa oporność akustyczna. Również im wyższy dynamiczny moduł sprężystości, tym lepsza izolacyjność (Konofalska, 2021). Dynamiczny moduł sprężystości jest prostszy i mniej czasochłonny niż moduły statyczne, a dodatkowo jego zbadanie nie powoduje niszczenia materiału próbnego (Kobyliński, 1963). Dla badanego materiału moduł ten wyniósł średnio 21290 MPa (w przedziale 11344-30595 MPa).

Oporność akustyczna wskazuje jaki opór stawiają cząsteczki danego materiału energii fali dźwiękowej, która dąży do wprowadzenia ich w drgania. Im wyższa oporność akustyczna materiału, tym mniej energii potrzeba na wprowadzenie w ruch jego cząsteczek, a co za tym idzie, fala dźwiękowa zostaje stłumiona w nieznacznym stopniu (Kozakiewicz, 2012). Prawie wszystkie współczesne wyroby stolarki otworowej spełniają wymagania dotyczące izolacyjności (Kozakiewicz i Krzosek, 2013). Badany surowiec wykazuje oporność akustyczną na poziomie średnio $3701 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ (w przedziale $2555\text{--}4901 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$). To wartość porównywalna z opornością teaku (Hadinata i Kozakiewicz, 2020; Kozakiewicz, 2012) lub jesionu (Krzysik, 1978) oraz znacznie niższa niż metali, np. stal – $39500 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, miedź – $23400 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, szkło – $12975 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, czy ołów $8250 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ (Kozakiewicz, 2012). Zatem w porównaniu do metali czy szkła drewno DG ma znacznie lepsze właściwości dźwiękochłonne. Jednak w porównaniu do np. sosny – $2508 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, buka – $2200 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, jodły – $2000 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$, czy korka – $125 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ właściwości izolacyjne DG przedstawiają się słabiej (Kozakiewicz, 2012).

Tłumienie przez promieniowanie polega na tłumieniu fali akustycznej poprzez pobudzenie płyty drewnianej do drgań za pomocą fali dźwiękowej. Dzięki czemu część energii zostaje zużyta na drganie ośrodka, a tylko część dźwięku jest wypromieniowana na drugą stronę. Wielkość takiego tłumienia zależy od prędkości rozprzestrzeniania się dźwięku oraz jego gęstości (Kozakiewicz, 2012). Według Kollmanna i Côté (1968) drewno gatunków iglastych ma najmniejszą oporność akustyczną (czyli słabe tłumienie wewnętrzne), ale za to najsilniejsze tłumienie przez promieniowanie, dzięki czemu nadaje się na płyty rezonansowe instrumentów. Uzyskana wartość tłumienia dla badanego surowca drzewnego wyniosła średnio $4,48\cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s}\cdot\text{kg}$ (w przedziale $2,79\cdot 10^{-7}\text{--}5,87\cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s}\cdot\text{kg}$).

Stała akustyczna to wielkość, która opisuje przydatność drewna do elementów rezonansowych instrumentów muzycznych. Przyjmuje się, że wielkość ta dla drewna nadającego się na płyty rezonansowe nie powinna być mniejsza niż $10 \text{ (Pa/(kg/m}^3)^3)^{0,5}$ (Harajda i Łapa, 2002). Dla zbadanego materiału średnia wartość stałej akustycznej wyniosła $8,96 \text{ (Pa/(kg/m}^3)^3)^{0,5}$ (w przedziale $5,57\text{--}11,75 \text{ (Pa/(kg/m}^3)^3)^{0,5}$), w związku z czym nie zaleca się wykorzystywania surowca daglezjowego do wyrobów elementów rezonansowych. Chociaż Wegst (2006) wskazuje drewno DG jako drewno tradycyjnie używane do produkcji pudeł rezonansowych, boków i tyłów gitar.

Kolejna istotna część właściwości fizycznych dotyczy kurczliwości/pęcznienia, czyli zmiany wymiarów liniowych drewna wraz ze zmianą wilgotności surowca (Kokociński, 2004). Giagli (i in., 2019) określa skurcz wzdłuż włókien na poziomie 0,2%, skurcz w kierunku promieniowym na 5,2%, w stycznym na 7,6 % oraz całkowity skurcz objętościowy na 12,6%. Podobnie Remeš i Zeidler (2014), którzy dla kierunku promieniowego określili skurcz na 4,6%, dla kierunku stycznego 7,7% oraz całkowitego skurczu objętościowego na 12,2%. W Belgii skurcz w kierunku promieniowym wyniósł 4,4%, w stycznym 7,8%, a objętościowo 11,7% (Pollet i in., 2017). Według Sławy-Neymana i Owczarzaka (2006) skurcz wzdłuż włókien wynosi 0,3%, w kierunku promieniowym 4,2–4,8%, w stycznym 7,0–7,4%, a objętościowo 11,5–12,5%. Krzysik (1978) podaje następujące wartości: w wzdłuż włókien 0,2–0,3%, w kierunku promieniowym 4,2–4,5%, w kierunku stycznym 7,4–7,5% oraz objętościowo 11,5–12,5%. Kokociński (2004) oraz Wagenführ i Scheiber (1974) podają skurcz wzdłuż włókien 0,3%, w kierunku promieniowym ok. 4,2%, w stycznym ok. 7,4%, zaś objętościowo ok. 11,9%. Henin (i in. 2019) wskazują, że skurcz w kierunku promieniowym wynosi średnio 4,4%, w stycznym 7,8% oraz 0,1–0,2% wzdłuż włókien. Dowiedli także, że stosunek skurczu w kierunku stycznym do skurczu w kierunku promieniowym wynosi dla DG 1,7, a nie 2,0 jak większość gatunków iglastych w Europie. W wyniku przeprowadzonych badań skurcz wzdłuż włókien określono na średnio 0,3% (w przedziale 0,1–0,7%), w kierunku promieniowym na średnio 5,3% (w przedziale 2,2–7,7%), w stycznym na średnio 7,4% (w przedziale 3,3–10,3%) oraz objętościowo na średnio 12,6% (w przedziale 6,3–17,0%). W każdym kierunku wyniki zgadzają się z danymi literaturowymi, co pozwala określić DG jako gatunek o średnich skłonnościach do pęcznienia się.

Ostatnią, najważniejszą częścią są właściwości mechaniczne. Wytrzymałość na ściskanie, szczególnie wzdłuż włókien, jest jedną z najczęściej badanych właściwości

mechanicznych drewna. Można sprawdzać wytrzymałość także w poprzek włókien, jednak wartości te są znacznie niższe (Kokociński, 2004; Kozakiewicz, 2012). W przypadku gatunków twardzielowych znaczenie ma również położenie próbki w pniu - na przekroju poprzecznym. Im bliżej obwodu, tym większa wytrzymałość na ściskanie (Jelonek i in., 2014; Kubiak i Laurow, 1994). W kontekście wytrzymałości na ściskanie drewno DG ma następujące wartości: wg Giagliego z zespołem (2019) 57,2 MPa, wg Pollet z zespołem (2017) 49 MPa, a wg Remeša i Zeidlera (2014) 42,1 MPa. Splawa-Neyman i Owczarzak (2006) określili wytrzymałość na ściskanie na 43-68 MPa, Krzysik (1978) na 46,1-53,0 MPa, zaś Kokociński (2004) oraz Wagenführ i Scheiber (1974) na 42,2-51,0 MPa. Henin (i in., 2019) wskazują wartość ok. 50 MPa. Dla gatunków europejskich wytrzymałość na ściskanie wynosi od 30 do 70 MPa (Kokociński 2004). Zrealizowane badania wyznaczyły wytrzymałość drewna DG na ściskanie na średnio 68,6 MPa (w przedziale 48,8-100 MPa). Oznacza to, że DG rosnąca w Polsce ma wyższą wytrzymałość na ściskanie niż podaje literatura.

Wytrzymałość drewna na zginanie statyczne to druga najczęściej badana właściwość mechaniczna drewna, ponieważ gros elementów konstrukcyjnych przenosi obciążenia działające ściskająco lub zginająco (Kokociński, 2004). Wytrzymałość drewna DG na zginanie statyczne według różnych autorów przedstawia się następująco: Giagli (i in., 2019) – 81,9 MPa, Remeš i Zeidler (2014) - 87 MPa, Zeidler (i in., 2018) – 76 MPa dla DG rosnącej na typowym siedlisku lasowym oraz 70 MPa dla DG rosnącej na gruncie porolnym, Pollet (i in., 2017) – 97 MPa, Krajnc (i in., 2019) – 99 MPa, Splawa-Neyman i Owczarzak (2006) – między 68 a 89 MPa, Krzysik (1978) – między 68,6 a 70,6 MPa, a także Kokociński (2004) oraz Wagenführ i Scheiber (1974) - między 66,9 a 80,4 MPa. Natomiast otrzymana wytrzymałość na zginanie statyczne drewna DG rosnącej w Polsce wyniosła średnio 121 MPa (w przedziale 80-188 MPa). Podobnie jak przy ściskaniu uzyskane wartości są większe od danych literaturowych.

Moduł sprężystości stanowi miarę elastyczności i sztywności drewna przy różnych obciążeniach (Kokociński, 2004). Blohm z zespołem (2016) moduł sprężystości określili na 13193 MPa. Zeidler (i in., 2018) na 9783 MPa dla DG rosnącej na siedlisku leśnym i 8940 MPa dla DG na gruncie porolnym. Pollet (i in., 2017) wykazali wartość modułu sprężystości na 13966 MPa, zaś Krajnc (i in., 2019) na 11200 MPa. Splawa-Neyman i Owczarzak (2006) uzyskali moduł sprężystości przy zginaniu statycznym na poziomie 11200-13500 MPa. Natomiast Krzysik (1978) podaje 8796,6 MPa. Henin (i in., 2019) wskazuje wartości 12000-13500 MPa. W trakcie badań otrzymano moduł

sprężystości o wartości średnio 12985 MPa (w przedziale 7268-19340 MPa). Wynik ten jest zgodny z częścią danych literaturowych.

W wielu konstrukcjach poza wytrzymałością materiału istotną rolę odgrywa również jego lekkość. W związku z tym przy określaniu jakości drewna funkcjonują także współczynniki jakości wytrzymałościowej, które informują przy jakiej długości surowca dojdzie do złamania belki pod własnym ciężarem w przypadku zginania oraz samozgniecenia przy ściskaniu (Kokociński, 2004; Krzysik, 1978). Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien dla badanego materiału wyniósł średnio 10,62 km (w przedziale 8,57-12,35 km), co pozwala zakwalifikować drewno DG do surowca wysokiej jakości w skali Monnina. Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym wyniósł średnio 18,71 km (w przedziale 12,07-33,30 km), co również pozwala wysoko ocenić jakość drewna DG.

Z analizy wyników poszczególnych wartości wynika, że jakość techniczna drewna dąglezji rosnącej w Polsce jest wysoka. Powinno to stanowić zachętę do wprowadzania wartościowego technicznie, szybko rosnącego surowca do składów gatunkowych, jak również do wykorzystywania tego materiału w bardziej powszechny sposób.

7. Wnioski

Przeprowadzone badania parametrów i wskaźników struktury cewek oraz właściwości strukturalnych, fizycznych i mechanicznych drewna daglezji zielonej w zależności od położenia geograficznego (lokalizacji), TSL i grubości drzew pozwoliły sformułować następujące wnioski:

1. Wykazano, że jakość techniczna drewna DG rosnącej w Polsce, określona parametrami i wskaźnikami struktury cewek oraz właściwościami strukturalnymi, fizycznymi i mechanicznymi, wykazuje istotne różnice w zależności od lokalizacji, TSL i grubości drzew.
2. Otrzymane wartości parametrów określających budowę anatomiczną drewna DG, tj. długość cewek (drewno wczesne średnio 3149 μm , drewno późne średnio 3527 μm), ich szerokość (drewno wczesne średnio 45,59 μm , drewno późne średnio 33,58 μm), czy wskaźnik smukłości (drewno wczesne średnio 70,61, drewno późne średnio 107,97), umożliwiają wykorzystanie badanego materiału w przemyśle celulozowo-papierniczym.
3. Średnia szerokość słoja kształtowała się na poziomie 2,34 mm (w przedziale 0,68-7,78 mm), udział drewna późnego na poziomie 53,39% (w przedziale 27,8-74,7%). Porowatość wyniosła średnio 59,98% (w przedziale 48,46-68,87%). Natomiast gęstość drewna uzyskano na poziomie średnio 645 kg/m^3 (w przedziale 515-810 kg/m^3). Takie parametry pozwalają zaklasyfikować drewno DG jako drewno umiarkowanie ciężkie (do grupy tej należą również np. brzoza, buk, dąb, orzech, klon). Przekłada się to na wysokie wartości właściwości mechanicznych, dzięki czemu surowiec ten może być wykorzystywany w budownictwie na elementy konstrukcyjne, w tym nośne belki klejone, deski podłogowe, a na zewnątrz jako deska tarasowa i zabudowa ogrodowa.
4. Skurcz całkowity w kierunku promieniowym wyniósł średnio 5,33%, w kierunku stycznym 7,44%, objętościowy skurcz całkowity wyniósł średnio 12,64%, a wskaźnik anizotropii kurczenia się kształtował się na poziomie średnio 1,41. Takie parametry umożliwiają wykorzystanie drewna DG jako surowiec kopalniakowy, na słupy i krawędziaki oraz inne cele budowlane.
5. Stała akustyczna kształtowała się w przedziale 5,57-11,75 $(\text{Pa}/(\text{kg}/\text{m}^3)^3)^{0,5}$ (średnio 8,96 $(\text{Pa}/(\text{kg}/\text{m}^3)^3)^{0,5}$) co wyklucza wykorzystanie drewna DG do produkcji instrumentów muzycznych (elementów rezonansowych). Natomiast średnia prędkość

rozchodzenia się fali akustycznej w drewnie wynosząca 5738 m/s (w przedziale 3983-6295 m/s), dynamiczny moduł sprężystości na poziomie średnio 21290 MPa (w przedziale 11344-30595 MPa), tłumienie dźwięku o średniej wartości $4,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$ (w przedziale $2,79 \cdot 10^{-7}$ - $5,87 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4/\text{s} \cdot \text{kg}$) oraz oporność akustyczna drewna na poziomie średnio $3701 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ (w przedziale 2555-4901 $\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}^3$), określają drewno DG jako materiał o dobrych właściwościach akustycznych.

6. Wytrzymałość na ściskanie wyniosła średnio 69 MPa (w przedziale 49-100 MPa), zaś na zginanie statyczne średnio 121 MPa (w przedziale 80-188 MPa). Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym zawierał się w przedziale 7268-19340 MPa (średnio 12985 MPa). Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien wyniósł średnio 10,62 km (w przedziale 8,57-12,35 km), zaś przy zginaniu statycznym średnio 18,71 km (w przedziale 12,02-33,30 km). Takie parametry właściwości mechanicznych pozwalają na wykorzystywanie drewna DG jako materiału konstrukcyjnego oraz wewnątrz budynków np. na podłogi, czy nawet schody.
7. Dla pełniejszego poznania otrzymanych wartości badanych właściwości należałoby przeprowadzić na zgromadzonym materiale dodatkowo analizy składu chemicznego i budowy submikroskopowej drewna DG. Wskazane byłoby także porównanie osiągniętych wyników z wartościami parametrów drewna DG uzyskanymi dla surowca pozyskanego z drzewostanów rosnących na siedliskach górskich.
8. Poznanie jakości technicznej surowca daglezji w tak szerokim zakresie ma duże znaczenie naukowe jak i praktyczne oraz stanowi dobrą podstawę do promocji drewna tego gatunku zarówno wśród przedsiębiorców przerabiających ten surowiec, jak i potencjalnych użytkowników wyrobów z drewna daglezji.
9. Biorąc pod uwagę postępujące zmiany klimatu, coraz bardziej powszechną hodowlę (obecność) jedlicy w lasach europejskich, osiągnięte wyniki badanych właściwości stanowią dodatkowy argument do częstszego wprowadzania DG do składu gatunkowego polskich lasów.

8. Bibliografia

1. Bachofer, M. i Mayer, J. (2010). *Spotkania z przyrodą. Drzewa. 370 drzew i krzewów środkowej Europy*. Warszawa: MULTICO Oficyna Wydawnicza.
2. Beinhofer, B., i Knoke, T. (2011). Finanziell vorteilhafte Douglasienanteile. *AFZ-DerWald*, strony 12-14.
3. Będkowska, H., Marszałek, E. i Pikus, A. (2012). *Tego nie wiesz o drzewach*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
4. Bieniaszewski, T., Artych, P. i Smoluk, S. (2015). Analiza obrotu drewnem w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie w latach 2009-2013. *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach*, 9, strony 7-28.
5. Bijak, S. (2013). Powiązanie przyrostu radialnego obcych i rodzimych gatunków drzew w LZD Rogów z wybranymi parametrami korony. *Sylvan*, 157(4), strony 278-287.
6. Bijak, S. (2017). Zróznicowanie bonitacji wzrostowej drzewostanów daglezjowych w Polsce. *Sylvan*, 161(3), strony 208-217.
7. Bijak, S. i Zastocki, D. (2021). Kształtowanie się cen drewna wybranych obcych gatunków drzew w Polsce na tle pozyskania w latach 2013-2018. *Sylvan*, 165(2), strony 101-108.
8. Blohm, J. H., Evans, R., Koch, G., i Schmitt, U. (2016). Identification and characterisation of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) juvenile and adult wood grown in Southern Germany. *Wood*, Vol. 59(197), strony 41-47.
9. Bodin, P., i Wiman, B. (2007). The usefulness of stability concepts in forest management when coping with increasing climate uncertainties. *For. Ecol. Manage*, 242, strony 541-552.
10. Bonannella, C., Parente, L., de Bruin, S., i Herold, M. (2024). Multi-decadal trend analysis and forest disturbance assessment of European tree species: concerning signs of a subtle shift. *Forest Ecology and Management*, 554.
11. Borecki, T., Orzechowski, M., Stępień, E. i Wójcik, R. (2017). Przewidywane oddziaływanie zmian klimatu na ekosystemy leśne oraz ich konsekwencje w zarządzaniu lasu. *Sylvan*, 161(7), strony 531-538.
12. Bosela, M., Lukac, M., Castagneri, D., Sedmák, R., P., B., Carrer, M., Konôpka, B., Nola, O., Nagel, T., Popa, I., Roibu, C., C., Svoboda, M., Trotsiuk, V., Büntgen, U. (2018). Contrasting effects of environmental change on the radial growth of co-occurring beech and fir trees across Europe. *Science of the Total Environment*, 615, strony 1460-1469.
13. Brus, R., Pötzelsberger, E., Lapin, K., i Brundu, G. (2019). Extent, distribution and origin of non-native forest tree species in Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(7), strony 533-544.

14. Burmester, A. (1965). Zusammenhang zwischen Schallgeschwindigkeit und morphologischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Holz. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 23, S. 227-236.
15. Burzyński, G. (1990). Wrażliwość jedlicy na mrozy zimowe w latach 1975-1980 na powierzchniach proveniencyjnych Instytutu Badawczego Leśnictwa. *Sylvan*, 134(01), strony 37-49.
16. Carrillo-Gavilan, M., i Vila, M. (2010). Little evidence of invasion by alien conifers in Europe. *Diversity and Distributions*, 16, strony 203-213.
17. Čater, M. (2021). Microsites influence the light response of young Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Forests*.
18. Chakraborty, D., Ciceu, A., Ballian, D., Benito Garzón, M., Bolte, A., Bozic, G., Buchacher, R., Čepl, J., Cremer, E., Ducousso, A., Gaviria, J., George, J. P., Hardtke, A., Ivankovic, M., Klisz, M., Kowalczyk, J., Kremer, A., Lstibůrek, M., Longauer, R., Mihai, G., Nagy, L., Petkova, K., Popov, E., Schirmer, R., Skrøppa, T., Solvin, T. M., Steffenrem, A., Stejskal, J., Stojnic, S., Volmer, K., Schueler, S. (2024). Assisted tree migration can preserve the European forest carbon sink under climate change. *nature climate change*, 14, strony 845-852.
19. Chałupka, W. (2014). Zasoby genowe i potencjał hodowlany daglezi (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w lasach niektórych krajów europejskich. *Sylvan*, 158(5), strony 331-339.
20. Charru, M., Seynave, I., Hervé, J.-C., i Bertrand, R. (2017). Recent growth changes in Western European forests are driven by climate warming and structured across tree species climatic habitats. *Annals of Forest Science*, 33, strony 1-34.
21. Chylarecki, H. (2004). *Daglezja w lasach Polski. Potencjał produkcyjny, wymagania ekologiczne, biologia*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
22. D'Amato, A., Bradford, J., Fraver, S., i Palik, B. (2011). Forest management for mitigation and adaptation to climate change: Insights from long-term silviculture experiments. *For. Ecol. Manage*, 262(5), strony 803-816.
23. Da Ronch, F., Caudullo, G., i de Rigo, D. (2016). *Pseudotsuga menziesii* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, i A. Mauri, *European Atlas of Forest Tree Species* (strony 146-147). Luksemburg: European Commission.
24. Debryniuk, I. (2020). *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco as a promising tree species for forest plantations in the western region of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, cc. 87-96.
25. Dyderski, M. i Pawlik, Ł. (2020). Spatial distribution of tree species in mountain national parks depends on geomorphology and climate. *Forest Ecology and Management*, 474, strony 1-14.
26. Dyderski, M., Paż, S., Frelich, L., i Jagodziński, A. (2017). How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Glob Change Biology*, strony 1-14.

27. Dzbeński, W. (1984). *Nieniszczące badania mechanicznych właściwości iglastej tarcicy konstrukcyjnej wybranymi metodami statycznymi i dynamicznymi. Rozprawa habilitacyjna*. Warszawa: Wyd. SGGW-AR.
28. Dzbeński, W., Kozakiewicz, P., Krutul, D., Hrol, J. i Belkova, L. (2000). Niektóre właściwości fizyko-mechaniczne drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) rogowskiej jako materiału porównawczego do badań na sośnie proveniencji łotewskiej. *14 Konferencja WTD SGGW „Drewno materiał wszechczasów”*, (strony 31-36). Rogów.
29. Fabisiak, E., i Moliński, W. (2002). The density and lenght of tracheids of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) in relation to the biosocial position of a given tree in the stand. *Folia Forestalia Polonica*, strony 25-31.
30. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2004a). Klimatyczne uwarunkowania przyrostu radialnego daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rosnącej na obszarze Polski. *Sylvan*, 148(12), strony 31-38.
31. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2004b). Lata wskaźnikowe daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) na obszarze Polski. *Sylvan*, 148(12), strony 39-47.
32. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2004c). Lokalne wzorce przyrostowe daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. *Sylvan*, 148(12), strony 3-13.
33. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2004d). Regiony dendroklimatyczne daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. *Sylvan*, 148(12), strony 23-30.
34. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2004e). Telekoneksja chronologii przyrostów radialnych daglezi (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Ogólnopolski oraz regionalne wzorce przyrostowe. *Sylvan*, 148(12), strony 14-22.
35. Feliksik, E. i Wilczyński, S. (2008). Sygnał klimatyczny w słojach *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. oraz *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Sylvan*, 152(6), strony 3-13.
36. Frischbier, N., Simeonova Nikolova, P., Brang, P., Klumpp, R., Aas, G., i Binder, F. (2019). Climate change adaptation with non-native tree species in Central European forests: early tree survival in a multi-site field trial. *European Journal of Forest Research*, 138, strony 1015-1032.
37. Gach, P. (2021). *Daglezja zielona*. Dostęp 15.10.2022 z lokalizacji Witryna sieci Web mojedrzewa.pl: https://drzewa.nk4.netmark.pl/atlas/daglezja/daglezja_zielona/daglezja_zielona.php
38. García-Valdés, R., Bugmann, H., i Morin, X. (2018). Climate change-driven functioning more than random extinctions. *Diversity and Distributions*, 24, strony 906-918.
39. García-Valdés, R., Estrada, A., Early, R., Lehsten, V., i Morin, X. (2020). Climate change impacts on long-term forest productivity might be driven by species turnover rather than by changes in tree growth. *Global Ecology and Biogeography*, 00, strony 1-13.

40. Gartner, B., North, E., Johnson, G., i Singleton, R. (2002). Effects of live crown on vertical patterns of wood density and growth in Douglas-fir. *Can. J. For. Res.*, 32, strony 439-447.
41. Gartner, B., Robbins, J., i Newton, M. (2005). Effects of pruning on wood density and tracheid length in young Douglas-fir. *Wood and Fiber Science*, 37(2), strony 304-313.
42. Gazda, A. (2013). *Występowanie drzew obcego pochodzenia na tle zróżnicowania lasów Polski południowej*. Kraków.
43. Gazda, A. i Augustynowicz, P. (2012). Obce gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych: co wiemy o puli obcych gatunków drzew oraz o rozmieszczeniu wybranych taksonów. *Studia i Materiały CEPL*, 33, strony 53-61.
44. Giagli, K., Timko, L., Gryc, V., i Vavřík, H. (2019). Is the Quality of the Non-native Douglas-fir Wood Produced in the Czech Forests Comparable to native softwoods? *BioResources*, 14(2), strony 2931-2945.
45. Giedrowicz, A., Zastocki, D. i Lachowicz, H. (2020). Pozyskanie drewna daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Lasach Państwowych w latach 2006–2018 oraz znaczenie drewna tego gatunku w Polsce i Europie. *Sylvan*, 164(11), strony 920-934.
46. Giefing, D. i Pazdrowski, W. (2012). *Szacunek brakarski i klasyfikacja drewna okrągłego*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
47. Graves, H. S. (1906). *Forest mensuration*. New York: John Wiley i Sons, Inc. Retrieved from Digitized by the Internet Archive in 2010 with funding from University of British Columbia Library: <http://www.archive.org/details/forestmensurati00grav>
48. GUS. (2023). *Rocznik Statystyczny Leśnictwa*. Warszawa, Białystok: Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Białymstoku.
49. Hadinata, M., i Kozakiewicz, P. (2020). An investigation of selected properties of teak wood from 9-year-old plantation forest in Indonesia. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology*, 110, 61-72.
50. Harajda, H. i Łapa, A. (2002). *Akustyczne zagadnienia lutnictwa. Część I. Dobór drewna*. Poznań: Akademia Muzyczna im. I. J. Paderewskiego w Poznaniu.
51. Henin, J. M., Pollet, C., Jourez, B., i Hébert, J. (2018). Impact of tree growth rate on the mechanical properties of Douglas Fir lumber in Belgium. *Forests*, 9(342), strony 1-13.
52. Henin, J.-M., Pollet, C., Schmitt, U., Blohm, J.-H., Koch, G., Melcher, E., Sauter, U. (2019). Technological properties of Douglas-fir wood. In H. Spiecker, M. Lindner, I J. Schuler, *What Science Can Tell Us. Douglas-fir – an option for Europe* (strony 89-97). European Forest Institute.
53. Hermann, R., i Lavender, D. (1999). Douglas-fir planted forests. *New Forests*, 17, strony 53-70.

54. Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk. (2022). *Gatunki obce w Polsce*. Dostęp 10.10.2022 z lokalizacji Witryna sieci Web Instytutu Ochrony Przyrody PAN: <https://www.iop.krakow.pl/ias/gatunki/486>
55. ISO 13061-1:2014. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests. (2014).
56. ISO 13061-15:2017. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 15: Determination of radial and tangential swelling. (2017).
57. ISO 13061-17:2017. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain. (2017).
58. ISO 13061-2:2014. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests. (2014).
59. ISO 13061-3:2014. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 3: Determination of ultimate strength in static bending. (2014).
60. ISO 13061-4:2014. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens. Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending. (2014).
61. ISO 4471:1982 Wood. Sampling sample trees and logs for determination of physical and mechanical properties of wood in homogeneous stands. (1982).
62. Jamińska, J., Bronisz, K. i Bijak, S. (2018). Wielkość i wartość zasobów surowca drzewnego robinii akacjowej i daglezi zielonej w Lasach Państwowych. *Sylwan*, 162(9), strony 737-744.
63. Jastrzębowski, S. i Klisz, M. (2014). Daglezia przyszłości. *Las Polski*, 19-21.
64. Jaworski, A. (2011). *Hodowla lasu. Tom III. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych*. Warszawa: Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
65. Jelonek, T., Tomczak, A. i Pazdrowski, W. (2014). Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów ekspanowanych. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 16(39/2B), strony 171-180.
66. Johnson, G., i Gartner, B. (2006). Genetic variation in basic density and modulus of elasticity of coastal Douglas-fir. *Tree Genetics i Genomes*, 3, strony 25-33.
67. Kantor, P. (2008). Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of forest science*, 54(7), strony 321-332.
68. Kantor, P., i Mareš, R. (2009). Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Training Forest District, Secondary Forestry School in Písek. *Journal of forest science*, 55(7), strony 312-322.
69. Kimbar, R. (2012). *Wady drewna*. Osie: Robert Kimbar.

70. Kobyliński, F. (1963). Dynamiczny moduł sprężystości drewna. *Sylvan*, 107(01), strony 51-56.
71. Kokociński, W. (2004). *Drewno. Pomiar właściwości fizycznych i mechanicznych*. Poznań: Wydawnictwo - Drukarnia PRODRUK.
72. Kokociński, W. (2005). *Anatomia drewna*. Poznań: PRODRUK.
73. Kollmann, F. (1951). *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*. Berlin: Springer-Verlag.
74. Kollmann, F., i Côté, W. (1968). *Principles of Wood Science and Technology I Solid Wood*. New York: Springer-Verlag.
75. Komisja Europejska. (2024a). *Przyczyny zmian klimatu*. Dostęp 30.09.2024 z lokalizacji Witryna sieci Web Komisji Europejskiej: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_pl
76. Komisja Europejska. (2024b). *Skutki zmiany klimatu*. Dostęp 30.09.2024 z lokalizacji Witryna sieci Web Komisji Europejskiej: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_pl
77. Konofalska, E. (2021). *Jakość techniczna drewna sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) wybranych pochodzeń rosnących na powierzchni badawczej w Nadleśnictwie Rogów. Praca doktorska*. Warszawa.
78. Kozakiewicz, P. (2012). *Fizyka drewna w teorii i zadaniach*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
79. Kozakiewicz, P. (2020). *Ksyloteka - Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco - dagleżja zielona, jedlica zielona, Douglas fir*. Dostęp 01.09.2020 z lokalizacji Witryna sieci Web Paweł Kozakiewicz: http://pawel_kozakiewicz.users.sggw.pl
80. Kozakiewicz, P. i Krzosek, S. (2013). *Inżynieria materiałów drzewnych*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
81. Kozakiewicz, P. i Matejak, M. (2013). *Klimat a drewno zabytkowe. Dawna i współczesna wiedza o drewnie*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
82. Kozakiewicz, P. i Wieruszewski, M. (2005). Dagleżja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) - drewno egzotyczne z Ameryki Północnej. *Przemysł Drzewny*, 2, 15-20.
83. Krajnc, L., Farrelly, N., i Harte, A. M. (2019). The effect of thinning on mechanical properties of Douglas fir, Norway spruce, and Sitka spruce. *Annals of Forest Science*, 76(3), strony 1-12.
84. Krajnc, L., Gričar, J., Jevšenak, J., Hafner, P., i Brus, R. (2023). Tree rings, wood density and climate-growth relationships of four Douglas-fir provenances in sub-Mediterranean Slovenia. *Trees*, 37, strony 449-465.
85. Krzysik, F. (1961). Wpływ wilgoci i wody na podstawowe własności drewna. *Ochrona Zabytków*, 14/1-2(52-53), 50-65.
86. Krzysik, F. (1978). *Nauka o drewnie*. Warszawa: PWN.

87. Kubeček, J., Štefančík, I., Podrázský, V., i Longauer, R. (2014). Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* / Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesn. Cas. For. J.*, 60, strony 116-124.
88. Kubiak, M. i Laurow, Z. (1994). *Surowiec drzewny*. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW.
89. Lachowicz, H. i Paschalis-Jakubowicz, P. (2011). Zmienność wybranych wskaźników struktury włókien drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) w północno-wschodniej Polsce. *Sylvan*, 155(7), strony 446-458.
90. Leibundgut, H. (1972). *Pielęgnowanie drzewostanów*. Warszawa: PWRiL.
91. Lutter, R., Stål, G., Ceder, L., Lim, H., Padari, A., Tullus, H., Lundmark, T. (2021). Climate benefit of different tree species on former agricultural land in Northern Europe. *forests*, 12, 1810, strony 1-15.
92. Łotocka, B. (2023). Easy, fast, cheap, informative, and pretty - staining of plant sections with Mayer's mucicarmine and Lugol's reagent. *Acta Agrobotanica*, 76(767), strony 1-6.
93. Maciejowski, K. (1951). *Egzoty naszych lasów*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
94. Malmshiemer, R., Heffernan, P., Brink, S., Crandall, D., Deneke, F., Galik, C., Stewart, J. (2008). Forest management solutions for mitigating climate change in the United States. *J. For.*, 106(3), strony 115-173.
95. Mielczarek, Z. (1994). *Budownictwo drewniane*. Warszawa: Arkady.
96. Misztal, B. (2012). Dynamic parameters of the free vibrations of various wood species. *Architectus*, 1(31), 125-128.
97. Muñoz, G., da Cámara, T., i Fernández, B. (2024). Variation in physical properties and estimation of the density of thinned wood in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*). *European Journal of Wood and Wood Products*, 82, strony 1685-1696.
98. Murat, E. (2021). *Biblioteczka leśniczego. Daglezja zielona [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco]* (Tom 405). Warszawa: Wydawnictwo Świat.
99. Onisko, W. (1970). *Technologia płyt pilśniowych*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW-AR.
100. Panayotov, M., Tsvetanov, N., Tsavkov, E., Gogushev, G., Bebi, P., Zhelev, P., i Yurukov, S. (2019). Effect of Climate Change on the High-Mountain Tree Species and Their Genetic Resources in Bulgaria. In M. Šijačić-Nikolić, i e. a. (eds.), *Forests of Southeast Europe Under a Changing* (strony 429-447). Springer.
101. Pazdrowski, W. i Spława-Neyman, S. (1993). Badania wybranych właściwości drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na tle klas biologicznych w drzewostanie. *Folia Forestalia Polonica B*, 24, strony 133-145.
102. Pazdrowski, W. i Spława-Neyman, S. (1996). Budowa i fizyczna charakterystyka drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów w wieku przedrębnym, jako podstawa racjonalizacji przeznaczeń i wykorzystania surowca

- drzewnego. 10 Konferencja Naukowa wydziału Technologii Drewna SGGW „Drewno – tworzywo inżynierskie”, (strony 35-41).
103. Perić, S., Jazbec, A. M., Tijardović, M., Margaletić, J., Ivanković, M., Pilaš, I., i Medak, J. (2009). Provenance studies of Douglas fir in the locality of »Kontija« (Istria). *Periodicum Biologorum*, Vol. 111(4), strony 487-493.
104. Piszczek, M., Janusz, A. i Kuc, M. (2012). Ekonomiczne znaczenie obcych gatunków drzew na przykładzie daglezji i robinii na obszarze Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych w Katowicach, Krakowie i Krośnie. *Studia i Materiały CEPL*, 33, strony 102-112.
105. PN-63/D-04117. Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczanie współczynnika sprężystości przy zginaniu statycznym. (1963). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
106. PN-77/D-04100. Drewno. Oznaczanie wilgotności. (1977). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
107. PN-77/D-04101. Drewno. Oznaczanie gęstości. (1977). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
108. PN-77/D-04103. Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Oznaczanie wytrzymałości na zginanie statyczne. (1977). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
109. PN-77/D-04227. Drewno. Ogólne wytyczne pobierania i przygotowania próbek. (1977). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
110. PN-79/D-04102. Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien. (1979). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
111. PN-82/D-04111. Drewno. Oznaczanie skurczu i spęcznienia. (1982). Warszawa, Polska: Polski Komitet Normalizacyjny.
112. Podbielkowski, Z. (1985). *Słownik roślin użytkowych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
113. Pollet, C., Henin, J. M., Hébert, J., i Jourez, B. (2017). Effect of growth rate on the physical and mechanical properties of Douglas-fir in Western Europe. *Canadian Journal of Forest Research*.
114. Polman, J. E., i Militz, H. (1996). Wood quality of douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) from three stands in the Netherlands. *Ann Sci For*, 53, strony 1127-1136.
115. Przybysz, K. (2005). System kontroli jakości masy włóknistej. Cz. II. Wymiary i kształt włókien. *Przegląd Papierniczy*, 212-2016.
116. Puchałka, R., Paż-Dyderska, S., Jagodziński, A., Sádlo, J., Vítková, M., Klisz, M., Dyderski, M. (2023). Predicted range shifts of alien tree species in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*.
117. Remeš, J., i Zeidler, A. (2014). Production potential and wood quality of Douglas fir from selected sites in the Czech Republic. *Wood Research*, 59(3), strony 509-520.

118. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2012 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu sporządzania planu urządzenia lasu, uproszczonego planu urządzenia lasu oraz inwentaryzacji stanu lasu. 2112. Dz. U., poz. 1302.
119. Rutkowski, L. (2008). *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
120. Sagan, J. (2014). *Historia, stan i perspektywy hodowli daglezi zielonej (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) w Polsce. Rozprawa doktorska*. Warszawa.
121. Sagan, J., Wilczyński, S., Tomusiak, R., Potocki, M. i Zasada, M. (2013). Do daglezi trzeba przekonać. *Las Polski*, 6.
122. Sarapnää, P. (2003). Wood density and growth. Wood Quality and Its Biological Basis. *Blackwell Publishing*, strony 87-117.
123. SPDiNoPL; Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu. (2017). *Ekologiczne, gospodarcze i urzędzeniowe konsekwencje występowania wybranych gatunków drzew obcych w Polsce. Temat badawczy realizowany w latach 2013-2017 na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie*. Warszawa.
124. Spiecker, H. (2019). Executive summary. In H. Spiecker, M. Lindner, i J. Schuler, *What Science Can Tell Us. Douglas-fir – an option for Europe* (strony 13-16). European Forest Institute.
125. Spława-Neyman, S. i Owczarzak, Z. (2006). *Baza danych Vademecum - Daglezja jedlica (Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco)*. Dostęp 01.09.2020 z lokalizacji Instytut Technologii Drewna, Poznań: <https://www.itd.poznan.pl/pl/vademecum/daglezja-jedlica>
126. Stojanović, D., Matović, B., Orlović, S., Kržić, A., Trudić, B., Galić, Z., Pekeč, P. (2014). Future of the Main Important Forest Tree Species in Serbia from the Climate Change Perspective. *SEEFOR South-East European Forestry*, 5(2), strony 117-124.
127. Streit, K., Brang, P. i Frei, E. (2024). The Swiss common garden network: testing assisted migration of tree species in Europe. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, strony 1-15.
128. Szymanowski, T. (1959). Zagadnienie aklimatyzacji obcych drzew w Polsce. *Ochrona Przyrody*, 26, strony 261-319.
129. Thurm, E., Hernandez, L., Baltensweiler, A., Ayan, S., Rasztovits, E., Bielak, K., . . . Falka, W. (2018). Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*, 430, strony 485-497.
130. TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>.
131. Tomczak, A., Jelonek, T. i Zoń, L. (2010). Porównanie wybranych właściwości fizycznych drewna młodocianego i dojrzałego sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów rębnych. *Sylvan*, 154(12), strony 809-817.

132. Uchwała nr XXXII/249/2022 Rady Miejskiej w Bardzie z dnia 30 marca 2022 r. w sprawie ustanowienia pomnika przyrody.
133. Ustawa z 11.08.2021 o gatunkach obcych. Dz.U. 2023, poz. 1589, z późn. zm.
134. Ustawa z 16.04.2004 o ochronie przyrody. Dz.U. 2024, poz. 1089, z późn. zm.
135. Vacek, Z., Vacek, S. i Cukor, J. (2023a). European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332.
136. Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Gallo, J., Bažant, V., i Zeidler, A. (2023b). Role of black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) in European forests modified by climate change. *European Journal of Forest Research*, 142, strony 1239-1258.
137. van Loo, M., i Dobrowolska, D. (2019). Current situation and Douglas-fir's role in European forest in the 21st century. In H. Spiecker, M. Lindner, i J. Schuler, *What Science Can Tell Us . Douglas-fir - an option for Europe* (Vol. 9, strony 26-32). European Forest Institute.
138. Wagenführ, R., i Scheiber, C. (1974). *Holzatlas*. Leipzig: VEB Fachbuchverlag.
139. Wąsik, R. (2007a). Variability of the share of heartwood on the stem cross-section of douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *Viridis* Franco) in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar*, 6(4), strony 71-79.
140. Wąsik, R. (2007b). Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *Viridis* Franco) na terenie Polski. *Drewno - Wood*, vol. 50(178), strony 57-85.
141. Wąsik, R. (2010). Związki między wybranymi parametrami korony a cechami makrostruktury i gęstością drewna daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco). *Sylvan*, 154(11), strony 783-790.
142. Wąsik, R. i Michalec, K. (2010). Zmienność wybranych cech morfologicznej budowy drzew daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *Viridis* Franco) w Polsce. *Acta Agraria et Silvestria*, Vol. XLVIII.
143. Wdowiak, A. (2017). Struktura drewna konstrukcyjnego. *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury*, 64(4/17), strony 365-380.
144. Wegst, U. (2006). Wood for sound. *American Journal of Botany*, 93(10), strony 1439-1448.
145. Wertz, B., i Wilczyński, S. (2022). Predicting changes in forest growing season (FGS) in the transitional climate of Poland on the basis of current grid datasets. *forests*, 13, strony 1-16.
146. Wessely, J., Essl, F., Fiedler, K., Gattringer, A., Hülber, B., Ignateva, O., Seidl, R. (2024). A climate-induced tree species bottleneck for forest management in Europe. *Nature Ecology i Evolution*, 8, strony 1109-1117.
147. Winter, S., Höfler, J., Michel, A. K., Böck, A., i Ankerst, D. P. (2015). Association of tree and plot characteristics with microhabitat formation in European beech and Douglas-fir forests. *Eur J Forest Res*(134), strony 335-347.

148. Witkowska, J. (1997). Regionalna zmienność gęstości sosny zwyczajnej. *11 Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW*. Warszawa.
149. Witkowska, J. i Lachowicz, H. (2013). Zmienność gęstości umownej drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w zależności od wybranych czynników. *Sylwan*, 157(5), strony 336-347.
150. Witkowska-Żuk, L. (2013). *Rośliny leśne*. Warszawa: MULTICO Oficyna Wydawnicza.
151. Zajączkowski, J., Brzeziecki, B., Perzanowski, K. i Kozak, I. (2013). Wpływ potencjalnych zmian klimatycznych na zdolność konkurencyjną głównych gatunków drzew w Polsce. *Sylwan*, 157(4), strony 253-261.
152. Zarzyński, P. i Tomusiak, R. (2014). *90 drzew - okazy niezwykle*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
153. Zarzyński, P., Tomusiak, R. i Borkowski, K. (2016). *Drzewa Polski. Najgrubsze - najstarsze - najśłynniejsze*. Warszawa: PWN.
154. *Zasady hodowli lasu*. (2023). Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
155. Zawadzka, K., i Kozakiewicz, P. (2019). The radial variation of the selected physical and mechanical properties of Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst) wood from the provenance area in Głuchów. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology*, 105, 133-143.
156. Zeidler, A., Borůvka, V., i Schönfelder, O. (2018). Comparison of wood quality of Douglas Fir and Spruce from afforested agricultural land and permanent forest land in the Czech Republic. *Forests*, 9(13), strony 1-12.
157. Ziemiańska, M., Kalbarczyk, R., Bilous, A. i Leshchenko, O. (2019). Redukcja przyrostów rocznych daglezji zielonej i sosny pospolitej w zależności od warunków termiczno-pluwialnych w Nadleśnictwie Kędzierzyn. *Sylwan*, 163(3), strony 198-208.