



UNIwersytet  
PRZYRODniczy  
WE WROcławiu

**WYDZIAŁ PRZYRODniczo-TECHNOLOGICZNY**

Instytut Agrokologii i Produkcji Roślinnej

mgr inż. Magdalena Biernacik-Rdzanek

**Kształtowanie cech użytkowych murawy  
intensywnie eksploatowanej po zastosowaniu  
biopreparatu i haloizytu**

The utility value evaluation of intensively exploited turf  
after the application of biopreparation and halloysite

**Promotor pracy:**  
Prof. dr hab. inż. Karol Wolski

Wrocław, 2020

*Składam serdeczne podziękowania Panu Promotorowi **prof. dr hab. Karolowi Wolskiemu** za kierownictwo naukowe, życzliwość oraz cenne wskazówki podczas realizacji niniejszej pracy doktorskiej.*

*Dziękuję Pracownikom Instytutu za wszelką okazaną pomoc oraz mojemu mężowi Maciejowi za wyrozumiałość i ogrom wsparcia.*

## Spis treści:

1. WSTĘP I CEL PRACY .....	5
2. PRZEGLĄD LITERATURY .....	7
3. MATERIAŁ I METODY BADAŃ .....	25
3.1. Charakterystyka rejonu badań .....	25
3.1.1. Warunki klimatyczne .....	26
3.1.2. Warunki glebowe .....	29
3.1.2.1. Właściwości fizyczne gleby .....	29
3.1.2.2. Właściwości chemiczne gleby .....	33
3.2. Charakterystyka doświadczenia .....	35
3.2.1. Opis doświadczenia .....	35
3.2.2. Pratoteknika doświadczenia .....	37
3.3. Metody analizy wartości użytkowej muraw sportowych .....	39
3.3.1. Ocena wschodów traw .....	39
3.3.2. Metoda bonitacyjna .....	39
3.3.3. Metoda funkcjonalna .....	42
3.3.4. Analiza profilu darniowego .....	44
3.4. Metody statystycznej oceny wyników .....	44
4. WYNIKI BADAŃ .....	45
4.1. Wschody traw w warunkach kontrolowanych .....	45
4.2. Ocena bonitacyjna .....	47
4.2.1. Aspekt ogólny (Ao) .....	48
4.2.2. Zadarnienie (Z) .....	54
4.2.3. Kolor (K) .....	61
4.2.4. Podatność na choroby (Pch) .....	68
4.2.5. Delikatność liścia (Dl) .....	74
4.2.6. Przewijanie (P) .....	80
4.3. Ocena funkcjonalna .....	85
4.3.1. Sztywność (Szt) .....	86
4.3.2. Sprężystość (Spr) .....	92
4.3.3. Odbojność (O) .....	98
4.3.4. Ścinanie (Ś) .....	104
4.4. Analiza profilu darniowego murawy sportowej .....	110

4.4.1. Grubość warstwy filcu .....	111
4.4.2. Grubość poziomu darniowego .....	114
4.4.3. Zasięg głównej masy korzeniowej .....	118
4.4.4. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego .....	122
4.4.5. Liczba węzłów krzewienia.....	126
4.4.6. Liczba pędów wegetatywnych.....	129
4.4.7. Liczba blaszek liściowych .....	133
4.5. Analiza składu gatunkowego murawy na bieżni głównej.....	137
4.6. Analiza zagęszczenia wierzchniej warstwy podłoża wegetacyjnego.....	138
5. DYSKUSJA .....	140
6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....	148
BIBLIOGRAFIA .....	153
SPIS TABEL .....	170
SPIS RYSUNKÓW .....	174
SPIS FOTOGRAFII .....	179

## 1. WSTĘP I CEL PRACY

Wyścigi konne to lukratywna dyscyplina sportu, nieustannie zyskująca coraz większą popularność, również w Polsce. Murawom o przeznaczeniu sportowym, z uwagi na przyjęty typ użytkowy, stawia się wysokie wymagania względem ich parametrów jakościowych. Pojęcie muraw sportowych ma bardzo szerokie znaczenie, w którym mieszczą się nawierzchnie o różnym przeznaczeniu i stopniu eksploatacji. Największym obciążeniom podlegają murawy na torach wyścigów konnych. Rodzaj nawierzchni, na jakiej odbywają się wyścigi, w dużym stopniu determinuje bezpieczeństwo koni i jeźdźców. Chociaż przyczyny urazów koni są wieloczynnikowe, autorzy [Setterbo i in. 2009; Rosanowski i in. 2018, Hitchens i in. 2019a] wskazują na duże znaczenie nawierzchni wśród pozostałych przyczyn, dlatego zarządzanie powierzchniami wyścigowymi ma duży potencjał w redukcji ryzyka wystąpienia obrażeń.

Odpowiednio przygotowane podłoże oraz właściwie prowadzone zabiegi pielęgnacyjne mają znaczący wpływ na utrzymanie wysokich parametrów jakościowych darni. Murawy intensywnie eksploatowane, na torach wyścigów konnych, narażone na nacisk, wycieranie i ścinanie wymagają szybkiej regeneracji, w celu zapewnienia pozytywnego odbioru wizualnego zawodów oraz wpływając na poprawę ich bezpieczeństwa [Aldahir i McElroy 2014]. Dla utrzymania wysokiej jakości silnie eksploatowanych muraw, wykorzystuje się środki chemiczne oraz intensywne nawożenie. Na tego typu obiektach szczególnie istotne jest wykorzystanie produktów naturalnych - biostymulatorów, umożliwiających ograniczenie stosowania środków negatywnie oddziałujących na środowisko naturalne, a także będących bezpiecznymi dla zwierząt.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki analizy cech użytkowych oraz funkcjonalnych murawy bieżni głównej toru wyścigów konnych, po zastosowaniu biopreparatu na bazie ekstraktu z alg morskich *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil. Dodatkowo podjęto badania nad wykorzystaniem biopreparatu w połączeniu w haloizytem, będącym minerałem ilastym o dużych właściwościach sorpcyjnych [Matusik 2014]. Nanorurki haloizytu uznawane są za jeden z najbardziej obiecujących, naturalnych materiałów do zastosowania jako nośnik [Jin i in. 2019].

W prawodawstwie europejskim coraz większą rolę odgrywa polityka innowacyjności [Kachel-Jankowska i in. 2015], a możliwości nanonauki i potencjalnego wykorzystania nanomateriałów w praktyce m. in. w naukach przyrodniczych są duże i wysoce preferowane.

W pracy wykorzystano substancje pochodzenia naturalnego, co z punktu widzenia ekologii środowiska oraz działań mających na celu minimalizację chemizacji środowiska, jest ich niewątpliwą zaletą.

Celem pracy była ocena wpływu stosowania biopreparatu na bazie ekstraktu z *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil, haloizytu oraz połączenia biopreparatu z haloizytem na wartość wybranych cech użytkowych i funkcjonalnych murawy intensywnie eksploatowanej. Drugim analizowanym czynnikiem kształtującym wartość użytkową i funkcjonalną murawy toru wyścigów konnych, była odległość (do 10 metrów i powyżej 10 metrów) od kanatu - wewnętrznej krawędzi toru, związana z różnym stopniem zagęszczenia podłoża oraz obciążenia murawy. Dodatkowym celem badań było określenie wpływu stosowanych w doświadczeniu substancji na wschody życicy trwałej w warunkach kontrolowanych.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

Wszechobecność traw sprawia, że trudno wyobrazić sobie bez nich szatę roślinną Ziemi. Trawy (*Poaceae*) stanowią jedną z najliczniejszych w gatunki rodzinę roślin okrytonasiennych [Frey 2000], na którą składa się blisko 10 000 gatunków, z czego we florze Polski odnotowano występowanie ponad 300 gatunków [Mirek i in. 2002; Kozłowski 2012]. Około 25-45% całej roślinności świata stanowią trawy, będące stałym elementem większości zbiorowisk roślinnych [Balcerkiewicz 2007, Trąba 2014]. Występują niemal w każdym środowisku, od równika po regiony polarne; spośród roślin kwiatowych, sięgają najdalej ku biegunom kuli ziemskiej [Jacobs i in. 2008].

Kosmopolityczny charakter traw oraz duże możliwości adaptacji ekologicznej ułatwiają im przetrwanie w trudnych warunkach, zarówno środowisk naturalnych, jak i tych związanych z działalnością człowieka [Stebbins 1956; Frey 2007]. Występowanie oraz zastosowanie traw można rozpatrywać na wiele sposobów. Wchodząc w skład naturalnych i półnaturalnych fitocenoz, pełnią funkcje ekologiczne i krajobrazotwórcze [Wysocki i Sikorski 2014; Stypiński 2016]. Tereny zadarnione mają wpływ na kształtowanie klimatu w wymiarze globalnym jak i w przestrzeni bliskiej człowiekowi, łagodząc klimat lokalny [Peeters 2009]. Trawy są nieodłącznym komponentem w procesie kształtowania terenów zieleni miejskiej, stanowią niemal integralną część założeń parkowych, ogrodowych oraz zieleni osiedlowej, mając znaczący wpływ na formowanie panoram i widoków miast [Trzaskowska i Adamiec 2010; Ignatieva i Ahrne 2013; Ignatieva i in. 2017]. Obecność terenów zadarnionych w bezpośrednim sąsiedztwie człowieka w sposób naturalny przyczynia się do wykorzystania ich w celach rekreacyjno – sportowych. Trawniki, w porównaniu do innych nawierzchni, zapewniają większe bezpieczeństwo podczas czynnego wypoczynku, rekreacyjnego i zawodowego uprawiania sportów na obiektach takich jak pola golfowe, boiska piłkarskie czy tory wyścigów konnych [Chivers 2008; Swan i in. 2009]. Mnogość form pozwala również na wykorzystanie traw jako roślin ozdobnych; trawy rabatowe charakteryzują się ciekawym pokojem, kolorystyką blaszek liściowych oraz atrakcyjnymi kwiatostanami [Urbański 2001].

Trawy są grupą roślin o szerokiej zmienności genetycznej w populacji danego gatunku i dużych zdolnościach adaptacyjnych. Wysoki poziom odziedziczalności wielu właściwości sprzyja ciągłej hodowli traw zbożowych, pastewnych i trawnikowych (gazonowych) [Duller i in. 2010].

## **Trawy gazonowe – charakterystyka gatunków wykorzystywanych przy zakładaniu trawników o intensywnym profilu użytkowania**

Trawy gazonowe stanowią unikalną grupę roślin o wyjątkowych właściwościach biologicznych, szeroko wykorzystywaną w zadarnianiu powierzchni o różnym przeznaczeniu. Odmiany gazonowe w przeciwieństwie do pastewnych odznaczają się niską produkcją biomasy, tworzeniem zwartej darni oraz wolnym tempem odrastania po koszeniu. Najwyższą wartość uzyskuje się utrzymując je w stadium wegetatywnym, ponieważ wykształcanie pędów generatywnych hamuje ich krzewienie [Feuerstein 1994; Kozłowski 2012], tym samym obniżając wartość użytkową trawnika.

Ze wszystkich gatunków traw występujących na świecie tylko niewielka część ma zastosowanie gospodarcze (trawnikowo-nasienne) [Martyniak 2003]. Według Wspólnego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych z 2019 roku, spośród 28 gatunków traw hodowanych na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej, miano traw gazonowych posiada 19 gatunków, wśród których występuje ponad 1000 wyspecjalizowanych odmian (Dz. Urz. UE C 13, z dnia 11.01.2019). Według Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (COBORU), w Polsce w 2019 roku, na Liście Odmian Roślin Rolniczych wpisanych do krajowego rejestru znajdowało się 19 gatunków traw. Wyróżniono wśród nich 12 gatunków reprezentowanych przez 101 odmian określanych jako nieprzeznaczone do uprawy na cele pastewne, a użytkowanych właśnie jako trawy gazonowe [COBORU 2019].

Decydujące kryterium w procesie selekcji odmian stanowią cechy morfologiczne i biologiczne, jak również warunki klimatyczno-glebowe [Trzaskowska i Adamiec 2012]. Dobór komponentów do mieszanek jest niezwykle istotny, ponieważ trwałość murawy w dużym stopniu zależy od jej składu gatunkowego [Harkot i Czarnecki 1999; Newell i Wood 2000; Grabowski i in. 2002, Grabowski i in. 2010]. W zależności od przeznaczenia i sposobu użytkowania trawnika wykorzystuje się różne gatunki oraz odmiany traw o określonych właściwościach, co w sposób bezpośredni determinuje sposób ich pielęgnacji i eksploatacji.

Prończuk [1998], wyróżnił trzy główne typy trawników pod względem sposobu ich użytkowania: ekstensywne, umiarkowanie intensywne oraz intensywne. Określone typy różnią się przygotowaniem podłoża, poziomem nawożenia i nawadniania oraz częstotliwością i wysokością koszenia. Dodatkowymi elementami różnicującymi są regulacje stosunków powietrzno-wodnych w podłożu, terminy siewu oraz



prawdopodobieństwo wystąpienia stresów o charakterze biotycznym i abiotycznym. Murawy o typie użytkowania ekstensywnym „Eko” i „Park”, odznaczają się najmniejszą intensywnością pielęgnacji i eksploatacji. Zakładane są głównie ze względu na pełnione funkcje ekologiczne; to tzw. trawniki niskonakładowe. Typ „Relaks” średnionakładowy, o umiarkowanie intensywnym użytkowaniu, uwzględnia trawniki reprezentacyjne, dywanowe i przydomowe. Tworzy murawy o zwartej i jednolitej darni oraz wysokich walorach wizualnych. Najbardziej wymagającym typem są trawniki o użytkowaniu intensywnym „Sport”. Przy zakładaniu tych wysokonakładowych muraw, konieczne jest odpowiednie przygotowanie podłoża glebowego oraz przestrzeganie programu zabiegów pielęgnacyjnych, w celu utrzymania wysokich parametrów jakościowych darni. Częste i niskie koszenie oraz intensywna eksploatacja muraw sportowych sprawia, iż wymagane jest ich intensywne nawożenie, a spływanie głębokości systemu korzeniowego wymaga systematycznego nawadniania [Jankowski 2008].

Specyficzny charakter eksploatacji muraw sportowych nie pozwala na wykorzystanie dowolnych gatunków i odmian traw gazonowych. Istnieje grupa taksonów przeznaczonych do zakładania muraw intensywnie eksploatowanych. Trawy gazonowe jako jedyne wykorzystywane są w sporcie, ponieważ dzięki posiadanym cechom morfologicznym, minimalizującym skutki intensywnego użytkowania, zwiększają atrakcyjność muraw [Puhalla i in. 1999]. Rodzaje traw gazonowych przeznaczonych na tereny sportowe zależą od sposobu użytkowania darni [Domański i in. 2011], a także od panujących warunków klimatycznych [Salehi i Khosh-Khui 2004]. W strefie klimatu umiarkowanego najczęściej wykorzystuje się życicę trwałą (*Lolium perenne* L.), wiechlinę łąkową (*Poa pratensis* L.), kostrzewę czerwoną (*Festuca rubra* L.) i kostrzewę trzcinową (*Festuca arundinacea* Schreb.), rzadziej wiechlinę zwyczajną (*Poa trivialis* L.) i życicę wielokwiatową (*Lolium multiflorum* Lam.) [Sherratt i in. 2001; Salehi i Khosh-Khui 2004]. W warunkach klimatycznych Polski, fundamentalne znaczenie w kształtowaniu muraw sportowych mają dwa gatunki traw gazonowych życica trwała i wiechlina łąkowa wraz z ich licznymi odmianami. Jako gatunek uzupełniający stosowana jest kostrzewa czerwona [Czarnecki 2002; Thorogood 2003; Larsen i Bibby 2004; Kozłowski 2007; Wolski i in. 2015].

Według krajowego rejestru odmian roślin uprawnych, prowadzonego przez COBORU, w 2019 roku zarejestrowanych było 15 odmian gazonowych *Poa pratensis*, 28 odmian gazonowych *Festuca rubra* oraz 33 odmiany gazonowe *Lolium perenne*;

Życica trwała jest gatunkiem podlegającym stosunkowo łatwej hodowli twórczej, czego efektem jest duża liczba wyspecjalizowanych odmian [Domański i Golińska 2003]. Odmiany tego gatunku różnią się między sobą głównie pod względem cech użytkowych, takich jak zadarnienie, tempo odrastania (przyrost biomasy po skoszeniu), kolor, stopień przetrzymywania oraz odpornością na choroby i szkodniki [Grabowski i in. 2003]. Wzrost początkowy życicy trwałej jest bardzo szybki. Optymalne warunki do wzrostu i rozwoju *Lolium perenne* znajdują się w przedziale temperaturowym 20-25°C. Jak podają Rutkowska i Stypiński [2003] w normalnych warunkach wilgotnościowych i termicznych wschody następują 5-8 dni po wysiewie, a według Kozłowskiego [2012], w optymalnych warunkach nawet po 4 dniach od wysiewu nasion. Również w literaturze światowej podkreślana jest duża dynamika wzrostu życicy trwałej w pierwszej fazie wzrostu [Lamp i in. 2001; Fry i Huang 2004]. Dzięki dobrze rozwiniętym korzeniom, również w układzie horyzontalnym (do 45 cm) [Kozłowski 2012] tworzona darni odporna jest na ugniatanie i rozrywanie, co umożliwia wykorzystanie życicy trwałej przy zadarnianiu powierzchni przeznaczonych do intensywnej eksploatacji. Według badań przeprowadzonych przez Rutkowską i Stypińskiego [2003], jedna roślina tego gatunku, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu nawożenia azotowego może wytworzyć kępę liczącą do 400 pędów wegetatywnych. Wytwarzanie dużej liczby skróconych pędów wegetatywnych, szybkie i wyrównane wschody, jak również silnie rozwinięty system korzeniowy decydują o wysokiej przydatności życicy trwałej do zadarniania terenów sportowych [Sampoux i in. 2012]. Murawy założone na bazie tego gatunku, w krótkim czasie, po 2-3 miesiącach od wysiewu nasion, nadają się do użytkowania [Harkot i Czarnecki 2000]. Z tego względu, z powodzeniem wykorzystywane są do obsiewu miejsc uszkodzonych [Grabowski i in. 2003] na obiektach takich jak boiska piłkarskie czy tory wyścigów konnych. Odmiany hodowlane *L. perenne* charakteryzują się stosunkowo wolnym tempem odrastania po koszeniu [Harkot i in. 2015], jednak w celu utrzymania wysokich walorów użytkowych darni, w tym wysokiego stopnia zadarnienia, konieczne jest regularny odbiór biomasy. Brak lub zbyt późne koszenie, prowadzi do tworzenia pędów generatywnych, zahamowania krzewienia i osłabienia żywotności, co może skutkować ustąpieniem życicy ze struktury darni [Rutkowska i Pawluśkiewicz 1996]. *L. perenne* wykazuje właściwości nitrofilne, odpowiednio nawożona wytwarza darni, o pożądanym ciemnozielonym kolorze [Frey 2007]. Jest gatunkiem światłolubnym, wrażliwym na niekorzystne warunki wilgotnościowo-termiczne takie jak posuchy letnie, przygruntowe przymrozki, mroźne, bezśnieżne zimy oraz długo zalegającą okrywą śnieżną [Thorogood 2003; Trąba i Grzegorzczak 2003]. Zdolność

i tempo regeneracji życicy zależy od dostępności wody i azotu w glebie [Kozłowski i. in. 1998; Warda 2000].

Życica trwała dzięki wielu korzystnym cechom stanowi cenny składnik mieszanek do zakładania nawierzchni intensywnie użytkowanych. Wolski i in. [2006], określili 50% udział *L. perenne* w mieszance jako najkorzystniejszy w przypadku intensywnie użytkowanej murawy piłkarskiej. Dominująca w składzie mieszanki życica trwała, może wykazywać właściwości allelopatyczne, tym samym zmniejszając przeżywalność siewek wiechlina łąkowej [Proctor i in. 2015], dlatego należy uwzględniać właściwe proporcje gatunków i ich odmian w mieszance, aby nie stworzyć zbyt dużej konkurencji dla gatunków wolniej rozwijających się.

Wiechlina łąkowa jest gatunkiem szeroko wykorzystywanym w zadarnianiu powierzchni o różnym przeznaczeniu, w tym muraw sportowych [Kozłowski i in. 2000; Fan i in 2009]. Cechuje się długim okresem wschodów, zwykle 28 dni po siewie nasion. Jest gatunkiem trwałym, jednak do pełni rozwoju dochodzi po 2-3 latach od wysiewu [Kozłowski 2012]. Wiechlina łąkowa ze względu na niską konkurencyjność w pierwszych latach wzrostu, może zostać zagłuszana przez inne gatunki traw, jak podaje Dunn i in. [2002] nawet 50-85% udział wiechlina w początkowym składzie mieszanki życicowo-wiechlinowej może zostać zdominowany przez życicę. Pomimo tych cech wiechlina łąkowa jest pożądanym komponentem darni, ma bardzo dobrze rozwinięty system korzeniowy, a struktura rozłogowo-luźnokępowa wzrostu zapewnia stabilną, mocną darni [Kozłowski 2012; Proctor i in. 2015]. Jest gatunkiem o wysokich zdolnościach darniotwórczych i dużej liczbie skróconych pędów wegetatywnych oraz delikatnych ciemno-zielonych, szmaragdowych blaszkach liściowych [Casler i Duncan 2003]. *Poa pratensis* odznacza się szybkim rozpoczęciem wegetacji wiosną i zimotrwałością [Prończuk 1998]. Jest światłolubna, jednak jak podają Prokopiuk i Żurek [2011] istnieją wyselekcjonowane typy znoszące umiarkowane zacienienie. Jest gatunkiem odpornym na niekorzystne warunki wilgotnościowo-termiczne [Kozłowski 2012], dobrze reaguje na nawożenie wieloskładnikowe, jednak przy braku azotu w glebie, może zostać wyparta przez inne gatunki (np. kostrzewę czerwoną) [Domański 2002]. Znosi częste i niskie koszenie, a także ugniatanie i udeptywanie, które nie obniża jej żywotności. Wykorzystywana w mieszankach sportowych zapewnia mocną, gęstą, wyrównaną i sprężystą nawierzchnię amortyzującą upadki, szybką regenerację oraz zimotrwałość darni.

Kolejnym gatunkiem jest kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*), z powodzeniem wykorzystywana jako składnik mieszanek do zakładania muraw sportowych [Domański 2002]. Poza obiektami sportowymi, trawa ma bardzo szerokie spektrum zastosowań. Prończuk [1994] wymienia ten gatunek jako jeden z najczęściej wykorzystywanych do tworzenia mieszanek gazonowych. Jest to jednocześnie jeden z najbardziej rozpowszechnionych gatunków na terenie całego kraju [Kozłowski 2012]. Charakterystyczną cechą kostrzewy czerwonej jest bardzo wąska i delikatna blaszka liściowa. Ta właściwość minimalizująca transpirację, połączona z silnie rozwiniętym systemem korzeniowym kostrzewy czerwonej sprawia, że jest to trawa odporna na suszę i wysokie temperatury latem [Gajda i Hempek 1997; Kozłowski 2012]. Po ustaniu niekorzystnych warunków szybko odbudowuje darń [Kanapeckas i in. 2008]. Jest to gatunek pionierski terenów trudnych, dobrze znoszący stanowiska ubogie w potas [Kozłowski 2012]. W optymalnych warunkach temperaturowych od 17°C do 19°C, proces kiełkowania zajmuje 10-11 dni. W pierwszym roku po wysiewie kostrzewa czerwona nie jest konkurencyjna natomiast w drugim i kolejnych latach jej konkurencyjność wzrasta. Ponadto kostrzewa czerwona wykazuje właściwości allelopatyczne co może skutkować powstawaniem monogatunkowych płatów roślinności [Kozłowski 2012; Bostan i in. 2013]. Rozpoczyna wegetację wczesną wiosną i kończy ją późną jesienią [Kozłowski 2012]. Dzięki temu ta niska trawa zachowuje swoją soczysto zieloną barwę przez cały sezon aż do października – listopada [Domański 2002]. Kolejną ważną cechą przemawiającą za wykorzystaniem kostrzewy czerwonej do założeń sportowych jest jej system korzeniowy. System korzeniowy kostrzewy czerwonej, po życicy trwałej jest najbardziej odporny na rozrywanie. Ponadto znosi ona umiarkowane udeptywanie i pomimo iż jest to gatunek o dużych wymaganiach świetlnych także umiarkowane zacienienie. Czynnikiem ograniczającym występowanie kostrzewy czerwonej na obiektach sportowych użytkowanych przez zwierzęta mogą być ich płynne odchody. Pod ich wpływem kostrzewa ustępuje z runi [Kozłowski 2012]. Duża zmienność morfologiczna w obrębie gatunku *F. rubra* sprawiła, że wyróżniono trzy podgatunki o zróżnicowanej charakterystyce wzrostu [Żyłka i in. 2001, Kozłowski 2012]: Ssp. Genuina Hack. - rozłogowa, Ssp. Trichophylla Gaud. - półrozłogowa, Ssp. Commutata Gaud. - kępowa. Ostatni z wymienionych podgatunków znajduje zastosowanie przy zakładaniu trawników ozdobnych. Podgatunki genuina i trichophylla, dzięki podziemnym rozłogom, wytwarzanym w różnym stopniu, tworzą bardzo silną i zwartą murawę [Kozłowski i in 1998]. Polecane są zatem do zakładania trawników sportowych o intensywnym profilu użytkowania.

Przy tworzeniu muraw sportowych przeznaczonych do zawodowego uprawiania sportu, w celu uzyskania najlepszych właściwości wizualnych i funkcjonalnych, stosuje się mieszanki złożone z kilku gatunków i odmian traw gazonowych [Christians i in. 2016; Kazimierska i in. 2016]. Najczęściej stosuje się mieszanki wyżej wymienionych gatunków. Komponując ich skład wykorzystuje się trawy o różnej biologii wzrostu, które uzupełniając się wzajemnie pozwalają uzyskać darń o zadanych parametrach.

### **Nawierzchnie torów wyścigów konnych**

Pojęcie muraw sportowych ma bardzo szerokie znaczenie, mieszczą się w nim murawy o różnym przeznaczeniu i stopniu eksploatacji. Każda dyscyplina sportowa stawia różne wymagania, co do jakości darni. Począwszy od najbardziej wymagających pod względem pielęgnacji (green) pól golfowych, kortów tenisowych, czy boisk do hokeja na trawie, gdzie niewielki błąd w pratotechnice spowodować może obniżenie jakości darni utrudniając, a nawet uniemożliwiając grę zawodnikom [James 2015; McCarty 2018]. Poprzez murawy boisk piłkarskich, gdzie wymaganymi cechami są zwarta, niska darń zapewniająca odpowiednie warunki do toczenia i prowadzenia piłki oraz przepuszczalność podłoża [Wolski i in. 2006; Samaranyake i in. 2008]. W przeciwieństwie do twardej nawierzchni kortów tenisowych, na tego typu obiektach murawa musi zachować odpowiednią sprężystość, w celu zapewnienia bezpieczeństwa zawodnikom. Aż do muraw, które podlegają największym obciążeniom, czyli na torach wyścigów konnych.

Wyścigi konne to lukratywna dyscyplina sportu, nieustannie zyskująca coraz większą popularność, również w Polsce. Według raportu International Federation of Horseracing Authorities (IFHA) nagrody pieniężne za wyścigi na całym świecie sięgają prawie 3,5 miliarda euro rocznie, podczas gdy światowy przemysł bukmacherski generuje ponad 116 miliardów euro przychodu rocznie [dane z dnia: 16.09.2019]. Jest to sport o charakterze globalnym, posiadający swój wymiar regionalny i lokalny [Wincewicz-Bosy 2011]. Uważany jest za jedną z najstarszych dyscyplin sportowych na świecie [Vamplew 2016] i zgodnie z pierwotną ideą, wyścigi konne stanowią próbę dzielności koni. Umożliwiają właściwe wyselekcjonowanie osobników najdzielniejszych spośród koni danej rasy, celem ulepszenia materiału genetycznego i dalszej hodowli [Sobczyńska 2007; Łojek i in. 2014; Rooney i in. 2018]. Sport ten polega na bezpośrednim współzawodnictwie dosiadających koni jeźdźców. Forma wyścigów konnych może różnić się znacząco w obrębie wielu czynników. Według § 2 pkt. 1 4 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia

24 marca 2016 r. w sprawie regulaminu wyścigów konnych (Dz. U. z 2016 r. poz. 536) dopuszczane do wyścigów są konie czterech ras: pełnej krwi angielskiej, arabskiej czystej krwi, półkrwi i kłusaki. Oprócz ras biorących udział w gonitwie, czynnikami różnicującymi są płeć, waga noszona przez konia, pokonywany dystans oraz chód jakim koń powinien się poruszać podczas wyścigu. Ze względu na warunki techniczne, wśród gonitw galopem wyróżnia się biegi płaskie, z płotami i z przeszkodami, a wśród gonitw kłusem biegi w zaprzęgu (koń w sulce i powożący) oraz pod siodłem. Klasyfikacja torów pod względem nawierzchni w literaturze światowej różni się od tej przyjętej przez ustawodawcę w Polsce, przyjmując podział na nawierzchnie piaskowe (dirt), syntetyczne (all-weather) i trawiaste (turf) [Clarke 2009; Setterbo i in. 2013; Symons i in. 2014; Tarajko-Kowalska 2018]. W Polsce nawierzchnie torów wyścigowych dzielą się na trawiaste, piaskowe i trawiasto-piaskowe. Obecnie na terenie kraju działają cztery tory wyścigowe: we Wrocławiu – Tor wyścigów konnych Partynice, w Warszawie – Tor wyścigów konnych Służewiec, w Sopocie – Hipodrom Sopot oraz prywatny tor w podkrakowskim Buczkowie. Jak podaje IFHA co trzy minuty na świecie odbywa się wyścig, w 2017 roku odbyło się ponad 140 tysięcy wyścigów płaskich, a w samej Polsce ponad 500 [IFHA 2017]. Wyścigi konne zaliczane są do sportów wysokiego ryzyka, uważane za jeden z najniebezpieczniejszych sportów [O'Connor i in. 2017; Fortina i in. 2019].

Rodzaj nawierzchni, na jakiej odbywają się wyścigi, w dużym stopniu determinuje bezpieczeństwo koni i jeźdźców. Według MacKinnon i in. [2014] czynniki przyczyniające się do występowania kontuzji można podzielić na te związane z samym koniem (wiek, płeć, powrót do wyścigów po przerwie, dotychczasowe kontuzje), z trenerem, torem treningowym i wyścigowym (nawierzchnia, utrzymanie, temperatura, wilgotność, twardość, klasa wyścigu i jego długość) oraz samym dżokejem i jego doświadczeniem [Hitchens i in 2019]. Przyczyny urazów koni są wieloczynnikowe, wyniki badań wskazują na duże znaczenie nawierzchni wśród pozostałych przyczyn, dlatego zarządzanie powierzchniami wyścigowymi ma duży potencjał w redukcji ryzyka obrażeń [Setterbo i in. 2009; Rosanowski i in. 2017; Rosanowski i in. 2018, Hitchens i in. 2019a]. Na arenie międzynarodowej wykazano, że stan torów jest istotnym czynnikiem ryzyka wystąpienia wypadków podczas wyścigów [Clarke 2009; Setterbo i in. 2013]. Ponieważ nawierzchnia toru jest elementem, którym można manipulować, zrozumienie relacji między typem powierzchni a urazami, przydatne jest z punktu widzenia praktycznego zmniejszenia liczby urazów [Setterbo i in. 2013; Monaco 2018]. Na właściwości funkcjonalne nawierzchni ma

wpływ nie tylko jej rodzaj, ale sposób jej pielęgnacji, temperatura, wilgotność czy twardość [MacKinnon i in 2014]. Twardość jest czynnikiem kluczowym w instalacji i zarządzaniu torami wyścigowymi o nawierzchni darniowej i bezdarniowej (piaskowe i syntetyczne). Większe ryzyko kontuzji na torach zbyt twardych związane jest z większym obciążeniem kończyn, generowanym przez opór podłoża w trakcie biegu [Clarke 2009]. Podłoże zbyt miękkie, w osi pionowej, może być męczące dla koni [Thomason i Peterson 2008]. Odpowiednio twarde tor powinien zachować swoją sprężystość w każdych warunkach pogodowych i na całej długości. Badania nad odpowiednią twardością torów – zdolnością do absorpcji uderzenia prowadzone są z wykorzystaniem, szeroko stosowanego w Australii i Nowej Zelandii, młota Clegga o masie 2,25kg upuszczanego z wysokości 450 mm. Prawidłowy wynik badania, wyrażany w jednostkach Gmax, powinien mieścić się w zakresie 50 – 100. Odpowiednia nawierzchnia powinna stawiać opór amortyzujący uderzenia i szybko się regenerować, nie ulegając degradacji i odzyskując wyjściowe właściwości po ustąpieniu działania siły odkształcającej [Clarke 2009; Mohajerani i in. 2018].

Badania dotyczące bezpieczeństwa trawiastych i nietrawiastych nawierzchni nie zawsze są jednoznaczne, jednak wszystkie podkreślają duże znaczenie nawierzchni treningowej na bezpieczeństwo koni w wyścigach [Clarke 2009]. Dawniej murawa uważana była za nawierzchnię bezpieczniejszą, ale mniej wydajną od ziemistej, a nawierzchnia syntetyczna miała wykazywać podobne właściwości do tej pierwszej. Najnowsze badania wskazują jednak, że wszystkie znacząco różnią się od siebie pod wieloma względami, a nawierzchnie ziemista i syntetyczna nie są tak bezpieczne jak trawiasta [Clarke 2009; Rosanowski i in. 2018]. Zachowania kinematyczne pęku tylnego kończyn tylnych, które mogą sprzyjać urazom układu mięśniowo-szkieletowego, są najbardziej widoczne na nawierzchniach ziemistych typu dirt [Symons i in. 2014]. Badania donoszą, że liczba obrażeń podczas wyścigów jest większa na torach typu dirt, a korzystanie z piasku podczas galopu może skutkować większym stopniem patologii [Parkin i in. 2004]. Wielu autorów [Robin i in. 2009; Setterbo i in. 2013; Symons 2014] podkreśla, że nawierzchnie syntetyczne wykazują korzystne właściwości absorbujące uderzenie kopyta, poprzez redukcję i opóźnienie sił oddziałujących na kończynę. Według badań Satterbo z 2009 roku, przeprowadzonych z użyciem akcelerometru, syntetyczna powierzchnia generowała niższe przyspieszenia i wibracje badanej kończyny przedniej konia niż nawierzchnie ziemista i trawiasta, redukując jej obciążenie i ryzyko kontuzji. Należy zachować dużą ostrożność w generalizowaniu tego typu wyników, ponieważ każdy tor posiada swoje specyficzne

właściwości, które mogą modyfikować siły oddziałujące na kończyny zwierzęcia [Setterbo i in. 2009]. MacKinnon i in. [2014] sugerują, że odsetek złamań u koni trenujących na nawierzchni syntetycznej może być większy niż u koni trenujących na naturalnych nawierzchniach. Jedne z najbardziej wszechstronnych badań porównawczych wpływu nawierzchni wyścigowych na śmiertelne obrażenia u koni zostały opublikowane w 2004 roku przez Parkina i in. Najczęstszą przyczyną śmierci koni na brytyjskich torach wyścigowych są złamania kończyn. W Wyścigach płaskich ryzyko śmiertelnych obrażeń podczas biegu na murawie (0,38/1000 startów) było niemal o połowę niższe niż na nawierzchni syntetycznej (0,72/1000 startów). Dużo wyższe wskaźniki śmiertelności dotyczące wyścigów na torach kalifornijskich opublikował w 2010 roku Arthur. W wyniku urazów mięśniowo szkieletowych na 1000 gonitw rozegranych na nawierzchniach piaszkowych śmierć poniosło średnio 3,09 konia, natomiast na murawach 2,44 konia. Obecnie nawierzchnie syntetyczne, przez jednych autorów opisywane jako najbezpieczniejsze dla koni [Arthur 2010], przez innych traktowane są z dużym dystansem [Clarke 2009]. Z jednej strony pozwalają rozgrywać gonitwy w każdych warunkach pogodowych (all-weather Surface), z drugiej natomiast generują nowe, równie groźne dla zdrowia, kosztowne problemy [Clarke 2009, Monaco 2018]. Jak podają Ring [2013] i Monaco [2018] trenerzy i dżokeje wyrażają obawy co do nawierzchni syntetycznych. Znane są przypadki doznania przez jeźdźców urazów rdzenia kręgowego i paraliżu, po upadkach podczas wyścigów rozgrywanych na tego typu nawierzchniach. Dżokeje podkreślają, że nawierzchnie syntetyczne w przeciwieństwie do trawiastych, nie pozwalają na amortyzujący ślizg podczas upadku z konia przy dużej prędkości.

Murawom sportowym ze względu na przyjęty typ użytkowy stawia się szczególne wymagania względem ich parametrów jakościowych. Jak podkreśla Oikawa i Kusunose [2005] znaczący wpływ na występowanie urazów podczas gonitw ma stan nawierzchni toru, ponadto jak podają Aldahir i McElroy [2014] murawy wpływają na funkcjonalność oraz widowiskowość zmagania sportowych. Powierzchnia toru może wpływać na naturalne mechanizmy absorbujące wstrząsy przy kontakcie kopyta z podłożem. Ponadto szybsze czasy wyścigów, związane z twardą nawierzchnią, są czynnikiem zwiększonego ryzyka występowania urazów wyścigowych ze względu na wyższy stopień obciążenia. Istotnym wyzwaniem, w celu funkcjonowania wyścigów konnych, jest optymalizacja nawierzchni torów dla uczciwości, spójności i bezpieczeństwa wyścigów [Peterson i in. 2008].



Odpowiednio przygotowane podłoże oraz właściwie prowadzone zabiegi pielęgnacyjne mają znaczący wpływ na utrzymanie wysokich parametrów jakościowych darni. W Polsce do oceny jakości muraw stosuje się system oceny bonitacyjnej (użytkowej) określający, w 9-stopniowej skali, aspekt estetyczny murawy, zadarnienie, kolor, delikatność liścia, podatność na choroby oraz przezimowanie roślin. Charakterystyka parametrów użytkowych muraw przedstawiona została w metodyce opisanej przez COBORU [Domański 1997]. Analiza jakości muraw prowadzona jest na całym świecie m. in. w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, gdzie podobnie jak w Polsce na podstawie wizualnej oceny traw gazonowych opracowano system National Turfgrass Evaluation Program (NTEP) [Morris i Shearman 1998; Xiang i Fry 2019].

Jednym z podstawowych parametrów świadczących o wartości użytkowej murawy jest aspekt ogólny (estetyczny) [Mańkowski i in 2009]. Określenie ogólnej estetyki trawnika możliwe jest jedynie poprzez wizualną ocenę powierzchni zadarnionej, gdyż kształtują ją pozostałe badane parametry. Jak podaje Wysocki [2002] murawy sportowe powinny cechować się jednorodną i gładką powierzchnią oraz pełnym zadarnieniem. Według definicji Turgeon'a [2010] kolor będący miarą światła odbitego przez trawę jest istotną cechą muraw sportowych. Za najatrakcyjniejsze uważa się ciemnozielone zabarwienie liści. O wysokiej jakości muraw decyduje również szerokość blaszki liściowej, najbardziej pożądane są wąskie i smukłe blaszki liściowe [Wysocki 2002]. Opisane cechy ulegają ciągłym zmianom w sezonach i latach, co ma fundamentalne znaczenie przy ocenie jakości muraw [Beard 1973].

Badania jakości sportowych nawierzchni trawiastych, oprócz analizy cech użytkowych, polegają również na ocenie ich właściwości funkcjonalnych. W przypadku muraw torów wyścigów konnych istotne są interakcje zachodzące między kopytem, a murawą. Ocenie podlega wpływ jaki kopyto wywiera na murawę poprzez analizę takich cech jak ścinanie, sztywność, sprężystość oraz odbojność. Krok konia w galopie można podzielić na 4 fazy: uderzenie, postawienie, przełom i odbicie [Hofman 2015]. Zadaniem darni, w pierwszej fazie uderzenia kopyta, jest zamortyzowanie siły działającej pionowo w dół i wyhamowanie prędkości kopyta. Darni spełnia rolę poduszki przyjmującej uderzenie przed przeniesieniem siły w głębsze warstwy podłoża, w drugiej fazie kroku [Peterson i in. 2008]. W kolejnej fazie kontaktu kopyta z podłożem, siła działająca pionowo w dół jest najwyższa i osiąga wartość 2,5 masy biegnącego zwierzęcia. Jak podaje Peterson i in. [2012] siła ta skoncentrowana na małej powierzchni jaką jest kopyto wynosi średnio 10 kN. Badana sztywność określa zachowanie darni po ustąpieniu siły odkształcającej. Jednocześnie na podłoże zaczyna

oddziaływać siła zwrócona w kierunku zgodnym z kierunkiem poruszania się konia. Ścinanie i sprężystość określają odporność murawy na tę właśnie siłę. Przechodząc do trzeciej fazy kroku - przełomu - kopyto zaczyna przenosić siłę mięśni odbijając i odpychając konia od podłoża. Na darń oddziałuje wtedy siła skierowana pionowo w dół oraz siła skierowana w kierunku przeciwnym do kierunku poruszania się zwierzęcia [Peterson i in. 2012]. W tej fazie największe znaczenie ma odbojność, czyli wytrzymałość podłoża na rozrywanie. Pionowe i poziome siły wywołane ruchem kopyta wymagają od podłoża odpowiedniej reakcji [Peterson i in 2008]. Utrzymanie odpowiednich parametrów funkcjonalnych toru pozwala na odpowiednią amortyzację wstrząsów i przeciążeń oddziałujących na kończyny wierzchowców, pozwalając zminimalizować ryzyko obrażeń [Okinawa i Kusunose 2005]. Ważne jest ażeby kopyto znalazło punkt oporu w pobliżu górnej warstwy bieżni aby zbilansować siły, które nieustannie zmieniają swoją intensywność i wektor [Catrice 2000].

### **Biostymulacja roślin i nanotechnologia w kontekście odporności roślin na stres**

Murawy silnie eksploatowane, na torach wyścigów konnych, narażone na nacisk, wycieranie i ścinanie wymagają szybkiej regeneracji, w celu zapewnienia pozytywnego odbioru wizualnego zmagani sportowych oraz wpływając na poprawę warunków bezpieczeństwa [Aldahir i McElroy 2014]. Ponadto skutki zmian klimatu, będące przyczyną stresów biotycznych i abiotycznych, negatywnie wpływają na wzrost oraz rozwój roślin [Raza i in 2019]. Stąd też na rynku krajowym i międzynarodowym coraz większym zainteresowaniem cieszą się biopreparaty, które wspomagają procesy fizjologiczne zachodzące w roślinie [Gugała i in. 2017]. Jak podają Brown i Saa [2015], du Jardin [2015], De Pascale i in. [2017] funkcją biostymulatorów jest poprawa ogólnej kondycji roślin poprzez stymulację wzrostu i/lub redukcję niekorzystnego wpływu czynników stresowych, takich jak: zasolenie, susza, wahania temperatury czy patogeny. Biostymulatory sprzyjają produktywności roślin poprzez oddziaływanie na ich przemiany fizjologiczne, zmniejszając w ten sposób negatywne reakcje roślin na stres [Brown i Saa 2015; Posmyk, Szafrńska 2016]. Kluczową kwestią jest to, że biostymulatory w przeciwieństwie do bioregulatorów i hormonów poprawiają procesy metaboliczne roślin bez bezpośredniej zmiany ich naturalnego szlaku [Brown i Saa 2015]. Często prowadzą one do mechanizmów szybkiej autoodbudowy [Calvo i in. 2014].

W ostatnich latach naukowcy w Polsce i za granicą definiowali tę, dotychczas prawnie nieuregulowaną, grupę preparatów, jak podaje Du Jardin [2015] jako każdą substancję lub

mikroorganizmy dostarczane do roślin przede wszystkim w celu zwiększenia wydajności pobierania składników pokarmowych ale także zwiększenia tolerancji na stres abiotyczny i/lub cech jakościowych roślin, niezależnie od zawartości składników odżywczych. Yakhin i in. [2017] określają biostymulatory roślin jako produkty pochodzenia biologicznego, które poprawiają wydajność roślin w wyniku polepszenia właściwości kompleksu składników, a nie jako jedynej konsekwencji obecności znanych niezbędnych składników odżywczych dla roślin, regulatorów wzrostu lub środków ochrony roślin. Natomiast Gawrońska i Przybysz [2011] klasyfikują biostymulatory jako związki syntetyczne (aminokwasy, kwas giberelinowy, cytokininy, związki fenolowe – regulatory wzrostu) oraz substancje pochodzenia naturalnego (ekstrakty roślinne, preparaty na bazie alg, kwasów fulwowych i huminowych). Wielu autorów takich jak Chojnacka [2015], Lovatt i in. [2015], Yenkhin i in. [2015] uściśla ogólną charakterystykę przyjętą przez du Jardin [2015] wyłączając z niej nawozy i pestycydy. Opisują je również jako środki stosowane w małych dawkach, przyjazne środowisku.

Konsorcjum European Biostimulants Industry Council (EBIC), jednej z największych organizacji zrzeszających przemysł producentów biostymulatorów posługuje się podobną definicją, podkreślając, że preparaty te nie mają bezpośredniego działania przeciwko szkodnikom, a zatem nie wchodzą w ramy prawne dotyczące pestycydów [EBIC 2016]. Również Halpern i in [2015] oraz Torre i in [2016] są zdania, że biostymulatorów, z uwagi na ich mechanizmy działania, nie należy zaliczać do grupy nawozów lub pestycydów.

W czerwcu 2019 roku zostało zatwierdzone, przez Parlament i Radę Europy, nowe rozporządzenie w sprawie produktów nawozowych. Biostymulatory zostały włączone do nowego europejskiego rozporządzenia ze względu na podobieństwo między tymi grupami produktów, w stosunku do pozostałych stosowanych w rolnictwie i ogrodnictwie, takich jak np. środki ochrony roślin [du Jardin 2019].

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 roku, ustanawiającym przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, biostymulatory to produkty nawozowe UE. Niniejsze Rozporządzenie wprowadziło oficjalną definicję biostymulatora, która brzmi następująco: „biostymulator oznacza produkt, który stymuluje procesy odżywiania rośliny niezależnie od zawartości składników pokarmowych w produkcie i którego jedynym celem jest poprawa co najmniej jednej z następujących właściwości rośliny lub ryzosfery roślin:

- a) efektywność wykorzystania składników pokarmowych;
- b) odporność na stres abiotyczny;

c) cechy jakościowe;

d) przyswajalność składników pokarmowych z form trudnodostępnych w glebie lub ryzosferze” [Dz. Urz. UE L 170/1, 2019].

Różnorodność przepisów istniejących na szczeblu krajowym doprowadziła do niepewności wśród producentów, w kwestii pozycjonowania biostymulatorów na rynku pod względem ich funkcji, ponieważ nie zostały one jasno zdefiniowane w żadnej z wcześniejszych ram prawnych [du Jardin 2019]. Dzięki nowym przepisom jedno zezwolenie będzie obowiązywało we wszystkich krajach UE, wobec tego znikną bariery wynikające z różnorodności przepisów i powstanie „jednolity europejski rynek biostymulatorów”. Nowe Rozporządzenie zawiera również zasady dotyczące etykietowania biostymulatorów. Producenci mogą deklarować tylko te korzyści, wynikające ze stosowania ich produktów, które zostały naukowo udokumentowane.

Wielu naukowców oraz hodowców uważa stosowanie biostymulatorów za najbardziej przyszłościową, niehodowlaną metodę wspomagania produkcji roślinnej oraz ochrony środowiska [Posmyk, Szafrąńska, 2016]. Jak podają Gawrońska i Przybysz [2011], Talar-Krasa i in. [2019] brak pełnej charakterystyki procesów oraz reakcji roślin na konkretne biopreparaty i ich substancje, skłania naukowców do podejmowania badań o tej tematyce. Według Bulgari i in. [2015] trudności w jednoznacznym zdefiniowaniu mechanizmów aktywowanych przez biostymulatory, wynikają ze złożoności stosowanych ekstraktów i szerokiej gamy cząsteczek w ich składzie, które mogą wykazywać działania synergistyczne w reakcjach fizjologicznych roślin.

Dotychczas głównymi kategoriami biostymulatorów powszechnie uznawanymi przez naukowców, organy regulacyjne i zainteresowane strony, były szeroko rozumiane substancje jak i mikroorganizmy [Calvo i in. 2014; du Jardin 2015; Halpern i in. 2015]. Analogiczny podział wprowadza nowe Rozporządzenie dotyczące produktów nawozowych UE, zgodnie z którym, wśród biostymulatorów wyróżnia się dwie grupy: biostymulator mikrobiologiczny, składający się z mikroorganizmu lub konsorcjum mikroorganizmów oraz biostymulator niemikrobiologiczny określany jako biostymulator inny niż biostymulator mikrobiologiczny [Dz. Urz. UE L 170/1, 2019]. Na podstawie analizy informacji dotyczących biostymulatorów du Jardin [2012] wyodrębnił osiem podstawowych grup preparatów, w zależności od komponentów wchodzących w ich skład. Wyróżnia grupy bazujące na: wyciągach z alg morskich, substancjach humusowych, pierwiastkach odżywczych, kompleksowych związkach organicznych, solach nieorganicznych (w tym

fosforanach), chityny i pochodnych chitozanu, reduktorach transpiracji oraz wolnych aminokwasach i innych substancjach zawierających azot.

Według Ruzzi i Aroca [2015] jedne z najbardziej perspektywicznych biostymulatorów to te bazujące na wyciągach z alg morskich. W tej grupie preparatów, do najczęściej wykorzystywanych gatunków w przemyśle ekstrakcyjnym należą *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf., *Macrocystis pyrifera* (L.) C.Agardh, *Durvillaea potatorum* (Labillardière) Areschoug, *Laminaria digitata* (Huds.) Lamour [Sharma i in. 2013; Calvo 2014; Battacharyya i in. 2015; Pylak i in. 2019].

Craigie [2011] przeanalizował unikalne cechy *Ascophyllum nodosum* jako znaczącego źródła do produkcji i syntezy biostymulatorów. Unikalną cechą *A. nodosum* jest wzajemne powiązanie z endofitem *Mycosphaerella ascophylli* Cotton. Strzępki tego grzyba rosną w przestrzeniach komórkowych *A. nodosum*, chroniąc brunatnicę przed wysuszeniem, ponadto wyniki opublikowane przez Prithiviraj i in. [2011] dowodzą, że wyekstrahowane z *A. nodosum* (za pomocą octanu etylu) sterole grzybowe pochodzące z *M. ascophylli* łagodzą stres związany z zasoleniem podłoża.

*A. nodosum* jest bogatym źródłem wielu bioaktywnych związków fenolowych takich jak florotaniny i unikalne polisacharydy: kwas alginowy, fukoidany, mannitol i laminaryna [Yuan i Macquarrie 2015; Moreira i in. 2017]. Do nieorganicznych składników ekstraktu z *A. nodosum* należą azot, fosfor, potas, wapń, żelazo, magnez, cynk, sód i siarka [Battacharyya i in. 2015]. Przebadano również ekstrakty z *A. nodosum* na obecność cytokinin. Jak dowodzi Blunden [1977] ilości cytokinin obecne w ekstraktach z wodorostów mogą być wystarczające dla uzyskania efektów biologicznych po nałożeniu na rośliny, nawet przy stosowaniu niskich dawek preparatów.

Jednym z czynników wpływających na wzrost wykorzystania biostymulatorów, oprócz aspektu ekonomicznego, jest wzrastający poziom świadomości ekologicznej oraz przepisy dotyczące ochrony środowiska. Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań w produkcji roślinnej, dąży do ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych, na rzecz preparatów pochodzenia naturalnego. Van Dyke [2008] podkreśla, że dla utrzymania wysokiej jakości muraw sportowych niezbędne jest wykorzystanie środków chemicznych oraz intensywnego nawożenia, dlatego na tego typu obiektach szczególnie istotne jest wykorzystanie właściwości biostymulatorów, umożliwiających ograniczenie stosowania środków negatywnie oddziałujących na środowisko naturalne.

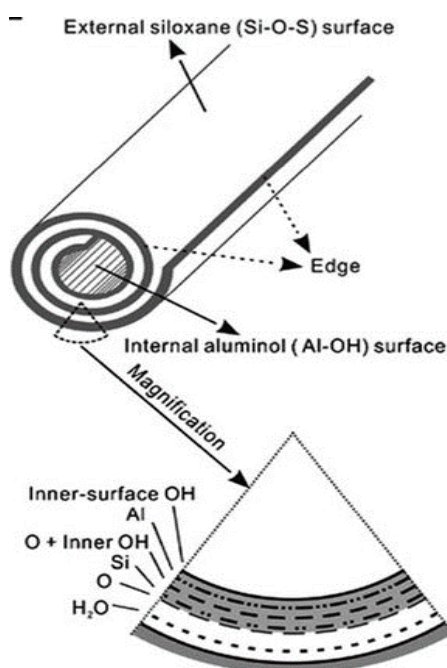
Buttler i Hunter [2007] zastosowali preparat oparty na wyciągu z alg na green pola golfowego, przy jednoczesnej redukcji nawożenia mineralnego o 2/3. Wyniki, które uzyskali

to zwiększenie zawartości N, P i K w tkance blaszek liściowych *Agrostis stolonifera* L., zwiększoną masę korzeni, poprawę tolerancji na stres i polepszenie koloru murawy w stosunku do kontroli. Zhang i in. [2003] stwierdzili dużo wyższą aktywność fizjologiczną u *Agrostis stolonifera* traktowanej wyciągiem z *A. nodosum*. Aktywność dysmutazy ponadtlenkowej wzrosła do 181% wyjściowej wartości. Rośliny traktowane ekstraktem wykazywały się lepszą kondycją i wyglądem bez względu na poziom nawożenia. Autorzy sugerują możliwość redukcji nawożenia przy wykorzystaniu wyciągów. Ponadto rośliny traktowane preparatem wykazywały mniejszą podatność na porażenie przez grzyba *Sclerotinia homoeocarpa* F.T. Bennett. W kolejnych badaniach przebadano odporność *Agrostis stolonifera* na stres suszy. Doświadczenie prowadzono w warunkach kontrolowanych. Zaobserwowano, że jakość darni i wydajność fotochemiczna roślin, na obiektach kontrolnych, zaczęła spadać do poziomu wysuszenia 14 dni od wysiewu nasion. Natomiast u roślin opryskiwanych biostymulatorem na bazie ekstraktu z alg morskich, po 28 dniach od wysiewu. Zhang i Ervin [2004] podkreślają, że stosowanie produktów na bazie wyciągów z *A. nodosum* i zawarte w nich cytokininy spowodowały wzrost endogennych cytokinin, co może prowadzić do poprawy tolerancji na suszę. Hunter [2004], w swoich badaniach nie zaobserwował pozytywnego wpływu stosowania komercyjnego biostymulatora z wyciągiem z *A. nodosum* na kolor traw w porównaniu z roślinami podlewanymi wodą. W szklarni, nienawożona, opryskiwana biostymulatorem *Lolium perenne*, między pierwszym a drugim tygodniem wzrostu charakteryzowała się znacznie gorszym kolorem od roślin nawożonych bez biostymulacji. Najlepszym efektem kolorystycznym odznaczały się rośliny nawożone i biostymulowane. W badaniach przeprowadzonych przez Guillard i Inguagiato [2017], w czasie trzyletniego doświadczenia nie zaobserwowano znaczącego wpływu ekstraktu z alg morskich na żadne z badanych gatunków (*Poa pratensis* i *Festuca arundinacea* Schreb.), na polu golfowym. Jak podkreślają autorzy, badanie prowadzono bez ekstremalnego obciążenia i stresów roślin, dlatego należy prowadzić dalsze badania nad zastosowaniem wyciągów z *A. nodosum* w różnych lokalizacjach i warunkach, aby móc w pełni określić działanie ekstraktów z alg morskich.

Praktyki uprawy rolnej ewoluowały w kierunku organicznych, zrównoważonych systemów przyjaznych dla środowiska. Celem nowoczesnej, szeroko rozumianej produkcji roślinnej jest zmniejszenie nakładów bez obniżania wydajności i jakości upraw [Bulgari 2015]. Jednym ze sposobów dotarcia do tego celu jest wykorzystanie nanotechnologii. Pojęcie to zostało zdefiniowane przez Polski Komitet Normalizacyjny [www.pkn.pl], jako technologia

na poziomie pojedynczych atomów i cząsteczek. Skala nano obejmuje zwykle cząsteczki w rozmiarze poniżej 100 nm. Nanonauka pozwala na wykorzystanie właściwości materiałów w oparciu o zagadnienia naukowe dotyczące ochrony zdrowia, bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Jej dynamiczny rozwój pozwala pozyskiwać materiały o specyficznych właściwościach fizyko-chemicznych, zyskujących nowe spektrum zastosowań [Scott i Chen 2013].

Jedną z możliwości pozwalających na wdrożenie nanotechnologii w rolnictwie i ogrodnictwie może być wykorzystanie haloizytu. Minerale ten, opisany po raz pierwszy przez Berthier'a [1826], jest naturalnym minerałem ilastym należącym do grupy kaolinitu. Haloizyt jest dwuwarstwowym glinokrzemianem (1:1), pod względem chemicznym zbliżony jest do kaolinitu i może cechować się różnym stopniem uwodnienia  $Al_2[Si_2O_5](OH)_4 \cdot nH_2O$ . Wykazuje szereg morfologii dających mu przewagę nad kaolinitem, wśród których dominującą jest pusta struktura nanorurkowa [Yuan i in. 2015]. Sąsiadujące ze sobą cząsteczki glinu i krzemu oraz woda hydratacyjna tworzą zaburzenie na powierzchni minerału powodujące zwijanie i tworzenie się wielowarstwowych nanorurek (rys. 1).



Rysunek 1. Schemat budowy nanocząsteczkowego haloizytu według Bac i Dung [2016]

Rozmiary rurek mieszczą się w zakresie 500-1000 nm długości i 15-100 nm średnicy wewnętrznej. Dzięki takiej budowie odznacza się dużą zdolnością sorpcyjną, a jednocześnie nie sorbuje pewnych cząsteczek na stałe i jest w stanie je uwalniać. Poprzez regulację stopnia uwodnienia możliwe jest częściowe kontrolowanie tego procesu i zwiększenie ilości nanorurek. Proces technologiczny takiej aktywacji może przebiegać przez podniesienie

temperatury do 90-150°C [Lvov i in. 2008]. Alternatywną metodą aktywacji jest traktowanie haloizytu kwasem, zwiększające adsorpcję i uwalnianie kationów [Wang i in. 2014]. Powierzchnia sorpcyjna siedmiowodnego haloizytu według Lvov'a i in. [2008] wynosi 65 m<sup>2</sup>/1g. W wielu badaniach wykazano przydatność haloizytu do kontrolowanego uwalniania substancji leczniczych [Levis i Deasy 2003; Wang i in. 2014; Tan i in. 2014]. Wyniki badań opublikowane przez Lvov'a i in. [2008] wskazują, że czas uwalniania deksometazonu, furosemidu i nifedypiny z haloizytu był od 50 -100 razy dłuższy w porównaniu z kryształami tych samych substancji.

Haloizyt jest rzadko występującym złożem, jego pokłady znajdują się w Azerbejdżanie, Rosji, Belgii, Francji, Słowacji i Niemczech, jednak jedno z największych złóż w świecie występuje w Polsce. Zasoby złoża "Dunino" koło Legnicy, szacowane są na ponad 10 mln ton [Sakiewicz i in. 2016]. Większość minerałów z grupy kaolinu, nie wykazuje właściwości pęcznienia ze względu na sztywną strukturę ze stałą odległością międzywarstwową, indukowaną przez szczepienie cząsteczek. Haloizyt, w przeciwieństwie do nich, charakteryzuje się większą elastycznością w zakresie sorpcji i desorpcji. Minerale ten jest materiałem biokompatybilnym [Anastopolous i in. 2018]. Jin i in. [2019] uznają nanorurki haloizytu za jeden z najbardziej obiecujących, naturalnych materiałów do zastosowania jako nośniki. Wyniki potwierdzają możliwości zastosowania haloizytu w celu kontrolowanego uwalniania związków grzybobójczych, przedłużających żywotność produktów bambusowych.

Wielu autorów podkreśla również naturalny charakter haloizytu. Nie wykazuje on negatywnego wpływu na środowisko, nie wpływa na zmianę struktury gleby oraz posiada neutralne pH [Kamble i in. 2012]. Castroa i in. [2014] wykazali przydatność haloizytu w kontrolowanym uwalnianiu cząsteczek fungicydów. W badaniach przetestowano możliwość sorbowania i uwalniania jonów metali (tlenochlorek miedzi) oraz cząsteczek organicznych (ditianon). W obu przypadkach wykazano pozytywne oddziaływanie minerału na zawartość substancji aktywnej na powierzchni badanych roślin. Ponadto wykazano szczególne znaczenie kontrolowanego uwalniania cząsteczek podczas deszczowej pogody, kiedy uwalniane stopniowo cząsteczki fungicydu działają w miejscu docelowym przez dłuższy czas w porównaniu z preparatem zastosowanym bez dodatku haloizytu.



### 3. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

#### 3.1. Charakterystyka rejonu badań

Doświadczenie zostało założone na terenie Wrocławskiego Toru Wyścigów Konnych – Partynice. Miasto Wrocław położone jest w centrum Niziny Śląskiej, między Wzgórzami Trzebnickimi na północy, a pasmem górskim Sudetów na południu, czego efektem jest wykształcenie tzw. „wrocławsko-opolskiego obszaru ciepła”. Uprzywilejowanie termiczne obszaru, jest konsekwencją dynamicznego nagrzewania się mas powietrza opadających po stronie zawietrznej masywu górskiego. Powstają wówczas charakterystyczne dla terenów górskich oraz ich przedpola wiatry fenowe [Drzeniecka-Osiadacz i in. 2010; Kondracki 2011]. W krajobrazie Wrocławia dominuje rzeka Odra z licznymi kanałami, rozlewiskami i starorzeczami tworząc węzeł hydrograficzny decydujący o specyficznym układzie przestrzennym aglomeracji [Dubicka i in. 2006].

Doświadczenie terenowe zlokalizowano w południowo-zachodniej części miasta, w obrębie administracyjnego osiedla Krzyki-Partynice, na bieżni głównej Wrocławskiego Toru Wyścigów Konnych – Partynice (WTWK Partynice). Wrocławski hipodrom wraz z terenem przyległym obejmuje obszar ponad 70 ha. Zespół torów na Partynicach składa się z trzech, trawiastych bieżni do rozgrywania gonitw. Bieżni głównej (zewnętrznej), na której odbywają się biegi płaskie; bieżni do gonitw płotowych, która znajduje się po wewnętrznej stronie toru głównego oraz części środkowej hipodromu, na której umieszczone są przeszkody naturalne i sztuczne, umożliwiające rozgrywanie gonitw przeszkodowych. Dodatkowy tor stanowi bieżnia robocza pokryta piaskiem, będąca bieżnią treningową. Kształt wrocławskiego hipodromu, choć w obrysie zewnętrznym zbliżony jest do prostokąta o zaokrąglonych narożnikach, ma plan trapezoidalny. Istotnym aspektem jest wielkość toru, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 6 września 2011 roku w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla toru wyścigowego (Dz.U. z 2011 r., nr 210, poz. 1254.) minimalna długość toru płaskiego umożliwiająca przeprowadzenie wyścigu to 1400 m, minimalna szerokość bieżni to 14 m. Zewnętrzny tor WTWK Partynice ma 2150 m długości i 20 m szerokości [Chmielewska i in. 2007].

Na torze głównym wrocławskiego hipodromu, w czasie prowadzenia doświadczenia, odbyło się łącznie 246 gonitw płaskich. W 2016 roku na bieżni głównej rozegrano 88 gonitw, w 2017 roku 77 gonitw, a w ostatnim roku badań 81 gonitw. Wyścigi rozpoczynają się w drugiej połowie kwietnia i zazwyczaj trwają do końca października. Przerwa sezonowa

corocznie odbywała się w miesiącu lipcu [Zatwierdzony Roczny Plan Gonitw 2016; 2017; 2018].

### 3.1.1. Warunki klimatyczne

Klimat Wrocławia odznacza się szeroką zmiennością stanów pogodowych, charakterystycznych dla klimatu przejściowego strefy umiarkowanej, podlegając wpływom oceanicznym i kontynentalnym. W efekcie przewagę stanowią wiatry napływające z zachodu i południa. Bogactwo stanów pogodowych oraz rozkład średnich rocznych temperatur wpływa na powstanie swoistych termicznych pór roku. Wrocław posiada najdłuższy okres wegetacji w Polsce trwający przeciętnie 226 dni [Dubicki i in. 2002].

- Warunki termiczne i pluwiometryczne

Wrocław, położony w osi Niziny Śląskiej, otoczony przez wzgórza i pogórze, należy do miast o niskich opadach atmosferycznych. Opady występują w ciągu 162 dni w roku [Cichocki 2006], a ich średnia suma roczna dla wielolecia 1995-2015 wynosi 597 mm. Znaczący wpływ na wielkość opadów atmosferycznych w mieście ma kierunek przemieszczania się wilgotnych mas powietrza oraz struktura i charakter zabudowy. Jak podaje Dubicki i in. [2002] osie rozkładu opadów w obrębie Wrocławia, wskazują na wyraźnie wyższe opady w dzielnicach południowo-zachodnich (w tym dzielnicy Krzyki). Opady atmosferyczne w przebiegu rocznym i wieloletnim są labilnym elementem klimatu [Banaszkiewicz i in. 2004], co stwierdzono w czasie prowadzenia doświadczenia.

Dane meteorologiczne pochodzą z Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Swojec, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Stacja zlokalizowana jest w obszarze wododziałowym rzeki Odry i Widawy [Musiał i Rojek 2007]. Położenie geograficzne stacji meteorologicznej wynosi  $51^{\circ}01'N$  i  $17^{\circ}08'E$  i jest zbliżone do lokalizacji poletek doświadczalnych ( $51^{\circ}03'N$ ,  $17^{\circ}00'E$ ).

W okresie badań średnia suma opadów była niższa w porównaniu z wieloleciem (tab. 1). W latach 2016-2018 wskaźnik ten wynosił 530,8 mm. Zaobserwowano wahania opadów atmosferycznych w obrębie kolejnych miesięcy i lat prowadzenia doświadczenia. Największą zmienność miesięcznych sum opadów odnotowano w miesiącach zimowych. Suma roczna opadów malała z każdym rokiem badań, w pierwszym roku (2016) wynosiła 596,6 mm, w ostatnim roku (2018) 410,8 mm.

Tabela 1. Zestawienie miesięcznych sum opadów atmosferycznych i średnich dobowych temperatur powietrza w latach badań oraz średnie dla wielolecia

Lata	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sumy opadów atmosferycznych [mm]												
2016	37,2	54,1	56,2	27,7	26,4	59,6	105,0	22,6	39,1	87,5	44,0	37,2
2017	13,5	27,5	35,0	63,8	40,2	65,2	142,6	64,1	66,1	71,4	34,8	27,1
2018	20,6	2,8	26,5	24,6	49,4	51,1	72,9	11,4	51,2	46,1	12,5	41,7
1995-2015	34,8	28,5	37,6	33,9	64,1	74,6	99,3	67,5	50,5	36,9	37,2	32,1
Średnia temperatura powietrza [°C]												
2016	-1,1	3,9	4,3	8,8	15,3	19,0	19,9	18,5	16,5	8,5	3,7	1,6
2017	-3,2	1,2	6,9	8,3	14,6	19,1	19,6	19,9	13,5	11,1	5,7	3,0
2018	2,9	-2,4	1,2	13,9	17,1	19,5	20,8	21,7	16,1	10,4	5,3	2,6
1995-2015	-0,4	1,0	3,6	9,7	14,5	17,6	19,7	19,1	14,1	9,5	4,8	0,7

Średnia roczna temperatura powietrza dla wielolecia 1995-2015 wynosi 9,5°C. W trzyletnim okresie prowadzenia badań średnia roczna temperatura powietrza była o 0,2°C wyższa niż średnia dla wielolecia. Największą zmienność miesięcznych średnich temperatur powietrza odnotowano w miesiącach zimowych, natomiast w czerwcu i lipcu wahania temperatur były najmniejsze. W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia, w okresie od kwietnia do sierpnia odnotowano najwyższe średnie temperatury powietrza względem tych samych miesięcy w latach poprzednich (2016, 2017) oraz w stosunku do średnich miesięcznych temperatur dla wielolecia.

- Współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa

W celu precyzyjnego określenia zmienności warunków meteorologicznych oraz ich wpływu na wzrost roślin w okresie wegetacji, w opracowaniu wyników pomiarów i obserwacji wykorzystano współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa [Bac i in. 1998]. Wartość współczynnika obliczono ze wzoru:

$$K = 10P \cdot \Sigma t^{-1}$$

gdzie:

P – suma miesięczna opadów atmosferycznych w milimetrach

$\Sigma t$  – suma średnich dobowych temperatur powietrza > 0°C z danego miesiąca

Współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa (Selyaninov's Hydrothermal Coefficient) stanowi syntetyczny wskaźnik efektywności opadu w danym miesiącu. Określając zależność między sumą opadów atmosferycznych, a sumą parowania gleby. W zależności od wielkości

współczynnika wyróżnia się miesiące ze stanem posuchy ( $K \leq 1,0$ ), w których starty wody wynikające z procesu parowania ponad dwukrotnie przewyższają zysk z opadów [Radomski 1987].

*Tabela 2. Wartość współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wegetacyjnym, w latach prowadzenia badań*

Lata	Miesiące						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2016	1,04 Ds	0,55 Bs	1,04 Ds	1,70 Dw	0,41 Bs	0,79 S	3,33 Sw
2017	2,55 Bw	0,89 S	1,14 Ds	2,34 W	1,04 Ds	1,63 Dw	2,07 W
2018	0,59 Bs	0,93 S	0,87 S	1,13 Ds	0,17 Ss	1,06 Opt	1,42 Opt

Przedział wartości współczynnika Sielianinowa w zależności od warunków hydrotermicznych określono za Skowerą i Pułą [2004]:

Ss	- skrajnie suchy $\leq 0,4$
Bs	- bardzo suchy $0,4 < k \leq 0,7$
S	- suchy $0,7 < k \leq 1,0$
Ds.	- dość suchy $1,0 < k \leq 1,3$
Opt	- optymalny $1,3 < k \leq 1,6$
Dw	- dość wilgotny $1,6 < k \leq 2,0$
W	- wilgotny $2,0 < k \leq 2,5$
Bw	- bardzo wilgotny $2,5 < k \leq 3,0$
Sw	- skrajnie wilgotny $> 3,0$

W okresie prowadzenia badań warunki hydrotermiczne były zróżnicowane. W pierwszym roku (2016) warunki termiczne i pluwiometryczne były niekorzystne, ze względu na wysokie średnie temperatury powietrza oraz małą ilość opadów. W trakcie wegetacji w okresie wiosenno-letnim, współczynnik hydrotermiczny wskazywał na stan posuchy o różnym nasileniu (tab. 2). W drugim roku badań warunki dla wzrostu i rozwoju traw były silnie zróżnicowane. Najmniej korzystnym okresem był kwiecień (okres bardzo wilgotny) oraz maj (okres suchy). W roku (2018) kończącym trzyletni okres badań odnotowano najdłużej trwający stan posuchy. Susza (o różnym nasileniu) utrzymywała się od kwietnia do sierpnia, przy czym największy deficyt wody odnotowano w sierpniu. Jedynie we wrześniu i październiku stwierdzono optymalne warunki meteorologiczne dla wegetacji traw.

### 3.1.2. Warunki glebowe

#### 3.1.2.1 Właściwości fizyczne gleby

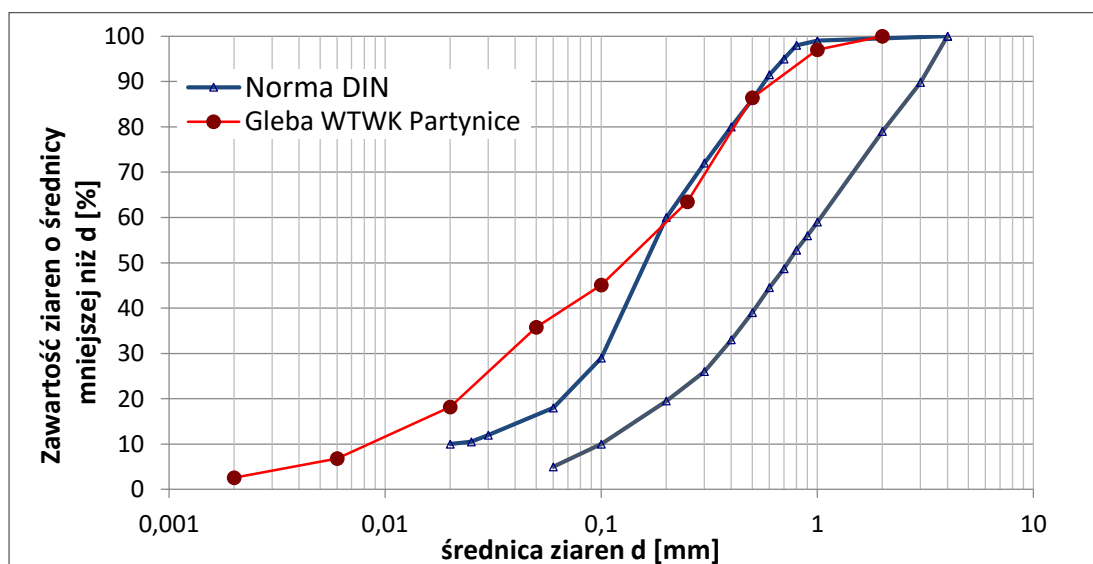
- Skład granulometryczny podłoża bieżni głównej

Doświadczenie zostało założone na istniejącej murawie WTWK Partynice, na glebie lekkiej, wytworzonej z piasku gliniastego. Badania składu granulometrycznego warstwy vegetacyjnej wykonano metodą areometryczno-sitową zgodną z normami PN-R-04032 i PN-R- 04033.

Tabela 3. Tabela 3. Skład granulometryczny warstwy vegetacyjnej do 0,2 m

Zawartość frakcji [%]			Grupa granulometryczna
Piasek średnica frakcji 2,0-0,05 mm	Pył średnica frakcji 0,05-0,002 mm	Części splewialne (iłowe) średnica frakcji < 0,002 mm	
82	15,5	2,5	piasek gliniasty

Warstwa vegetacyjna składała się w przeważającej części z frakcji piasku (tab. 3), z czego ponad 55% stanowił piasek drobny i bardzo drobny o średnicy ziaren 0,1-0,25 mm. Wyniki badań składu mechanicznego podłoża vegetacyjnego - utworu glebowego przedstawiono na wykresie (rys. 2) zgodnie z normą DIN 18035-4 [2007].



Rysunek 2. Krzywa składu granulometrycznego warstwy vegetacyjnej, na której prowadzono doświadczenie, w odniesieniu do krzywych granulometrycznych niemieckiej normy DIN 18035-4

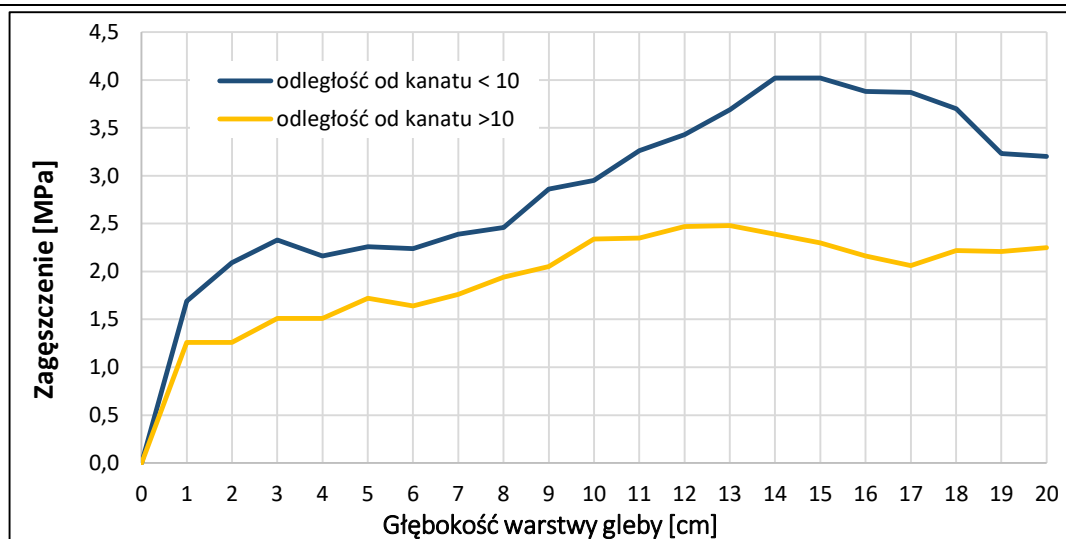
Skład granulometryczny podłoża obszaru badań mieścił się w zakresie normy jedynie dla ziaren w przedziale 0,2 – 2,0 mm. Udział frakcji drobniejszych od 0,2 mm przekraczał wartości przyjęte przez normę. Obecność ziaren wielkości 0,1 mm była przekroczona o 16

punktów procentowych w stosunku do normy DIN 18035-4, ziaren średnicy 0,05 mm o niespełna 20, a ziaren najdrobniejszych o średnicy 0,02 mm i mniejszej o 8 punktów procentowych. Uzyskane wyniki wskazują na zbyt duży udział drobnego piasku oraz pyłu w odniesieniu do niemieckiej normy.

- Zagęszczenie podłoża wegetacyjnego

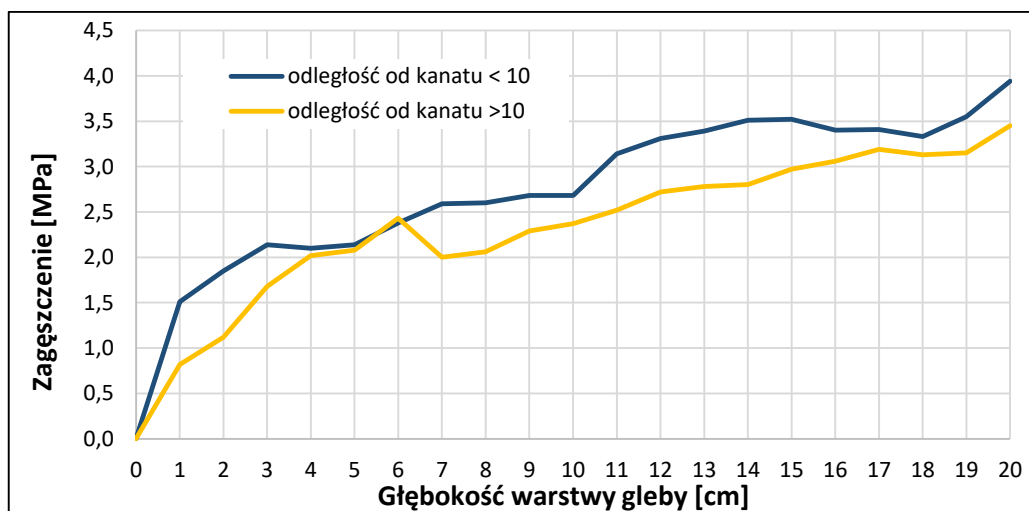
Pomiar zagęszczenia wierzchniej warstwy gleby wykonywano za pomocą elektronicznego penetrollogera firmy Eijkelkamp, określając stopień zwięzłości i jednorodności. Analizę zagęszczenia podłoża przeprowadzono na podstawie siły oporu mechanicznego (MPa) stawianego sondzie przemieszczanej w głąb profilu glebowego. Sonda o powierzchni 2 cm<sup>2</sup>, ze stożkiem o kącie wierzchołkowym 60° przemieszczana była pod kontem 90° w stosunku do powierzchni toru, ze stałą prędkością 2 cm·s<sup>-1</sup>. Badane właściwości fizyczne gleby świadczą o stopniu jej wytrzymałości oraz określają sposób wzrostu systemu korzeniowego roślin. Zbyt duże zagęszczenie warstwy wegetacyjnej może utrudniać wzrost ortotropowy korzeni traw oraz ich dotlenienie ze względu na niedostateczny udział wolnych przestrzeni. Opór penetracji gleby poniżej 1,5 MPa stanowi wartość optymalną dla niezaburzonego wzrostu korzeni roślin. Za górną wartość parametru zwięzłości gleby, niezaburzającą prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego traw, uznaje się 3,0 MPa [Penetrolooger – instrukcja obsługi 2010, za: Locher, De Bakker 1990]. Powyżej tej wartości system korzeniowy traw nie rozwija się prawidłowo, tylko horyzontalnie w wierzchniej warstwie wegetacyjnej podłoża. Zintegrowanie odbiornika GPS z systemem elektronicznym rejestrującym opór umożliwi dokładną lokalizację punktów pomiarowych.

Zagęszczenie podłoża na torach wyścigów konnych jest istotnym parametrem. Pomiary przeprowadzono przed rozpoczęciem doświadczenia (wiosną 2016 r.) oraz każdego roku badań trzykrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego (wiosna, lato, jesień), na każdym poletku doświadczalnym. Pierwsze pomiary, na zachodnim fragmencie toru wskazywały na różnice gęstości podłoża między wewnętrzną częścią bieżni, do 10 m od kanatu (bariery wyznaczającej wewnętrzną stronę bieżni) oraz zewnętrzną, powyżej 10 m od kantu, różnica widoczna jest w całym zakresie mierzonej głębokości (rys. 3). Podłoże do 10 m od kanatu było bardziej zagęszczone. Jego gęstość wykraczała poza dopuszczalną granicę pozwalającą na prawidłowy rozwój korzeni. Podłoże w części zewnętrznej wykraczało poza optymalny zakres gęstości lecz nie przekraczało wartości granicznej.



Rysunek 3. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony zachodniej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej

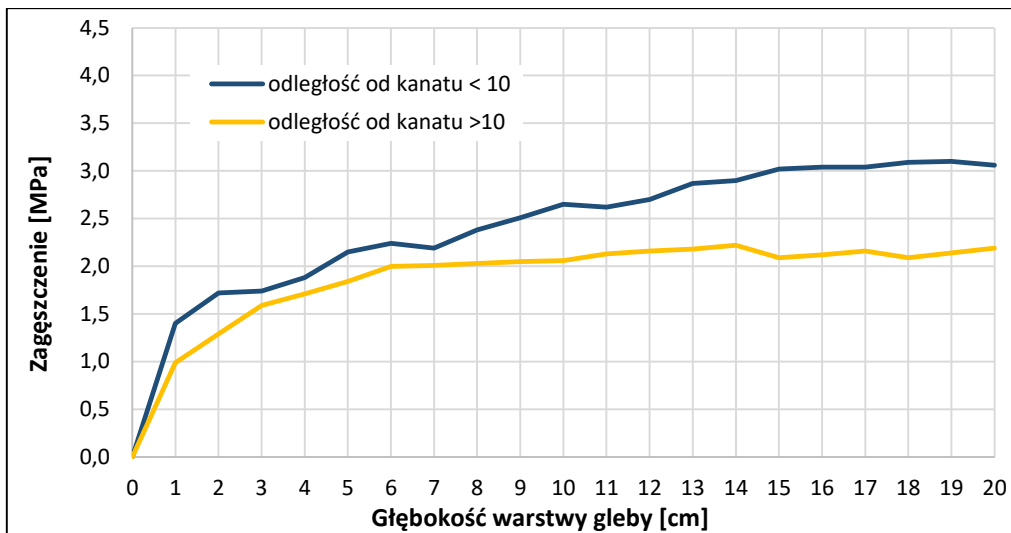
W zachodniej części toru podłoże było najbardziej zagęszczone, największa była też różnica w zagęszczeniu podłoża w zależności od odległości od kanatu. Wynika to z intensywniejszej eksploatacji toru przez konie, biegające najczęściej w odległości do 10 metrów od kanatu. Ponadto w zachodniej części toru znajduje się meta, co oznacza, że niezależnie od dystansu gonitwy, każdy wyścig kończy się w tym miejscu, czego efektem może być większe zagęszczenie podłoża.



Rysunek 4. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony południowej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej

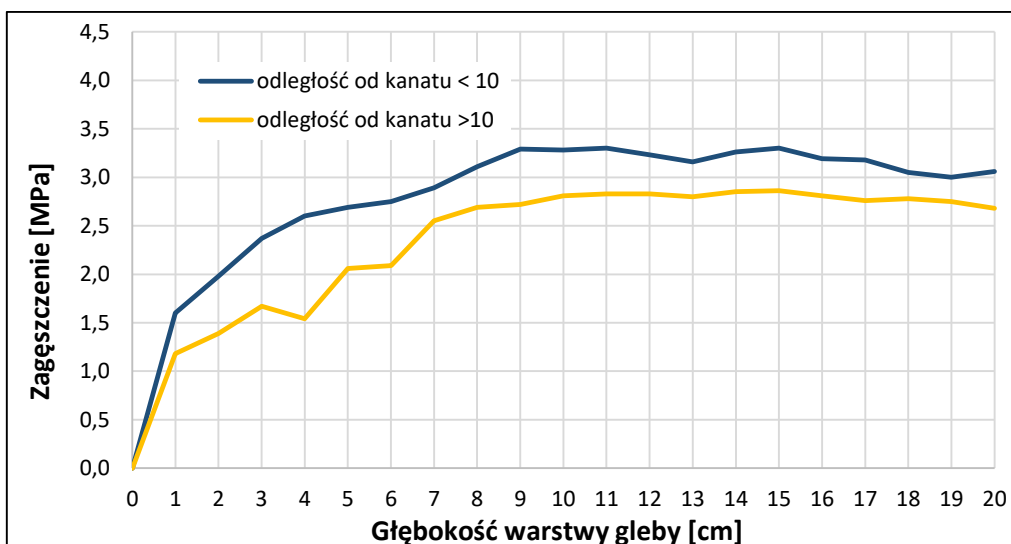
Gęstość podłoża w części południowej toru różniła (rys. 4) się w zależności od odległości od kanatu. W części zewnętrznej bieżni (powyżej 10 m od kanatu) gęstość

przekroczyła wartość 3 MPa na głębokości >15 cm. W części wewnętrznej toru podłoże było zbyt gęste dla prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego traw już na głębokości 11 cm.



Rysunek 5. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony wschodniej WTWK Partynicy na poszczególnych szerokościach bieżni głównej

W części wschodniej bieżni (rys. 5) zagęszczenie na całej szerokości toru mieściło się w zakresie 0 – 3,10 MPa, co umożliwiała prawidłowy rozwój systemu korzeniowego do odpowiedniej głębokości - 14 cm, również po wewnętrznej części toru.



Rysunek 6. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony północnej WTWK Partynicy na poszczególnych szerokościach bieżni głównej

Zagęszczenie podłoża na zewnętrznej części toru, po stronie północnej, mieściło się w dopuszczalnym zakresie nieprzekraczającym 3 MPa (rys. 6). Część wewnętrzna toru



spełniała ten warunek do głębokości 7 cm. Głębsze warstwy były zagęszczone zbyt mocno dla prawidłowego rozwoju korzeni.

*Tabela 4. Wartości średnie zagęszczenia [MPa] w wierzchniej warstwie gleby (0-0,2 m)*

Głębokość warstwy gleby [cm]	Strona bieżni głównej							
	zachodnia		południowa		wschodnia		północna	
	odległość od kanatu [m]							
	< 10	>10	< 10	>10	< 10	>10	< 10	>10
1	1.69	1.26	1.51	0.82	1.40	0.99	1.60	1.18
2	2.09	1.26	1.85	1.12	1.72	1.29	1.98	1.39
3	2.33	1.51	2.14	1.68	1.74	1.59	2.37	1.67
4	2.16	1.51	2.10	2.02	1.88	1.71	2.60	1.54
5	2.26	1.72	2.14	2.08	2.15	1.84	2.69	2.06
średnia	2.11	1.45	1.95	1.54	1.78	1.48	2.25	1.57
6	2.24	1.64	2.38	2.43	2.24	2.00	2.75	2.09
7	2.39	1.76	2.59	2.00	2.19	2.01	2.89	2.61
8	2.46	1.94	2.60	2.06	2.38	2.03	3.11	2.75
9	2.86	2.05	2.68	2.29	2.51	2.05	3.29	2.72
10	2.95	2.34	2.68	2.37	2.65	2.06	3.28	2.81
średnia	2.58	1.95	2.59	2.23	2.39	2.03	3.06	2.60
11	3.26	2.35	3.14	2.52	2.62	2.13	3.30	2.89
12	3.43	2.47	3.31	2.72	2.70	2.16	3.23	2.84
13	3.69	2.48	3.39	2.78	2.87	2.18	3.16	2.83
14	4.02	2.39	3.51	2.80	2.90	2.22	3.16	2.92
15	4.02	2.30	3.52	2.97	3.02	2.09	3.03	2.86
średnia	3.68	2.40	3.37	2.76	2.82	2.16	3.18	2.87
16	3.88	2.16	3.40	3.06	3.04	2.12	3.09	2.81
17	3.87	2.06	3.41	3.19	3.04	2.16	3.08	2.76
18	3.70	2.22	3.33	3.13	3.09	2.09	3.01	2.88
19	3.23	2.21	3.55	3.15	3.10	2.14	3.00	2.92
20	3.20	2.25	3.94	3.45	3.06	2.19	2.96	2.68
średnia	3.58	2.18	3.53	3.20	3.07	2.14	3.03	2.81

Warunki do rozwoju systemu korzeniowego traw gazonowych na bieżni głównej toru wyścigowego były różne dla wewnętrznej i zewnętrznej części bieżni. Na całej długości toru podłoże w odległości 0 – 10 m od kanatu było bardziej zagęszczone niż podłoże w odległości 10 -20 metrów od kanatu (tab. 4.). Wynikało to ze zróżnicowanego zagęszczenia podłoża oraz większego obciążenia bieżni po stronie wewnętrznej podczas gonitw.

### 3.1.2.2 Właściwości chemiczne gleby

Badania chemiczne gleby wykonywano w każdym roku badań, na podstawie prób glebowych pobieranych pod koniec okresu wegetacyjnego, z warstwy o głębokości 0 - 0,2m. Do przeprowadzenia analiz chemicznych gleby wykorzystano następujące metody:

- azot ogólny – metoda Kjeldahla,
- fosfor przyswajalny – metoda spektrofotometryczna Egnera-Riehma,
- potas przyswajalny – metoda fotometrii płomieniowej,
- pH gleby – metoda potencjometryczna w 1M roztworze KCl,
- węgiel organiczny – metoda analizy elementarnej,
- magnez przyswajalny – metoda spektrofotometryczna z żółcieniem tytanową,
- żelazo – metoda absorpcji atomowej AAS.

Oznaczanie zawartości makroelementów w glebie wykonywano zgodnie z następującymi normami, dla: fosforu PN-R-04023, potasu PN-R-04022, magnezu PN-R-04020 i pH PN-ISO 10390.

Podane wartości stanowią średnie z analiz chemicznych gleby wszystkich badanych poletek doświadczalnych.

Tabela 5. Średnia zawartość azotu, fosforu, potasu oraz odczyn w wierzchniej warstwie gleby (0-20 cm) badanych powierzchni toru w kolejnych latach badań

Lata	Azot [ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	Fosfor [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	Potas [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	pH <sub>KCl</sub>
2016	2,03	83,61	213,28	6,57
2017	2,23	94,41	190,82	6,87
2018	1,79	88,72	258,40	6,85
Średnia	2,02	88,91	220,83	6,76

Z analiz chemicznych gleby wynika, iż zawartość badanych pierwiastków w latach prowadzenia doświadczenia była dość wyrównana (tab. 5). Zasobność gleby w azot ogólny była niska w każdym roku badań. Zawartość fosforu przyswajalnego również kształtowała się na poziomie niskim (IV klasa zasobności), natomiast zasobność gleby w potas, w pierwszym i trzecim roku badań odznaczała się bardzo wysokim poziomem zasobności (I klasa), w drugim roku badań zasobność gleby w potas była wysoka (II klasa) [Karczewska i Kabała 2008]. Odczyn gleby miał charakter obojętny.

Tabela 6. Zawartość węgla organicznego, magnezu i żelaza w wierzchniej warstwie gleby

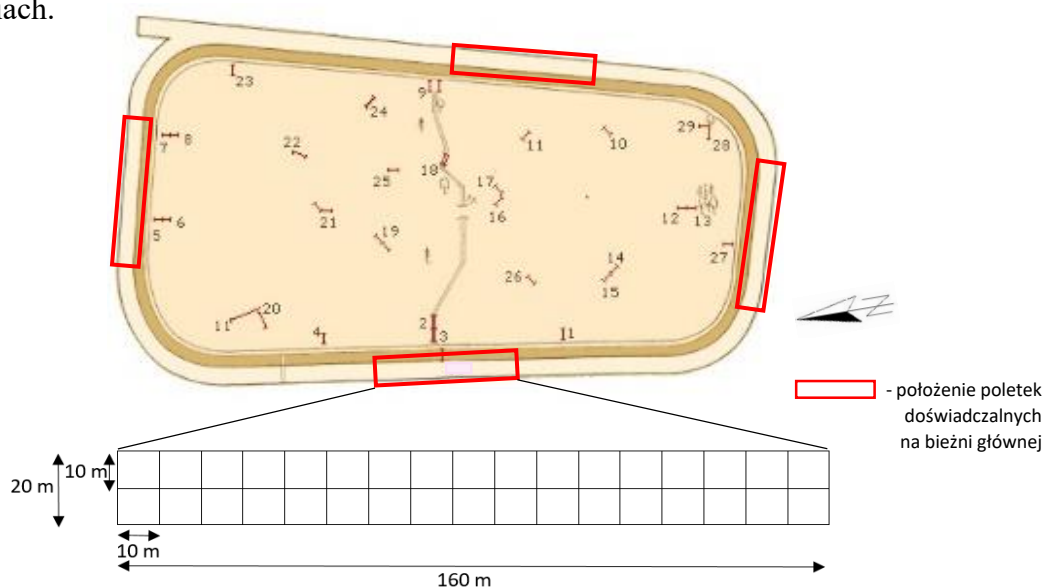
Lata	Węgiel organiczny [%]	Magnez [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	Żelazo [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]
2016	4,01	150,93	1454
2017	4,35	110,34	1216
2018	2,94	120,97	1329
Średnia	3,77	127,41	1333

Średnia zawartość węgla organicznego w glebie kształtowała się na bardzo wysokim poziomie (tab. 6), zatem zawartość substancji organicznej (próchnicy) również była bardzo wysoka. Próchnica zawiera około 58% węgla organicznego, na tej podstawie dysponując wynikami zawartości węgla, można określić zasób próchnicy w glebie, mnożąc wynik węgla organicznego razy 1,72 [Mocek i in. 1997]. Zasobność badanych gleb w przyswajalne formy magnezu była bardzo wysoka (I klasa zasobności), natomiast żelaza średnia (II klasa zasobności) [Karczewska i Kabała 2008].

### 3.2. Charakterystyka doświadczenia

#### 3.2.1. Opis doświadczenia

Doświadczenie założone zostało wiosną 2016 roku (28.03.2016) na bieżni głównej Wrocławskiego Toru Wyścigów Konnych – Partynice. Ze względu na specyfikę miejsca prowadzenia badań oraz względów organizacyjno-technicznych doświadczenie dwuczynnikowe prowadzono w układzie pasów prostopadłych (ang. split-block), w czterech powtórzeniach.



Rysunek 7. Schemat położenia poletek na bieżni głównej [M. Biernacik]

Układy te rozmieszczone były na każdej ze stron (północnej, południowej, wschodniej i zachodniej) bieżni (rys. 7) Doświadczenie obejmowało 128 poletek pomiarowych, każde o wymiarach 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>). Na każdej ze stron (N, S, E, W) bieżni głównej (rys. 8), mieściły się 32 poletki.

W doświadczeniu dwuczynnikowym zmienną pierwszego rzędu (A) stanowiły substancje, mający na celu wspomaganie naturalnej odporności roślin (A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub>), czynnik drugiego rzędu

(B) stanowiła odległość od kanatu (bandy wyznaczającej wewnętrzną krawędź toru) determinująca obciążenie bieżni i zagęszczenie podłoża. (B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>).

Czynnik A – zastosowany preparat:

- A1 – obiekt kontrolny (brak stosowania preparatów)
- A2 – biopreparat (na bazie homogenatu z *Ascophyllum nodosum*)
- A3 – haloizyt
- A4 – biopreparat + haloizyt (2:1)

Czynnik B – odległość od kanatu:

- B1 – do 10 metrów od krawędzi
- B2 – powyżej 10 metrów od krawędzi

Aplikacja biostymulatora odbywała się w każdym roku badań, w trzech terminach (wiosna, lato, jesień) (tab 7). Opryski wykonywane były w dawce zalecanej przez producenta 3 l produktu w 300 l cieczy roboczej na 1 ha (stężenie 1%). Stosowany preparat na bazie homogenatu z alg morskich *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis w składzie zawierał 13 % (m/m) fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) oraz 5 % (m/m) potasu (K<sub>2</sub>O).

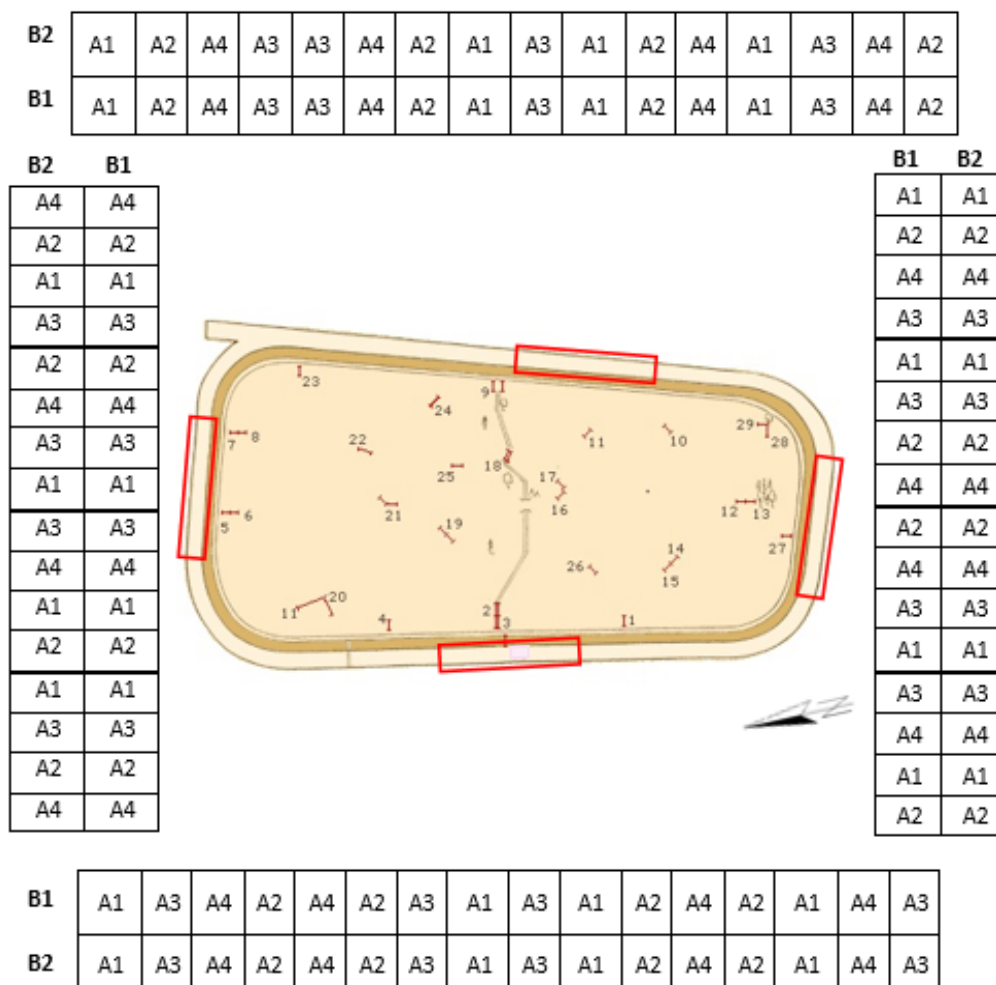
W tych samych terminach przeprowadzano zabiegi z zastosowaniem haloizytu w dawce 3 l·ha<sup>-1</sup> w formie zawiesiny (300 l·ha<sup>-1</sup>). Na wybranych obiektach dokonano aplikacji cieczy będącej połączeniem biostymulatora z haloizytem w stosunku objętościowym 2:1. Dla zwiększenia pojemności sorpcyjnej haloizyt był aktywowany z użyciem kwasu siarkowego, przez wydobywcę (ze złóż DUNIO k. Legnicy) na etapie przetwarzania. Próby kontrolne stanowiły poletka na których nie stosowano wymienionych preparatów.

Tabela 7. Terminy wykonanych oprysków badanymi substancjami

Rok badań	Termin oprysku		
	wiosna	lato	jesień
I	31.03.2016 r.	04.07.2016 r.	03.10.2016 r.
II	03.04.2017 r.	07.07.2017 r.	02.10.2017 r.
III	30.03.2018 r.	05.07.2018 r.	08.10.2018 r.

W związku z odbywającymi się gonitwami, w czasie trwania doświadczenia, wyznaczenie permanentnych poletek badawczych przy użyciu elementów stałych było niemożliwe. Na potrzeby doświadczenia w Zakładzie Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni skonstruowano szablony rozmiarów 80 x 20 metrów, które każdorazowo służyły do

wyznaczania poletek doświadczalnych. Położenie szablonu, określano dzięki odpowiednim znacznikom rozmieszczonym w terenie, niezmiennie podczas całego okresu prowadzenia badań. Wspomagano się również techniką nawigacji satelitarnej.



Rysunek 8. Schemat doświadczenia na Wrocławskim Torze Wyścigów Konnych

### 3.2.2. Pratoteknika doświadczenia

Doświadczenie podlegało regularnym zabiegom pielęgnacyjnym. Każdego roku badań, w czasie trwania sezonu wegetacyjnego (od marca do października) stosowano nawożenie mineralne NPK (tab. 8), w jednakowej dawce na całej długości bieżni głównej. Wiosną i latem (od marca do sierpnia) aplikowano nawóz wiosenno-letni firmy Hortnas (NPK 17-6-11), we wrześniu i październiku nawóz jesienny firmy Hortnas (NPK 5-10-25).

*Tabela 8. Program nawożenia mineralnego w okresie wegetacyjnym*

Termin aplikacji	Ilość nawozu [kg·ha <sup>-1</sup> ]			
	Profesjonal Wiosna/Jesień*	Saletra amonowa	Sól potasowa	Superfosfat potrójny
III	100	50	100	100
IV	100	75	100	100
V-VIII	100	75		
IX	50*	25	100	100
X	50*			50
Razem	400	225	300	350

W sezonie od marca do września dodatkowo stosowano saletrę amonową. W marcu, kwietniu i wrześniu sól potasową i superfosfat potrójny. Łączna ilość czystego składnika dostarczana w trakcie okresu wegetacyjnego wynosiła dla azotu 260 kg·ha<sup>-1</sup>, fosforu 111,1 kg·ha<sup>-1</sup> i potasu 236,2 kg·ha<sup>-1</sup> (tab. 9).

*Tabela 9. Dawki składników pokarmowych dostarczanych z nawozami mineralnymi*

Termin aplikacji	Ilość czystego składnika [kg·ha <sup>-1</sup> ] / miesiąc			
	N	P	K	
wiosna	III	34,0	26,2	60,8
	IV	42,5	26,2	60,8
	V	42,5	6,0	11,0
lato	VI	42,5	6,0	11,0
	VII	42,5	6,0	11,0
	VIII	42,5	6,0	11,0
jesień	IX	11,0	22,4	60,2
	X	2,5	12,3	10,4
Dawka roczna:		260,0	111,1	236,2

Murawę koszono na wysokość 7 cm, w odstępach 7 dniowych, z każdorazowym usunięciem skoszonej biomasy (uzysku). W zależności od przebiegu pogody, w okresach bezdeszczowych bieżnię nawadniano metodą deszczowania dawką 6 l·m<sup>-2</sup> na dobę. Siew bezpośredni uzupełniający, mieszanką traw gazonowych przeprowadzono we wrześniu 2016, 2017 oraz 2018 roku. Aerację korkową, do głębokości 7 cm wykonywano wiosną każdego roku badań. Zabiegi wertykulacji przeprowadzano na przełomie marca i kwietnia, na całej długości toru. Zabiegi odchwaszczania prowadzono metodą chemiczną.

### 3.3 Metody analizy wartości użytkowej muraw sportowych

#### 3.3.1 Ocena wschodów traw

W celu analizy wpływu stosowanych w doświadczeniu polowym biopreparatu i haloizytu na wschody traw gazonowych przeprowadzono doświadczenie w warunkach kontrolowanych. Wykonano je w komorze wegetacyjnej o zadanych parametrach wilgotnościowo-termicznych (wilgotność 60%, temperatura dnia 23°C, temperatura nocy 16°C) oraz fotoperiodycznych (długość dnia - 14 godzin, długość nocy – 10 godzin). Na płytki Petriego wyłożono bibuły filtracyjne nasączone badaną cieczą. Na każdej z nich umieszczono po 100 ziarniaków życicy trwałej w odmianie Libero, w 4 powtórzeniach. Na szalki aplikowano, biopreparat, haloizyt oraz połączenie biopreparatu z haloizytem w proporcji 2:1, obiekty kontrolne traktowano wodą destylowaną. Każdorazowo tą samą objętością cieczy 5cm<sup>3</sup>, w odstępach 48 godzinnych. Obserwacje, polegające na określaniu liczby kiełkujących ziarniaków, prowadzono przez okres 2 tygodni.

#### 3.3.2 Metoda bonitacyjna

Ocenę wartości bonitacyjnej (użytkowej) murawy wykonywano zgodnie z metodyką opracowaną przez COBORU dla traw darniowych [Domański 1998; 2005]. Każdego roku badań, trzykrotnie w czasie sezonu wegetacyjnego, przeprowadzano ocenę użytkową murawy (wiosną - 14 dni po ruszeniu wegetacji, latem – połowa lipca, jesienią – połowa października). Około 14 dni po zastosowaniu badanych preparatów. Miała ona charakter wizualnej oceny cech bonitacyjnych, wyrażanej w dziewięciostopniowej skali. Ocenie podlegały następujące cechy:

**Aspekt ogólny (Ao)** – oznacza wartość estetyczną trawnika, powstałą po wysiewie odmiany lub mieszanki odmian traw gazonowych. Atrakcyjność murawy zależy od czynników środowiskowych takich jak warunki klimatyczne, zasobność podłoża, występowania chwastów, chorób i szkodników oraz wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych. Wartość estetyczna murawy stanowi syntetyczny wskaźnik wpływu warunków siedliskowych na cechy morfologiczne roślin: barwę i delikatność blaszki liściowej oraz strukturę i zwartość darni.

Skala liczbowa odpowiada następującym określeniom Ao:

- 1 – zły (brak roślin),
- 2 – zły do słabego,
- 3 – słaby (trawnik nieatrakcyjny),

- 4 – słaby do dostatecznego,
- 5 – dostateczny (murawa przeciętna),
- 6 – dostateczny do dobrego,
- 7 – dobry (murawa ciesząca oko),
- 8 – dobry do bardzo dobrego,
- 9 – bardzo dobry (murawa w pełni atrakcyjna).

**Zadarnienie (Z)** – zwartość, zagęszczenie murawy. Oznacza stopień pokrycia podłoża źdźbłami i blaszkami liściowymi. Im większa ilość źdźbeł i blaszek liściowych na ocenianej jednostce powierzchni, tym lepsza ocena zadarnienia murawy.

Ocena cyfrowe odpowiada procentowi pokrycia podłoża blaszkami liściowymi:

	% pokrycia	
1 - złe	brak roślin	0-5
2 - złe do słabego		6-15
3 - słabe		16-25
4 - słabe do dostatecznego		26-40
5 - dostateczne		41-60
6 - dostateczny do dobrego		61-75
7 - dobre		76-85
8 - dobry do bardzo dobrego		86-95
9 - bardzo dobre		96-100.

**Kolor (K)** – oznacza barwę liści traw wyrażoną w skali. Oznaczenia liczbowe odpowiadają odcieniom zieleni według katalogu Royal Horticultural Society Colour Chart Edition V [Voss 2002], gdzie:

	Nr katalogowy
1 - żółtozielony	144 A, B, C, D
2 - oliwkowozielony	138 A, B, C, D i 137 A, B, C, D
3 - jaskrawozielony	134 A, B, C, D
4 - zielonoszary	133 A, B, C, D
5 - soczystozielony	132 A, B, C, D
6 - zielony	131 A, B, C, D
7 - trawiastozielony	135 A, B, C, D



8 - brudnozielony	136 A, B, C, D
9 - szmaragdowy	127 A, B, C, D.

W celu udoskonalenia pomiarów i uzyskania najbardziej reprezentatywnych wyników, równoległe ze wzrokową oceną koloru prowadzona była niezależna analiza barwy murawy z wykorzystaniem elektronicznego kolorymetru firmy FieldScout. Urządzenie pomiarowe klasyfikuje barwę w skali 9 stopniowej, z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Wyniki oceny koloru murawy przedstawione w rozdziale Wyniki badań stanowią odczyt z kolorymetru firmy FieldScout.

**Podatność na choroby (Pch)** – określana jest na podstawie obserwacji porażenia roślin przez poszczególne patogeny, oceny dokonuje się w momencie najsilniejszego porażenia roślin. W tym celu wykorzystywane są klucze oraz skale porażenia dla określonych patogenów.

Skala oceny kształtuje się następująco:

- 1 – bardzo duża (rośliny totalnie zniszczone),
- 2 – bardzo duża do dużej,
- 3 – duża (zniszczenia roślin duże),
- 4 – duża do średniej,
- 5 – średnia (liczne plamy, place, punkty, braki roślin),
- 6 – średnia do małej,
- 7 – mała (ślady porażenia),
- 8 – mała do bardzo małej,
- 9 – bardzo mała (brak objawów porażenia).

**Delikatność liścia (DI)** – smukłość liścia. Najwyżej oceniane są trawy o smukłej, cienkiej (iglastej) blaszce liściowej. Najmniej pożądane są trawy o szerokiej i topornej strukturze liścia.

Skala liczbowa odpowiadająca określeniom delikatności blaszki liściowej:

- 1 – bardzo szeroko (toporna)
- 2 – toporna do szerokiej
- 3 – szeroka
- 4 – szeroka do pośredniej
- 5 – pośrednia (szablonowa)

- 6 – pośrednia do wysmukłej
- 7 – wysmukła (subtelna)
- 8 – subtelna do bardzo wysmukłej
- 9 – bardzo wysmukła (najdelikatniejsza, iglasta)

**Przezimowanie (P)** – to cecha pochodna, która określana jest poprzez porównanie stanu pokrycia powierzchni żywymi roślinami jesienią – pod koniec okresu wegetacji oraz wiosną, tydzień po ruszeniu wegetacji. Stopień przezimowania roślin oceniany jest na podstawie udziału roślin obumarłych, uwarunkowany jest przebiegiem pogody jesienią, zimą oraz w czasie przedwiośnia.

Skala liczbowa odpowiadająca stopniowi przezimowania:

1 - bardzo złe	86 - 100% strat roślin,
2 - bardzo złe do złego	76 - 85%
3 - złe	61 - 75%
4 - złe do przeciętnego	46 - 60%
5 - przeciętne	36 - 45%
6 - przeciętne do dobrego	26 - 35%
7 - dobre	16 - 25%
8 - dobre do bardzo dobrego	6 - 15%
9 - bardzo dobre	0 - 5% martwych roślin.

### 3.3.3. Metoda funkcjonalna

Analiza funkcjonalna polega na ocenie reakcji i zachowania murawy poddanej działaniom czynników zewnętrznych, odpowiednich dla danej dyscypliny sportowej [Turgeon 2010]. Metoda bazuje na 5 stopniowej skali, w której 5 oznacza wartość najbardziej pożądaną, 1 najmniej. W murawach przeznaczonych na tory wyścigów konnych istotne parametry wpływające na jakość gonitw to:

**Sztywność (Szt)** – jest to odporność liści traw gazonowych na nacisk. Jej wartość jest zależna od czynników takich jak skład chemiczny tkanek roślin, turgor, temperatura, wielkość oraz gęstość rośliny. Różne gatunki traw charakteryzują się różną sztywnością [Turgeon 2010]. Oceny dokonano na podstawie procentowej ilości źdźbeł traw powracających do pierwotnego położenia po upływie 30 sekund od ustąpienia siły odkształcającej (żeliwne obciążenie o średnicy 26 cm i masie 5 kg).

Skala sztywności:

1 –	niedostateczna	(0% – 40% powracających źdźbeł traw)
2 –	dostateczna	(41% – 60%)
3 –	dobra	(61% – 70%)
4 –	bardzo dobra	(71% – 90%)
5 –	doskonała	(91% – 100%).

**Sprężystość** (Spr) – to zdolność źdźbeł traw do powrotu do położenia wyjściowego po ustąpieniu siły odkształcającej. Cecha ta jest niezbędna zwłaszcza na murawach sportowych, narażonych na ciągły ruch i wycieranie [Turgeon 2010]. Oceny dokonano na podstawie procentowej ilości źdźbeł powracających do pierwotnego położenia mierzonej po upływie 30 sekund od ustąpienia skrajnej siły ( $180^\circ$ ) odkształcającej (żeliwne obciążenie o średnicy 26 cm i masie 5 kg).

Skala sprężystości:

1 –	niedostateczna	(0% – 40% powracających źdźbeł traw)
2 –	dostateczna	(41% – 60%)
3 –	dobra	(61% – 70%)
4 –	bardzo dobra	(71% – 90%)
5 –	doskonała	(91% – 100%).

**Odbojność** (O) - określa charakterystykę powierzchni nawierzchni trawiastej pod wpływem działania siły odkształcającej, w tym przypadku mechanicznego kopyta o masie 4 kg. Swobodny spadek kopyta następował z wysokości 0,9 m, prędkość w momencie zderzenia kopyta z podłożem wynosiła  $18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Siła uderzenia imitująca kopyto końskie to 760 N.

Zakres odbojności murawy na bieżniach trawiastych kształtuje się następująco:

do 20 mm - murawa bardzo twarda,

21-27 mm - murawa twarda;

28-32 mm - murawa optymalna;

33-39 mm - murawa miękka;

$\geq 40$  mm - bardzo miękka.

**Ścinanie** (Ś) – wytrzymałość darni na zrywanie pod wpływem siły obrotowej wyrażonej w  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ . Analiza przeprowadzona była za pomocą urządzenia ścinającego.

Skala ścinania:

0-2,0	kg·cm <sup>-2</sup>	niedostateczna
2,1-4,0	kg·cm <sup>-2</sup>	dostateczna
4,1 -6,0	kg·cm <sup>-2</sup>	dobra
6,1-7,0	kg·cm <sup>-2</sup>	bardzo dobra
≥8,0	kg·cm <sup>-2</sup>	doskonała

### 3.3.4 Analiza profilu darniowego

Analiza prób darniowych ma na celu precyzyjne określenie kondycji roślin, ocenę systemu korzeniowego oraz parametrów morfometrycznych traw. Ocena profilu darniowego, obejmowała:

- grubość wytworzonej warstwy filcu [mm],
- grubość poziomego darniowego [mm],
- zasięg głównej masy korzeniowej [mm],
- maksymalny zasięg (długość) korzeni [mm],
- liczbę węzłów krzewienia [szt.·m<sup>-2</sup>],
- liczbę pędów wegetatywnych [szt.·m<sup>-2</sup>],
- liczbę blaszek liściowych traw [szt.·m<sup>-2</sup>],
- udział poszczególnych gatunków traw w próbie [%].

Próby darni wraz z podłożem pobierano corocznie pod koniec okresu wegetacyjnego za pomocą ręcznego probierza darniowego do głębokości około 0,2 m. Próby pobierano, ze wszystkich obiektów badawczych (128 prób po 22 cm<sup>2</sup> darni). Uzyskane wyniki przeliczono na przyjętą, stałą jednostkę powierzchni 1 m<sup>2</sup>.

### 3.4 Metody statystycznej oceny wyników

Opracowanie statystyczne wyników badań wykonano z wykorzystaniem pakietu Statistica w wersji 13.3. Zgromadzone dane poddano analizie rozkładu danych testem Shapiro-Wilka, stwierdzając brak normalności rozkładu ocenianych zmiennych. W związku z brakiem normalności rozkładu wyników badań, w analizie statystycznej posłużono się testami nieparametrycznymi. Dla więcej niż dwóch grup niezależnych testem ANOVA Kruskala-Wallisa oraz dla dwóch grup niezależnych testem U Manna-Whitneya. Analizując różnice pomiędzy badanymi czynnikami wykorzystano testy typu post-hoc z wielokrotnym porównaniem średnich dla grup przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . W tabelach z wynikami badań przedstawiono wyniki analiz testów nieparametrycznych ( $Z/H$ ) oraz poziomy różnic statystycznych ( $p$ ) dla analizowanych zmiennych.

## 4. WYNIKI BADAŃ

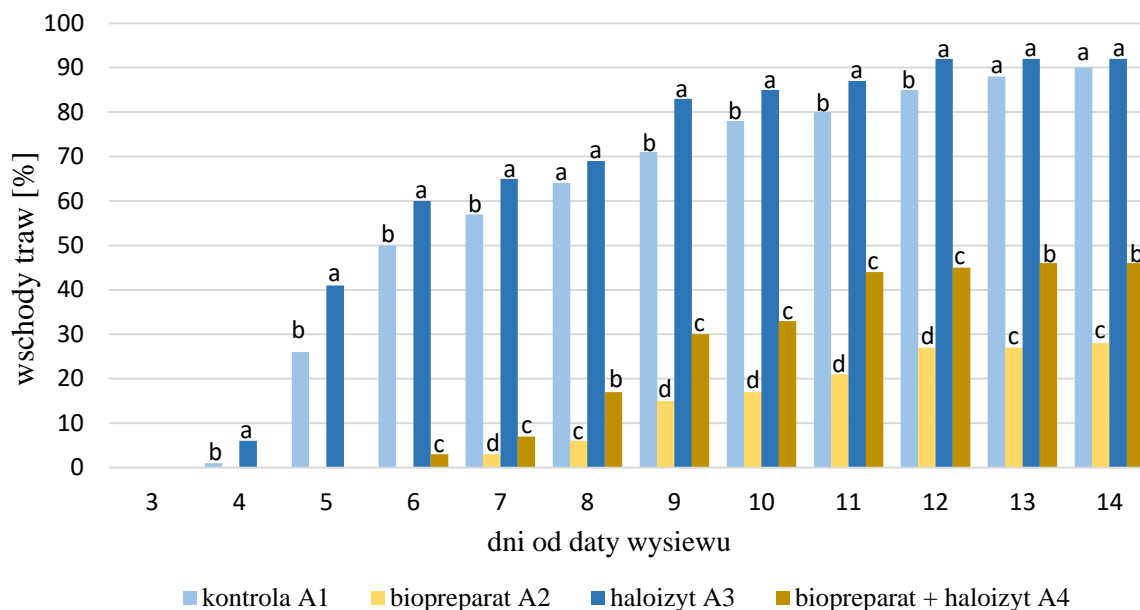
### 4.1. Wschody traw w warunkach kontrolowanych

Wschody życicy trwałej odmiany ‘Liberio’ w optymalnych, kontrolowanych warunkach wilgotnościowo-termicznych wykazały zróżnicowanie względem stosowanych preparatów. Odnotowano szybsze wschody roślin, które poddano działaniu haloizytu w porównaniu z obiektami kontrolnymi, działaniem biopreparatu oraz połączenia biopreparatu z haloizytem (tab. 10). Pierwsze wschody życicy trwałej zaobserwowano po czterech dniach od wysiewu nasion, na obiektach kontrolnych oraz poddanych działaniu haloizytu.

Tabela 10. Wschody życicy trwałej ‘Liberio’ [szt.] w warunkach kontrolowanych, w zależności od zastosowanego preparatu (A1- kontrola, A2 – biopreparat, A3 – haloizyt, A4 – biopreparat z haloizytem) oraz terminu obserwacji, z uwzględnieniem wyników testu Kruskala-Wallisa. Poziom istotności  $p < 0,05$  oznaczono kolorem czerwonym

preparat	Dzień od daty wysiewu					
	Wschody życicy trwałej ‘Liberio’ [szt.]					
	3	4	5	6	7	8
A <sub>1</sub>	0	1	26	50	57	64
A <sub>2</sub>	0	0	0	0	3	6
A <sub>3</sub>	0	6	41	60	65	69
A <sub>4</sub>	0	0	0	3	7	17
H	0,00000	12,94118	13,94231	12,73333	13,13609	13,01929
<i>p</i>	1,0000	0,0048	0,0030	0,0053	0,0044	0,0046
	9	10	11	12	13	14
A <sub>1</sub>	71	78	80	84	88	90
A <sub>2</sub>	15	7	21	27	27	28
A <sub>3</sub>	83	85	87	92	93	93
A <sub>4</sub>	30	33	44	45	46	46
H	12,76549	13,16912	13,51988	10,85236	13,26071	13,24115
<i>p</i>	0,0052	0,0043	0,0036	0,0126	0,0041	0,0041

Zastosowanie biopreparatu wyraźnie opóźniło kiełkowanie nasion, pierwsze wschody na tych obiektach, odnotowano w siódmym dniu od wysiewu. W tym czasie, na obiektach kontrolnych odnotowano wschody na poziomie 50%, a na traktowanych haloizytem 60% wschodów. Różnica pomiędzy liczbą kiełkujących nasion nawadnianych wodą z haloizytem, a biopreparatem i biopreparatem w połączeniu z haloizytem utrzymywała się przez okres dwóch tygodni od daty wysiewu.



Rysunek 9. Wschody życicy trwałej ‘Libero’ w okresie od 3 do 14 dnia od daty wysiewu nasion, w zależności od zastosowanego preparatu, z oznaczeniem grup jednorodnych testem Tukeya.

Istotne różnice w liczbie wschodów, zależne od stosowanej do ich podlewania cieczy, widoczne są od czwartego dnia prowadzenia doświadczenia (rys. 9). Najszybszą i największą liczbę wschodów zanotowano na obiektach traktowanych haloizytem oraz na obiektach kontrolnych (gdzie stosowano wodę destylowaną). Wraz z upływem czasu różnica malała, jednak istotna nierówność pomiędzy nimi, utrzymywała się do dwunastego dnia doświadczenia.

## 4.2. Ocena bonitacyjna

Analiza statystyczna badanych cech użytkowych (bonitacyjnych) murawy wykazała dużą zmienność wyników analizowanych parametrów. Wyniki różniły się istotnie w trakcie prowadzenia doświadczenia, zarówno w odniesieniu do lat badań jak i pór roku (tab. 11).

Tabela 11. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla badanych cech użytkowych murawy, w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz pory roku i lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Rok		Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
Ao	693,947	<0,001	21,8059	<0,001	14,1309	0,0017	51,9491	<0,001
K	178,247	<0,001	461,621	<0,001	3,68912	0,2971	76,2786	<0,001
Z	55,1567	<0,001	125,907	<0,001	86,8771	<0,001	71,6475	<0,001
Pch	420,773	<0,001	415,026	<0,001	0,23218	0,9722	7,42191	0,0596
Dl	0,62292	0,7324	69,2348	<0,001	28,3377	<0,001	7,46541	0,0584
Pz	309,882	<0,001	---	---	1,36516	0,7137	7,19039	0,0691

Odnotowano zmienność oceny cech aspektu ogólnego oraz zadarnienia w zależności od roku prowadzenia badań, pory roku, strony toru oraz stosowanego preparatu (A). Rok badań nie miał istotnego wpływu na delikatność liścia. Nie wykazano istotnych różnic w kolorze, podatności na choroby oraz przezimowaniu względem ułożenia poletek po czterech stronach toru wyścigowego. Wykazano istotny wpływ na wartości cech użytkowych w zależności od czynnika I rzędu (A), wyjątek stanowiły podatność na choroby, delikatność liścia oraz przezimowanie, które nie wykazały istotnej zmienności w stosunku do stosowanego preparatu.

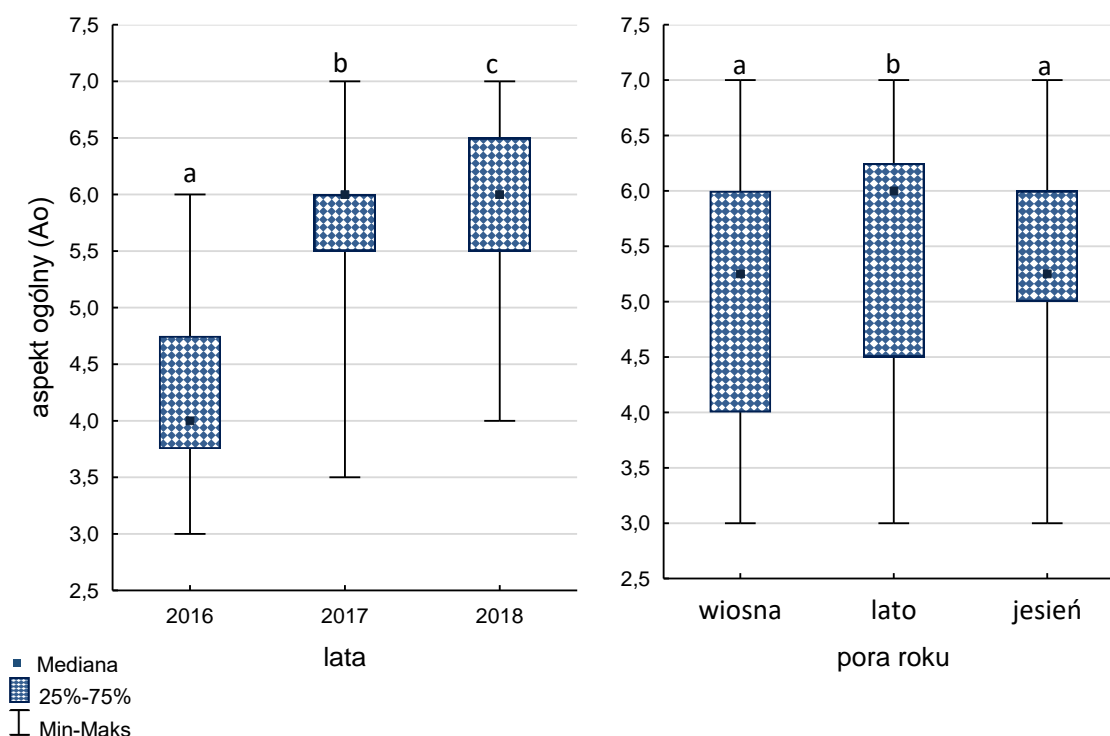
Tabela 12. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech użytkowych murawy względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
Ao	-0,73159	<0,001
K	0,29233	0,77003
Z	-7,78780	<0,001
Pch	-0,47697	0,63338
Dl	2,68427	0,00726
Pz	-0,34114	0,73299

Czynnik II rzędu – odległość od kanatu (B), miał istotny wpływ na aspekt ogólny, zadarnienie i delikatność liścia (tab. 12). Kolor, podatność na choroby i przezimowanie nie były zależne od tego czynnika.

#### 4.2.1. Aspekt ogólny (Ao)

Syntetyczny wskaźnik jakości wizualnej murawy był istotnie zależny od wszystkich badanych czynników oraz terminu wykonywania badań. Wykazywał także zmienne wartości w zależności od położenia poletka względem stron świata.

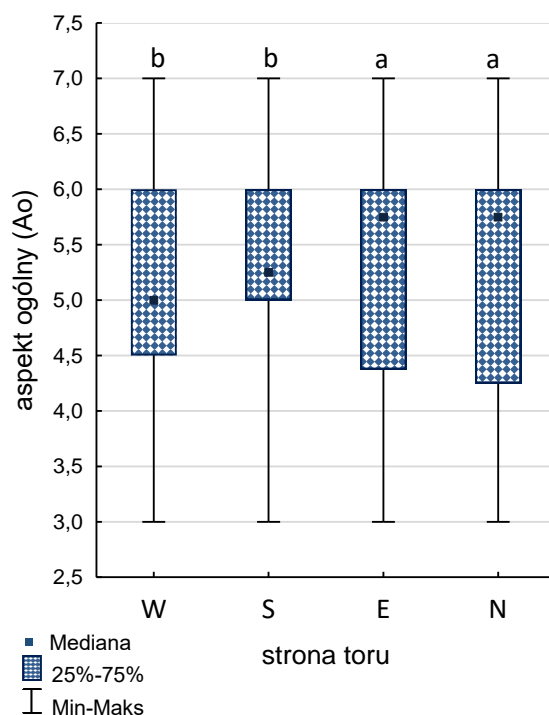


Rysunek 10. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od roku oraz pory roku

Rok badań istotnie wpływał na różnicę w ocenie aspektu ogólnego. Najniższe wartości tej cechy odnotowano w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia (rys. 10). Ocena wartości aspektu ogólnego była istotnie wyższa w kolejnych latach badań.

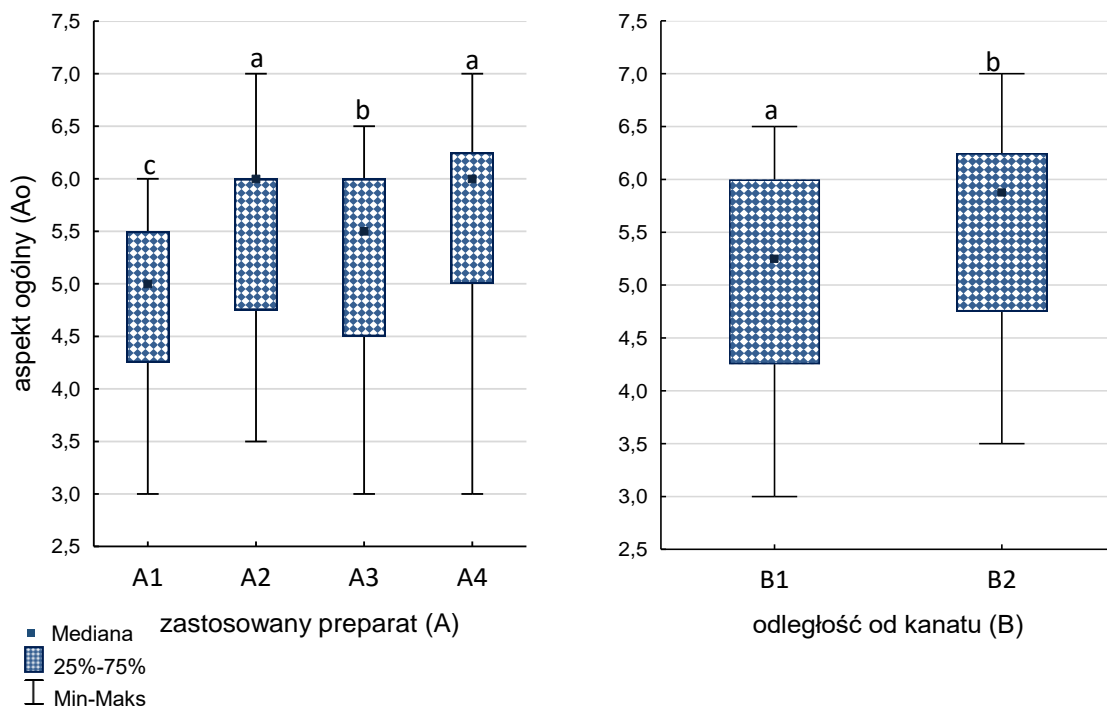
Aspekt ogólny, w zależności od pory roku, najwyższe wartości przyjmował latem. Ocena wiosną i jesienią była istotnie niższa, nie wykazano natomiast istotnej różnicy pomiędzy wartością aspektu ogólnego w tych dwóch porach roku.





Rysunek 11. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od badanej strony toru wyścigowego

W całym okresie trwania badań aspekt ogólny murawy różnił się w zależności od lokalizacji ocenianych poletek względem strony toru (rys. 11). Murawa na stronach zachodniej i południowej toru była najniżej oceniana. Mediana oceny aspektu ogólnego przyjmowała odpowiednio wartości 5,0 i 5,25 stanowiące grupę jednorodną.



Rysunek 12. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

Aspekt ogólny murawy zmieniał się w zależności od zastosowanego preparatu (A) (rys. 12). Wszystkie zastosowane preparaty i ich kombinacje wykazały dodatni wpływ na wartość aspektu ogólnego murawy w stosunku do kontroli (A<sub>1</sub>). Aplikacja biostymulatora (A<sub>2</sub>) oraz biostymulatora w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>) wpłynęła na uzyskanie przez murawę najwyższych wartości oceny aspektu ogólnego (określany w skali ocen jako dostateczny do dobrego). Zastosowanie samego haloizytu (A<sub>3</sub>) również istotnie wpłynęło na poprawę oceny badanego aspektu względem poletek kontrolnych.

Cecha była istotnie zależna od odległości od kanatu (B). Murawa znajdująca się bliżej wewnętrznej krawędzi toru (B<sub>1</sub>) wykazała istotnie niższą wartość aspektu ogólnego w stosunku do murawy znajdującej się po stronie zewnętrznej toru (B<sub>2</sub>).

Tabela 13. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla aspektu ogólnego, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

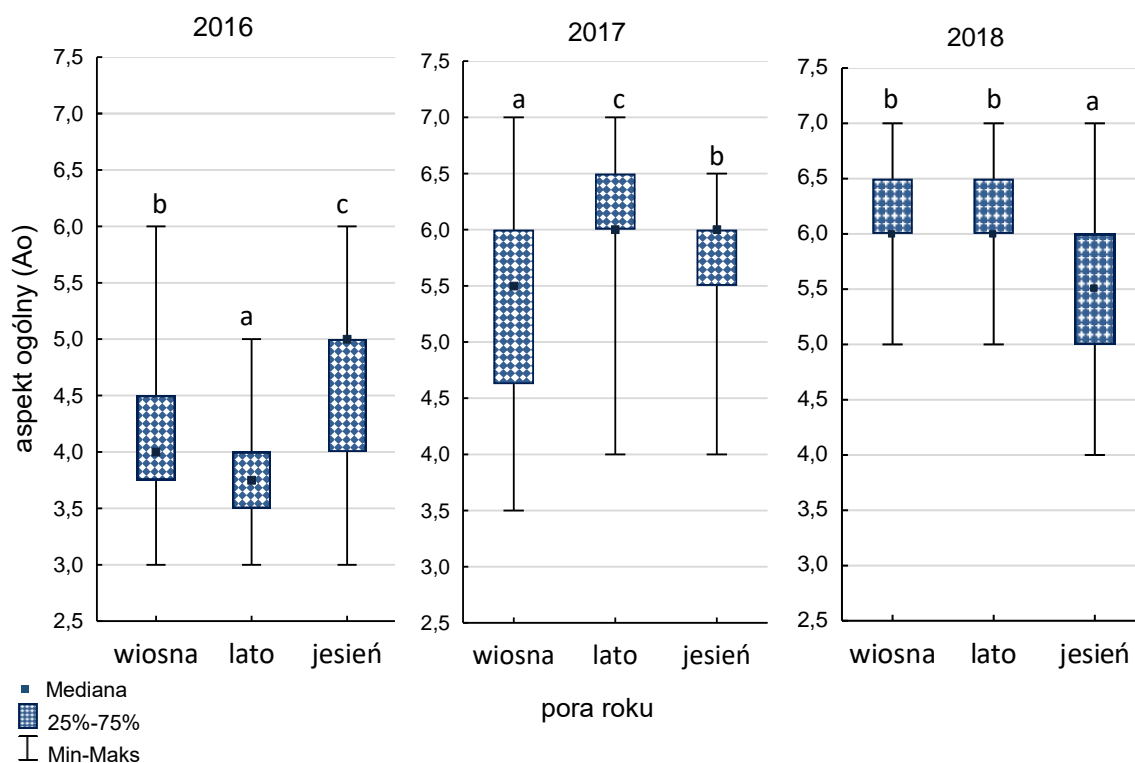
Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	115,2347	<0,001	29,73546	<0,001	8,317861	0,0633
2017	74,79997	<0,001	30,30070	<0,001	53,33320	<0,001
2018	96,72640	<0,001	5,519180	0,1375	119,4582	<0,001

Termin prowadzenia badań, strona toru oraz zastosowany preparat istotnie wpłynęły na wartość aspektu ogólnego murawy we wszystkich latach badań (tab. 13). Wyjątek stanowiła strona toru, która w roku 2018 nie wykazała wpływu na wartość badanej cechy.

Tabela 14. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla aspektu ogólnego względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

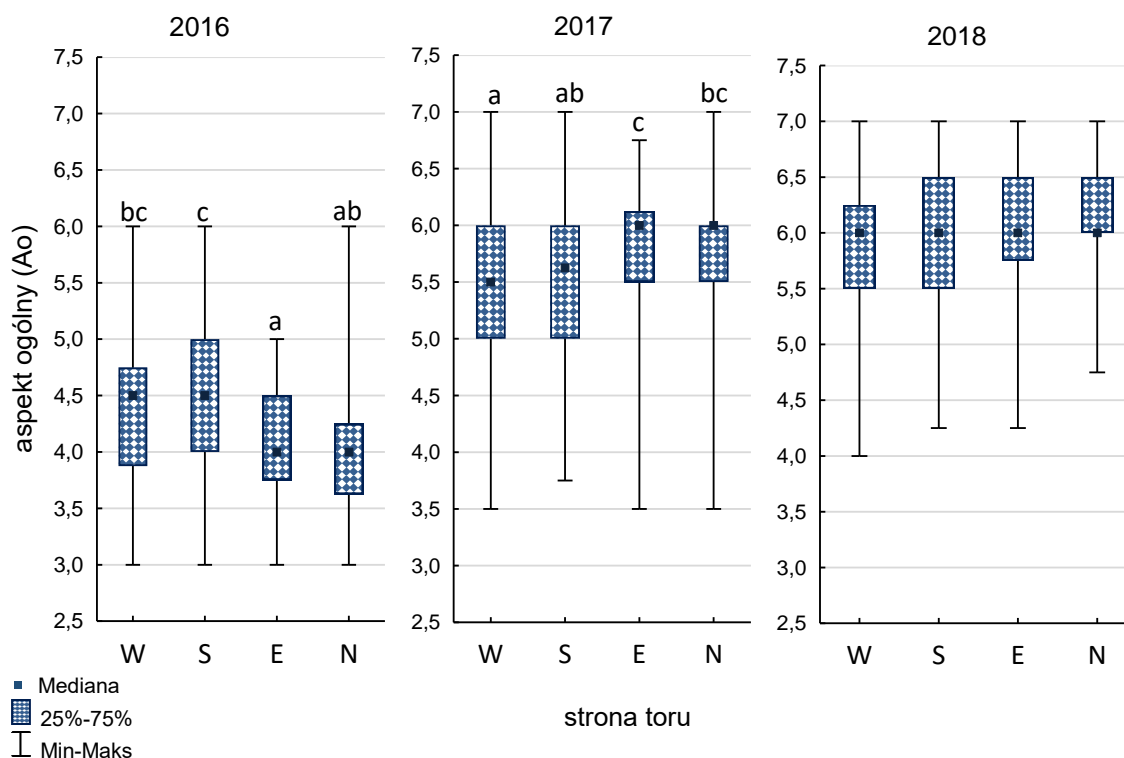
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	-6,24903	<0,001
2017	-6,30533	<0,001
2018	-7,64255	<0,001

Odległość od kanatu była czynnikiem istotnie różnicującym wartości aspektu ogólnego murawy w każdym roku prowadzenia badań (tab. 14).



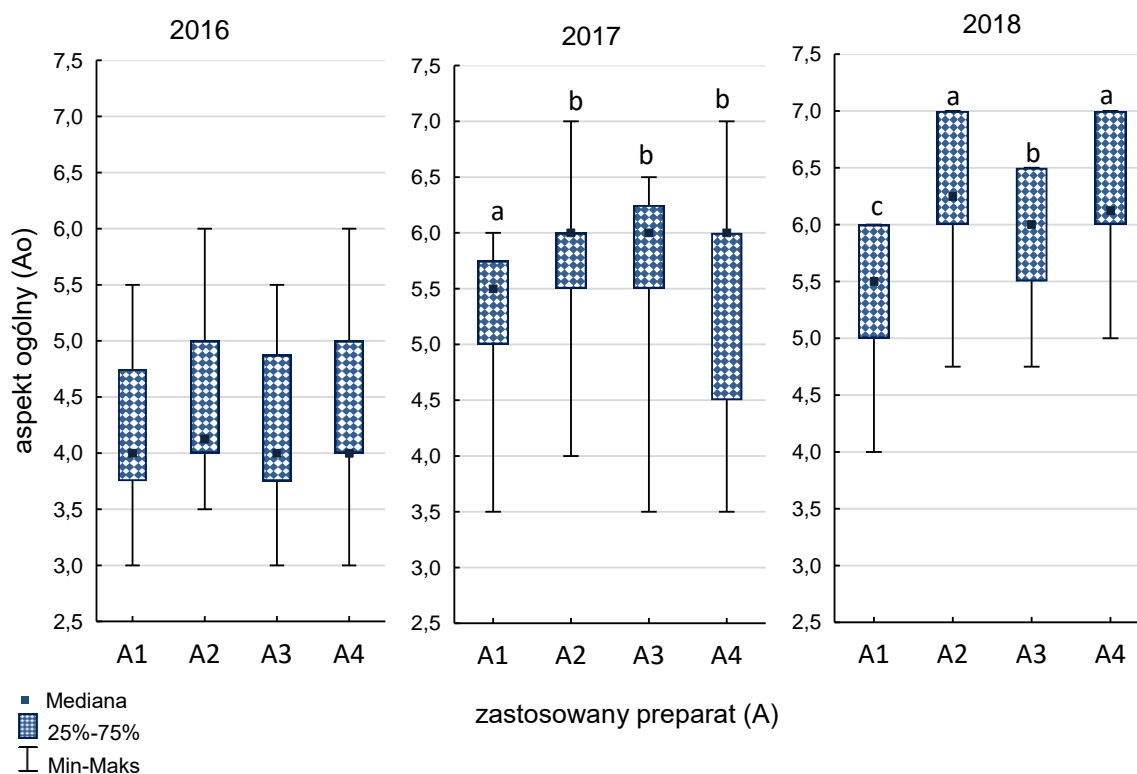
Rysunek 13. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

W pierwszym roku prowadzenia badań mediana wartości aspektu ogólnego przyjęła najwyższą wartość w okresie jesiennym (rys.13). W tym roku murawa była najmniej atrakcyjna latem, wiosną cecha przyjmowała wartości pośrednie. W kolejnym roku badań w okresie letnim odnotowano najwyższe wartości badanej cechy. Mediana przyjęła wartości wyższe niż w pierwszym roku badań we wszystkich porach roku, w których prowadzono obserwacje. W trzecim roku prowadzenia badań murawa w okresie letnim wykazywała wartości cechy na równie wysokim poziomie, co w roku poprzednim. W tym roku murawa w okresie wiosennym była równie atrakcyjna co latem, a mediana badanej cechy dla obu pór roku wynosiła 6. W ostatnim roku prowadzenia badań zaobserwowano istotny spadek wartości aspektu ogólnego murawy w okresie jesiennym, względem roku poprzedniego.



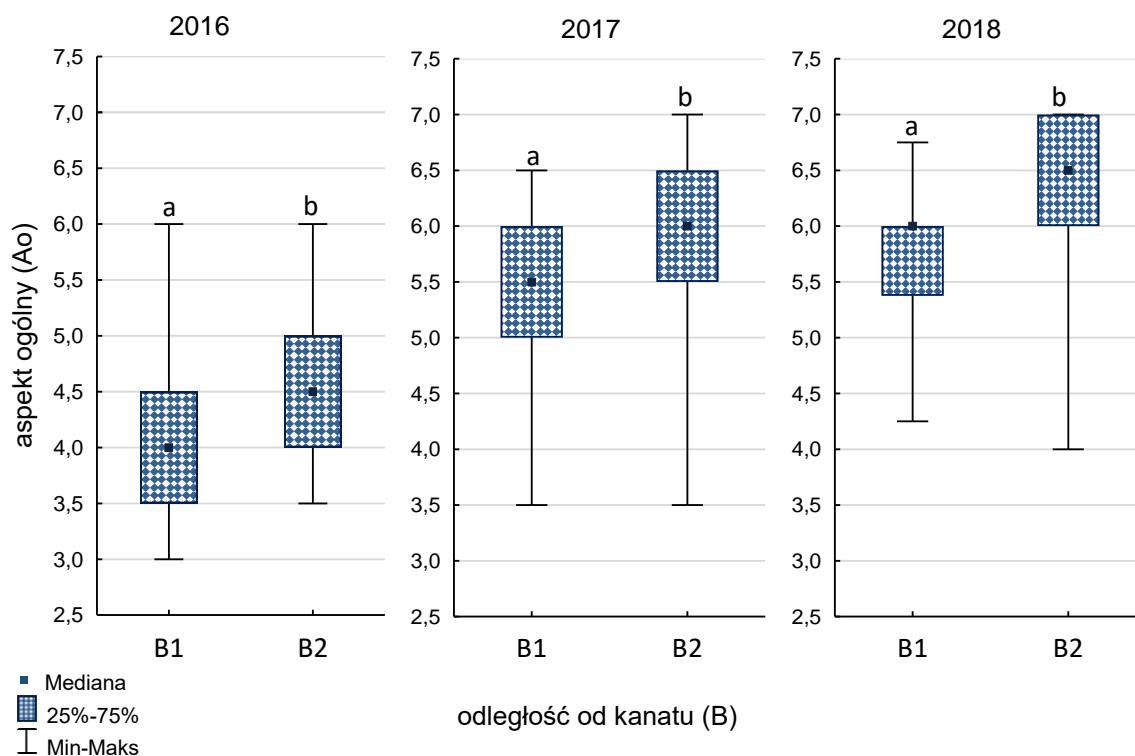
Rysunek 14. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

W pierwszym roku prowadzenia badań mediana oceny aspektu ogólnego przyjmowała wartości od 4 do 4,5 (rys. 14). Istotnie wyższym aspektem ogólnym charakteryzowała się murawa w południowej (S) i zachodniej (W) części toru. W drugim roku prowadzenia badań tendencja uległa odwróceniu, ocena badanej cechy przyjmowała wartości wyższe w części wschodniej (E) i północnej (N) toru. Aspekt ogólny murawy w części wschodniej różniła się istotnie w odniesieniu do części południowej i zachodniej. W ostatnim roku badań mediana wartości badanej cechy wynosiła 6 (dostateczny do dobrego) niezależnie od usytuowania murawy na torze względem stron świata. Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy stronami.



Rysunek 15. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu

W pierwszym roku badań nie odnotowano istotnych różnic w aspekcie ogólny murawy, względem stosowanych preparatów (rys. 15). W kolejnym roku wszystkie kombinacje (A<sub>2</sub>-A<sub>4</sub>) uzyskały istotnie wyższą ocenę aspektu ogólnego w stosunku do kontroli. W 2018 roku tendencja ta utrzymała się, lecz wykazano istotnie wyższą ocenę parametru na poletkach traktowanych biopreparatem (A<sub>2</sub>) i biopreparatem w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>) w stosunku do kontroli (A<sub>1</sub>) i samego haloizytu (A<sub>3</sub>).

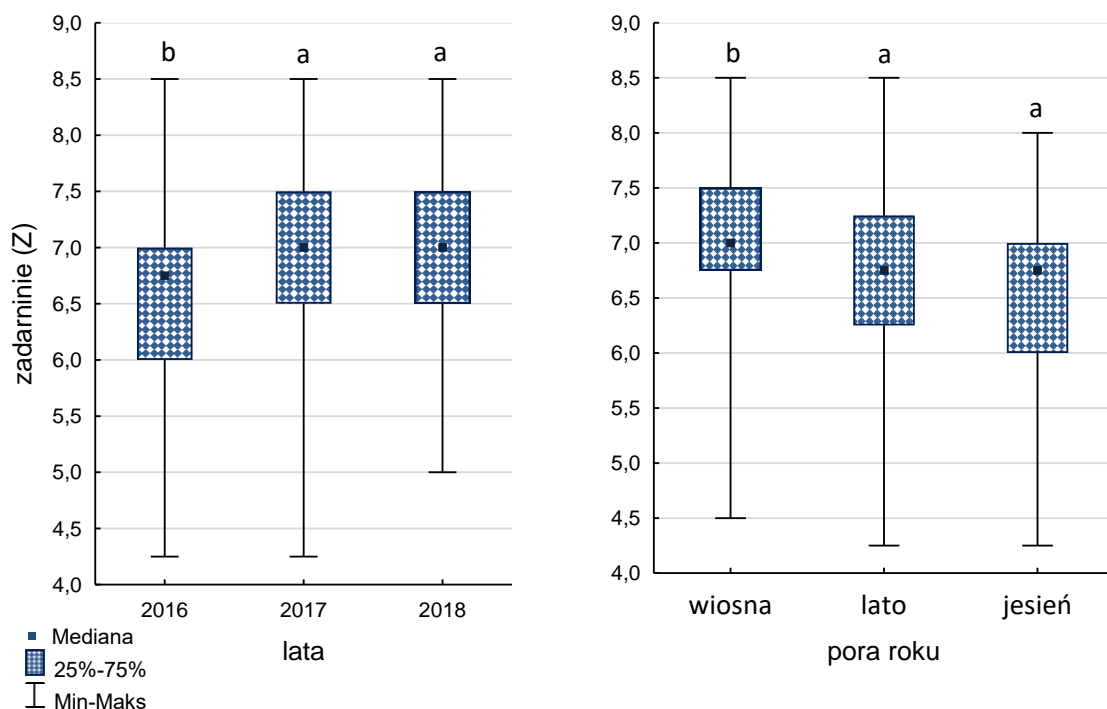


Rysunek 16. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

Odległość od kanatu (B) była czynnikiem istotnie różnicującym wartość aspektu ogólnego murawy w każdym roku badań (rys. 16). We wszystkich latach, poletka położone w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>) cechowały się istotnie wyższą wartością ocenianej cechy. Najwyższymi wartościami oceny aspektu ogólnego charakteryzowała się murawa w zewnętrznej części toru (> 10 m od kanatu) (B<sub>2</sub>) w 2017 i 2018 roku, uzyskując ocenę określaną w przyjętej skali ocen jako dobry.

#### 4.2.2. Zadarnienie (Z)

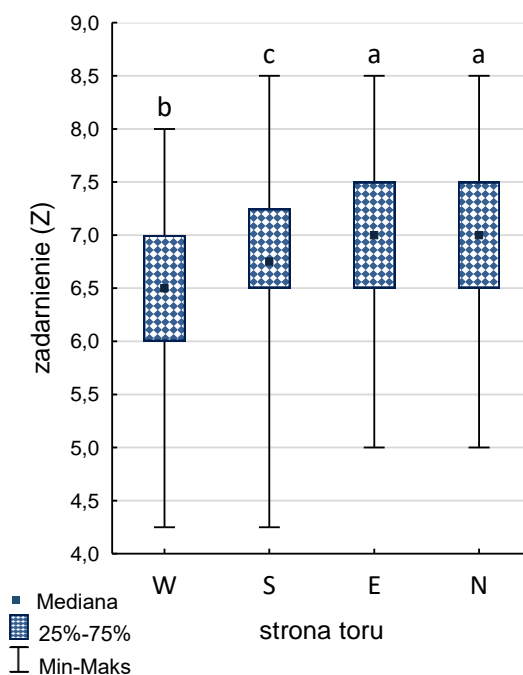
Analizując zadarnienie murawy zaobserwowano istotne różnice w ocenie tego parametru w poszczególnych latach prowadzenia doświadczenia oraz w porach okresu wegetacyjnego (rys. 17).



Rysunek 17. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od roku oraz pory roku

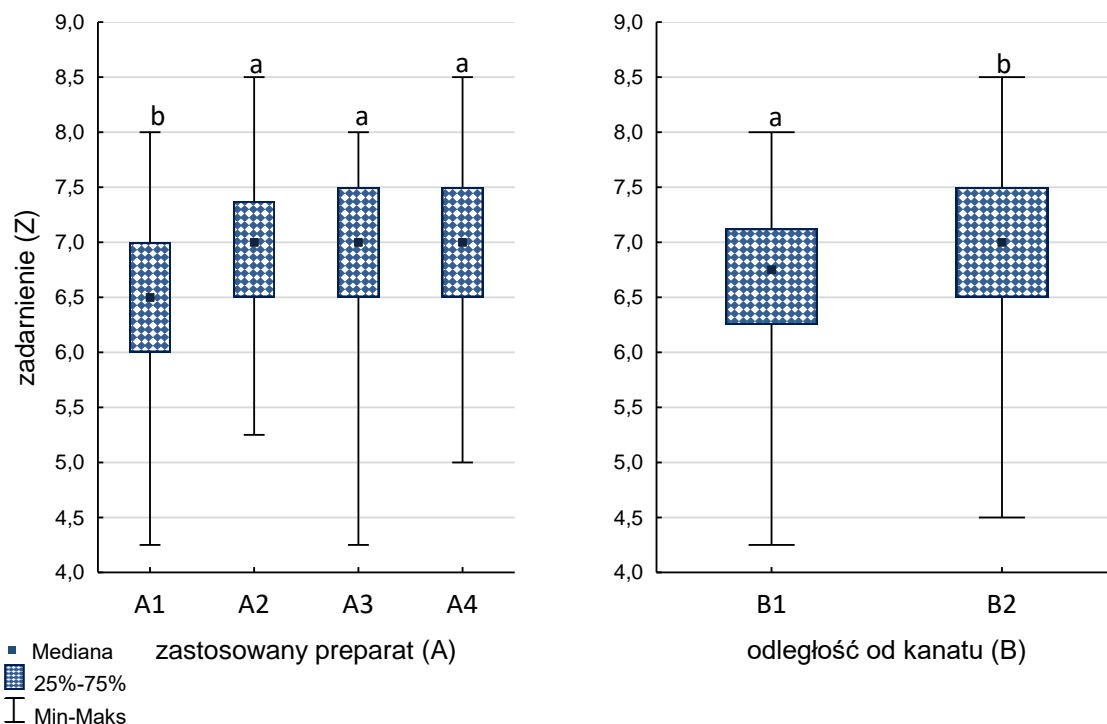
W pierwszym roku prowadzenia doświadczenia mediana ocen zadarnienia była najniższa i istotnie różniła się od kolejnych lat badań (rys. 16).

Najwyższy stopień zadarnienia, w zależności od pór roku, przypadał na okres wiosenny (zadarnienie dobre). Między okresem letnim, a jesiennym nie odnotowano istotnych różnic.



Rysunek 18. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od strony toru wyścigowego

Podczas całego okresu badań notowano istotne różnice w zadarnieniu murawy w zależności od położenia poletek na torze wyścigowym (rys. 18). Najniższy stopień zadarnienia występował po zachodniej (W) stronie toru. Lepszym pokryciem podłoża blaszkami liściowymi odznaczały się poletka po stronie południowej (S). Natomiast najwyższe oceny tego parametru (zadarnienie dobre) notowano po stronie wschodniej (E) i północnej (N) toru.



Rysunek 19. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

Wyniki oceny zadarnienia różniły się istotnie w odniesieniu do zastosowanego preparatu (A). Najniższym zadarnieniem cechowały się poletka kontrolne (A<sub>1</sub>) (rys. 19), na których nie stosowano biopreparatu (A<sub>2</sub>), haloizytu (A<sub>3</sub>) i połączenia biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>).

Drugi analizowany czynnik – odległość od kanatu (B) miał istotny wpływ na zadarnienie murawy. Odnotowano, że na poletkach do 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru (B<sub>1</sub>) pokrycie podłoża blaszkami liściowymi było niższe w stosunku do poletek położonych w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>).



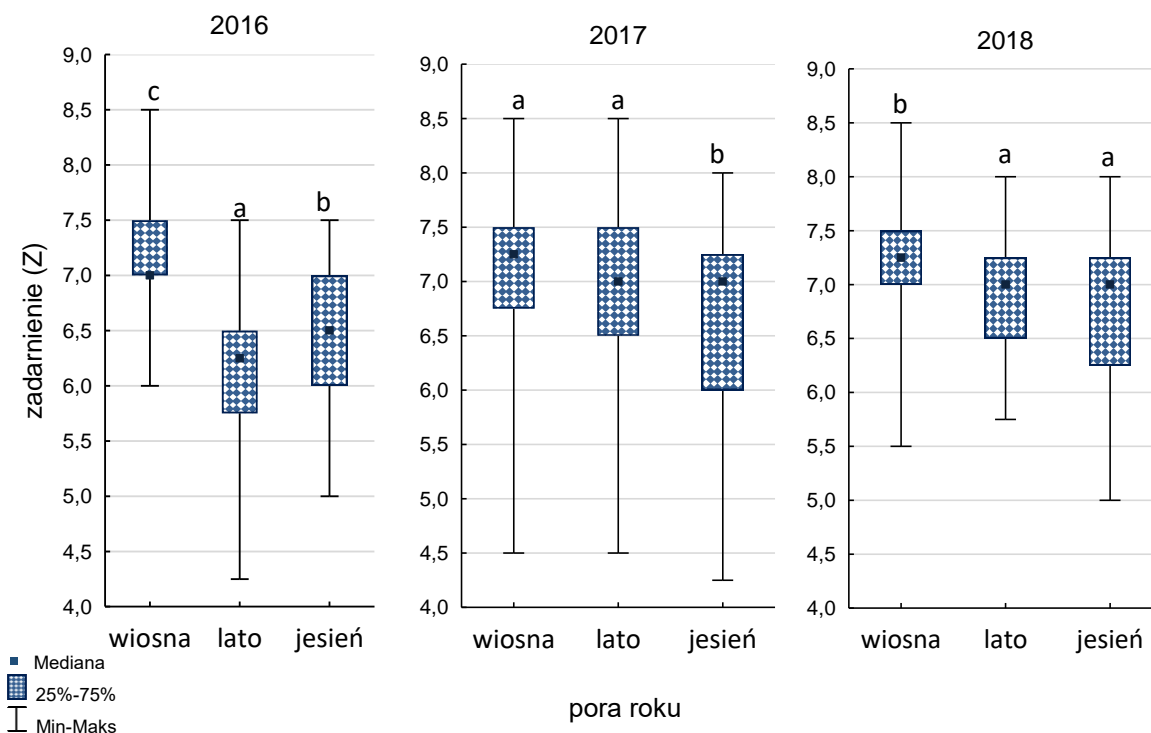
Tabela 15. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla zadarnienia, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	143,2069	<0,001	15,46375	0,0015	7,831967	0,0567
2017	32,36743	<0,001	112,4198	<0,001	45,55978	<0,001
2018	32,40809	<0,001	18,22590	0,0004	8,754832	0,0325

Tabela 16. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla zadarnienia względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

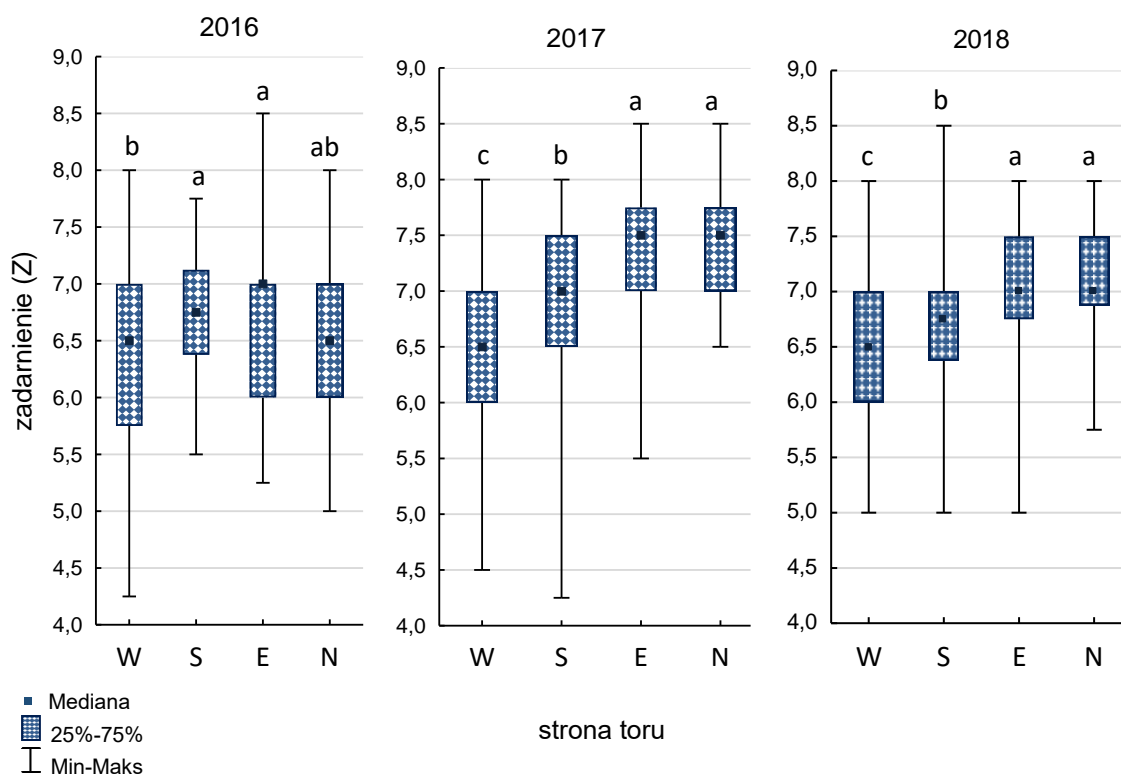
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	-6,02558	<0,001
2017	-4,48734	<0,001
2018	-3,73323	0,00018

Rozpatrując zadarnienie murawy w poszczególnych latach badań, wykazano istotne różnice w każdym roku oceny tego parametru w odniesieniu do pory roku, strony toru (tab. 15) oraz odległości od kanatu (tab. 16). Istotną różnicę zadarnienia, względem stosowanych preparatów odnotowano w drugim i trzecim roku prowadzenia doświadczenia.



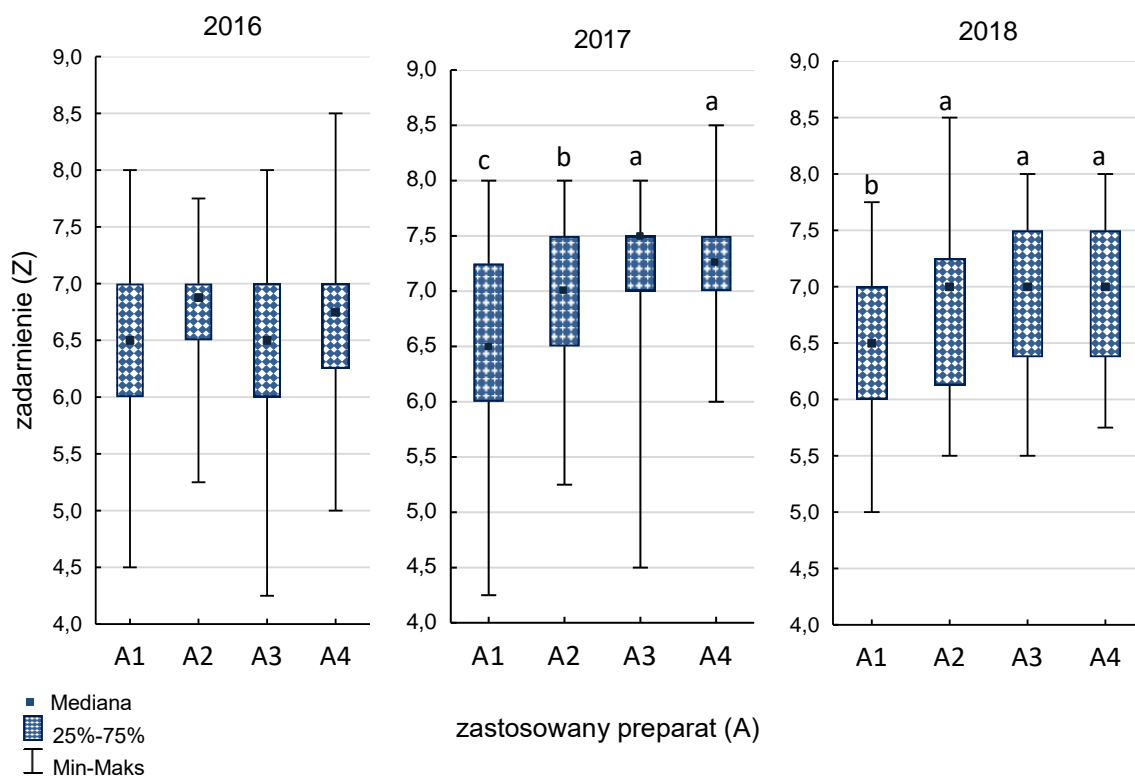
Rysunek 20. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności

W pierwszym roku badań ocena zadarnienia była zróżnicowana we wszystkich terminach obserwacji (rys. 20). Najwyższe pokrycie podłoża blaszkami liściowymi zanotowano wiosną, mediana oceny była równa 7 (zadarnienie dobre). Najniższa ocena parametru przypadła na okres letni. W 2017 roku wiosenne i letnie zagęszczenie murawy było istotnie wyższe od jesiennej oceny tego parametru. W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia ocena zadarnienia była istotnie wyższa w okresie wiosennym względem oceny letnio-jesiennej, w której nie występowały istotne różnice.



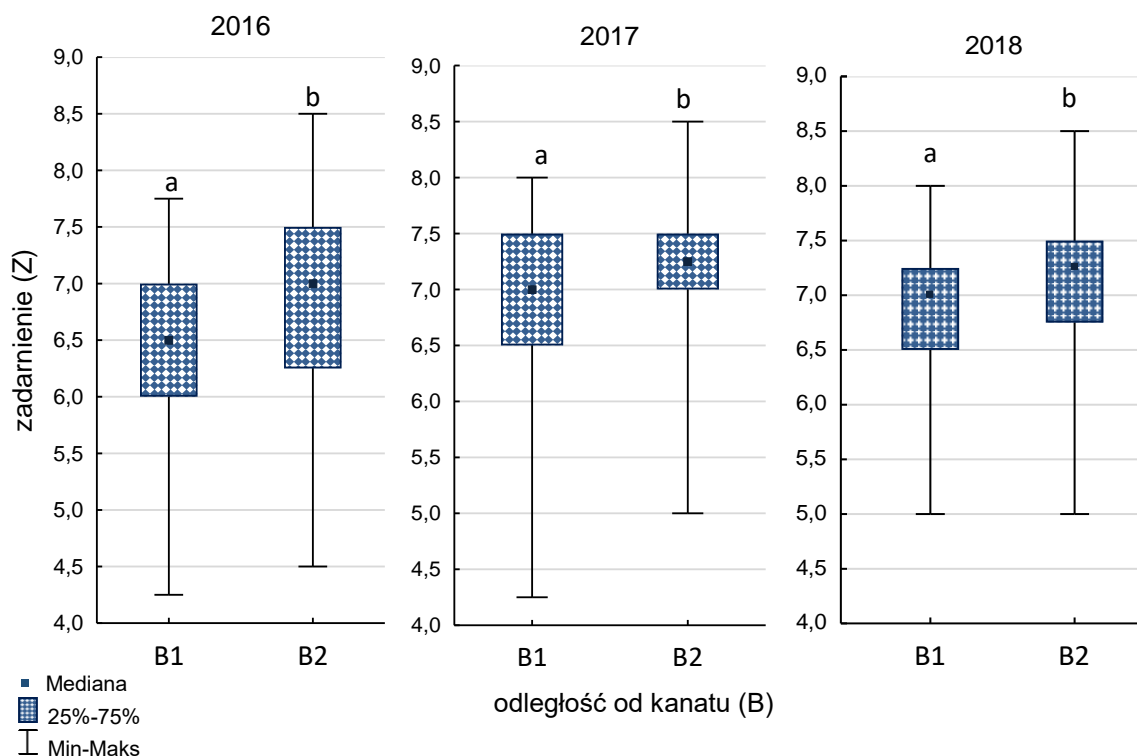
Rysunek 21. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

W 2016 roku ocena zadarnienia murawy w północnej (S) i wschodniej (E) części toru było istotnie wyższa od oceny na zachodniej (W) i północnej (N) stronie toru (rys. 21). Najwyższą wartość pokrycia powierzchni przez rośliny odnotowano w drugim roku prowadzenia badań, na poletkach po stronie wschodniej (E) i północnej (N) bieżni. Wartości te istotnie różniły się od oceny zadarnienia na pozostałych częściach toru. Mediana ocen była najniższa po stronie zachodniej toru. Najniższy stopień zadarnienia po stronie zachodniej (W) toru utrzymywał się także w ostatnim roku badań, w tym samym roku najlepszym zadarnieniem murawy cechowały się strony wschodnia (E) i północna (N) toru, gdzie mediana oceny była równa 7 (zadarnienie dobre).



Rysunek 22. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu

W pierwszym roku badań nie odnotowano istotnych różnic w zadarnieniu murawy (rys. 22) względem poletek kontrolnych (A<sub>1</sub>) i stosowanych preparatów (A<sub>2</sub>-A<sub>4</sub>). W roku 2017 wykazano istotną różnicę w ocenie zadarnienia. Najwyższe wartości notowano na poletkach opryskiwanych biopreparatem w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>), natomiast najwyższą medianę ocen zadarnienia, osiągała murawa opryskiwana haloizytem (A<sub>3</sub>). W roku 2018 istotna różnica pokrycia powierzchni roślinami występowała między poletkami opryskiwanymi preparatami (A<sub>2</sub>-A<sub>4</sub>), a poletkami kontrolnymi (A<sub>1</sub>) na których nie wykonywano oprysków. Najwyższe wartości tego parametru notowana na poletkach na których stosowano biopreparat.

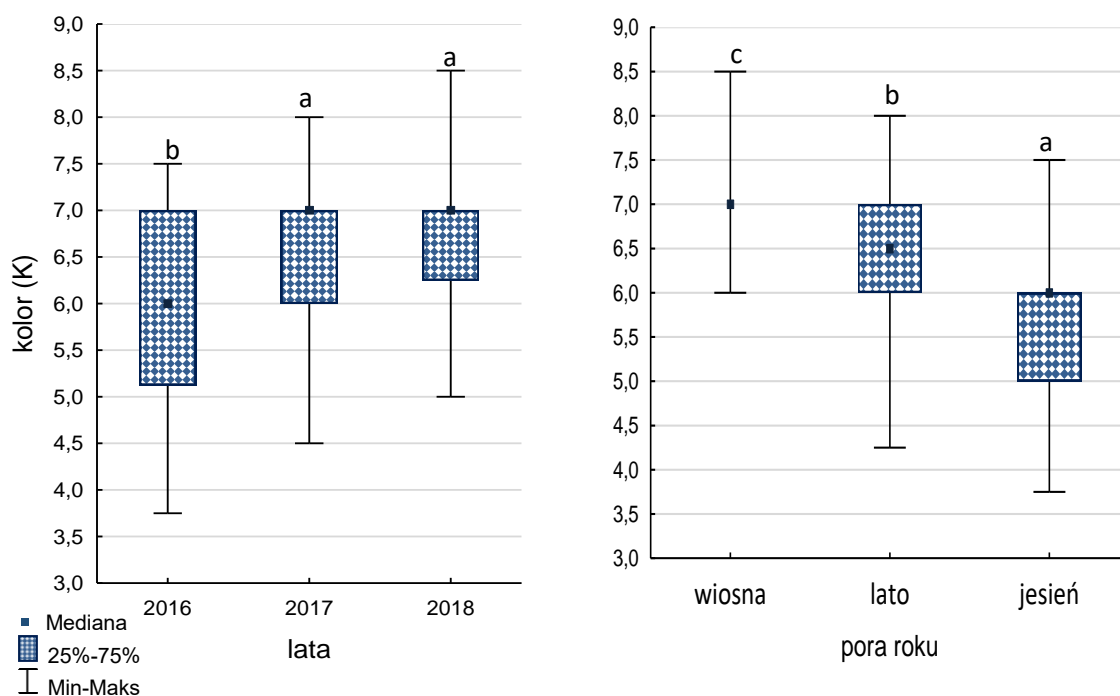


Rysunek 23. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

We wszystkich latach prowadzenia doświadczenia zadarnienie murawy było istotnie zróżnicowane względem czynnika II rzędu – odległości od kanatu (B). Najniższe wartości badanego parametru (rys. 23) odnotowano na poletkach w odległości do 10 metrów od kanatu (B<sub>1</sub>), natomiast najwyższy stopień zadarnienia odnotowano na poletkach usytuowanych w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>), w każdym roku badań.

### 4.2.3. Kolor (K)

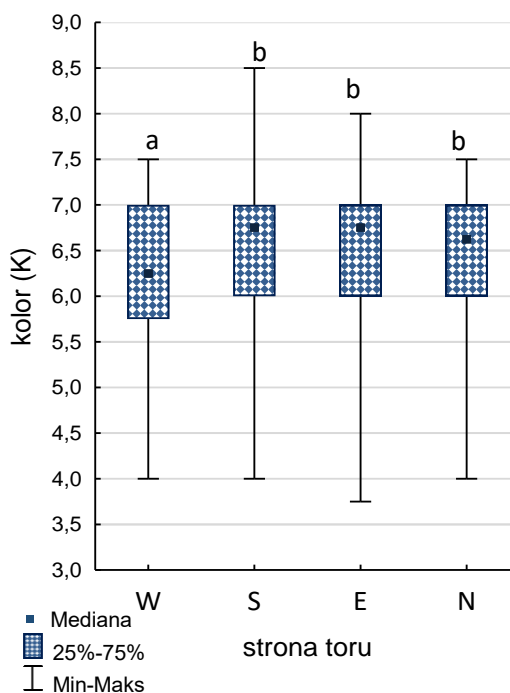
Analizując barwę liści traw zaobserwowano istotne różnice w ocenie tego parametru względem lat prowadzenia doświadczenia oraz pór roku (rys. 23). Zaobserwowano istotne różnice ocen między pierwszym rokiem, a kolejnymi dwoma latami badań. Wartości oceny koloru, różniły się istotnie w każdym z okresów obserwacji.



Rysunek 24. Ocena koloru murawy (K) w zależności od roku badań oraz pory roku

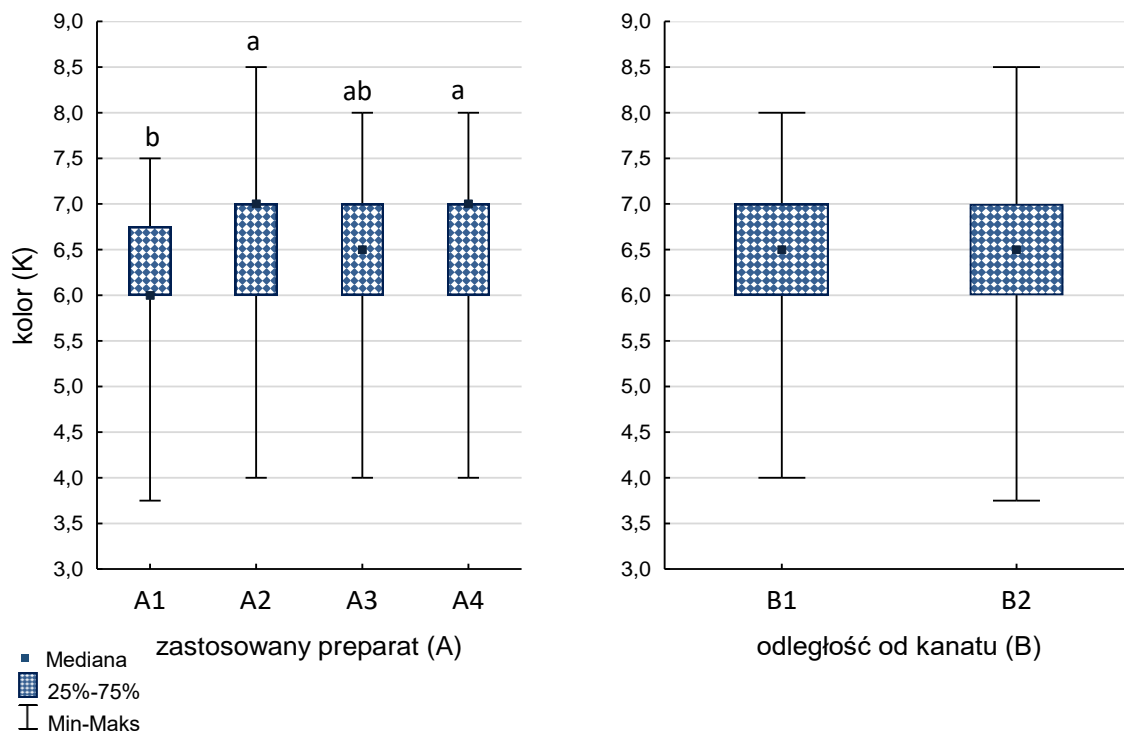
W pierwszym roku doświadczenia kolor murawy, na podstawie mediany ocen badanego parametru (rys. 24), był równy 6, zgodnie ze skalą bonitacyjną kolor określany jako zielony. Nie wykazano istotnych różnic w kolorze murawy między drugim a trzecim rokiem obserwacji, gdzie wartość parametru była korzystniejsza w odniesieniu do pierwszego roku badań. W ostatnich latach badań kolor murawy określany jako trawiastozielony z tendencją w kierunku barwy określanej jako brudnozielony.

Kolor, z zależności od pory roku, najwyższe wartości przyjmował wiosną. Mediana ocen była równa 7 oznaczając kolor trawiastozielony. W kolejnych porach roku wartość ocen tego parametru przyjęła tendencję spadkową. Jesienią, na podstawie mediany ocen, kolor oznaczono jako zielony.



Rysunek 25. Ocena koloru murawy (K) w zależności od strony toru wyścigowego

Istotnie gorszy kolorem odznaczała się murawa po stronie zachodniej (W) toru. W kolorze murawy, na pozostałych stronach toru nie zaobserwowano istotnych różnic (rys. 25).



Rysunek 26. Ocena koloru murawy (K) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

Wykazano istotne różnice w kolorze murawy po zastosowaniu preparatów (A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub>) (rys. 26). Najniższe wartości parametru zaobserwowano na obiektach kontrolnych (A<sub>1</sub>), istotnie wyższe oceny uzyskała murawa po zastosowaniu haloizytu (A<sub>3</sub>). Najkorzystniejszym kolorem charakteryzowała się murawa na poletkach traktowanych biopreparatem (A<sub>2</sub>) oraz biopreparatem w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>). Kolor murawy na tych obiektach doświadczalnych określono jako trawiastozielony. Odległość od kanatu (B) nie miała istotnego wpływu na kolor murawy.

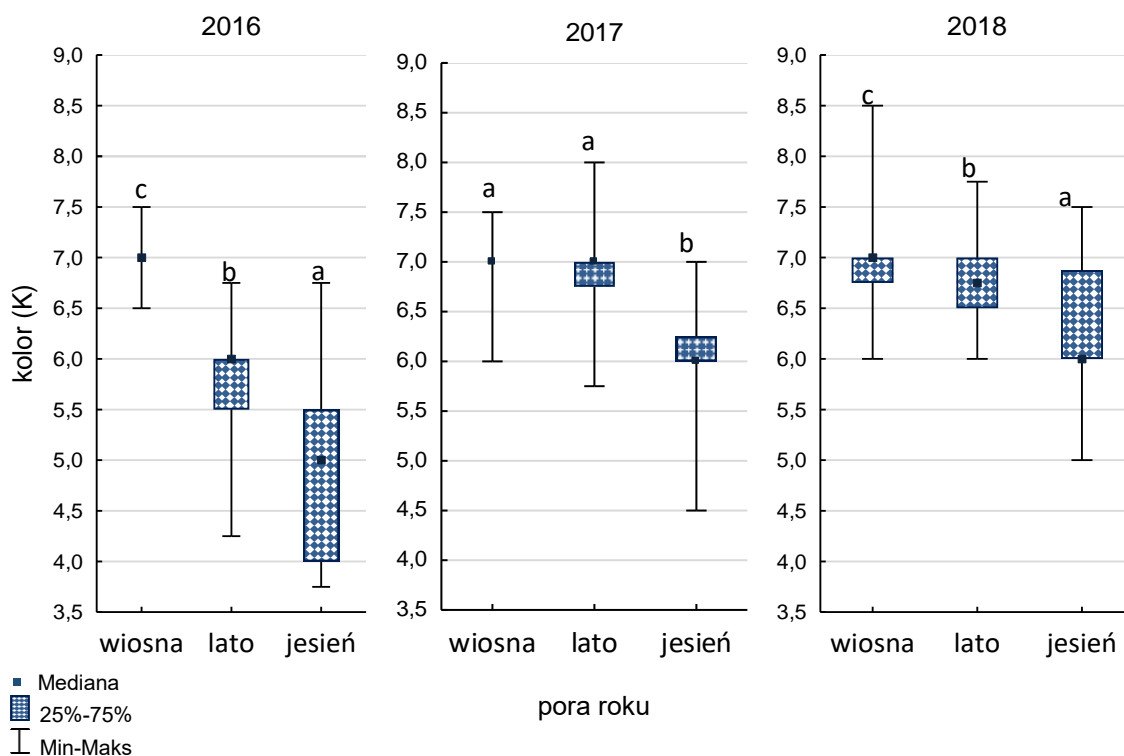
Tabela 17. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla koloru, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	299,6326	<0,001	11,02565	0,0116	8,654922	0,0343
2017	224,3909	<0,001	28,21207	<0,001	49,67430	<0,001
2018	32,40809	<0,001	18,22590	0,0004	92,82162	<0,001

Tabela 18. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla koloru względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	0,958595	0,337764
2017	-0,056853	0,569672
2018	-2,73323	0,057189

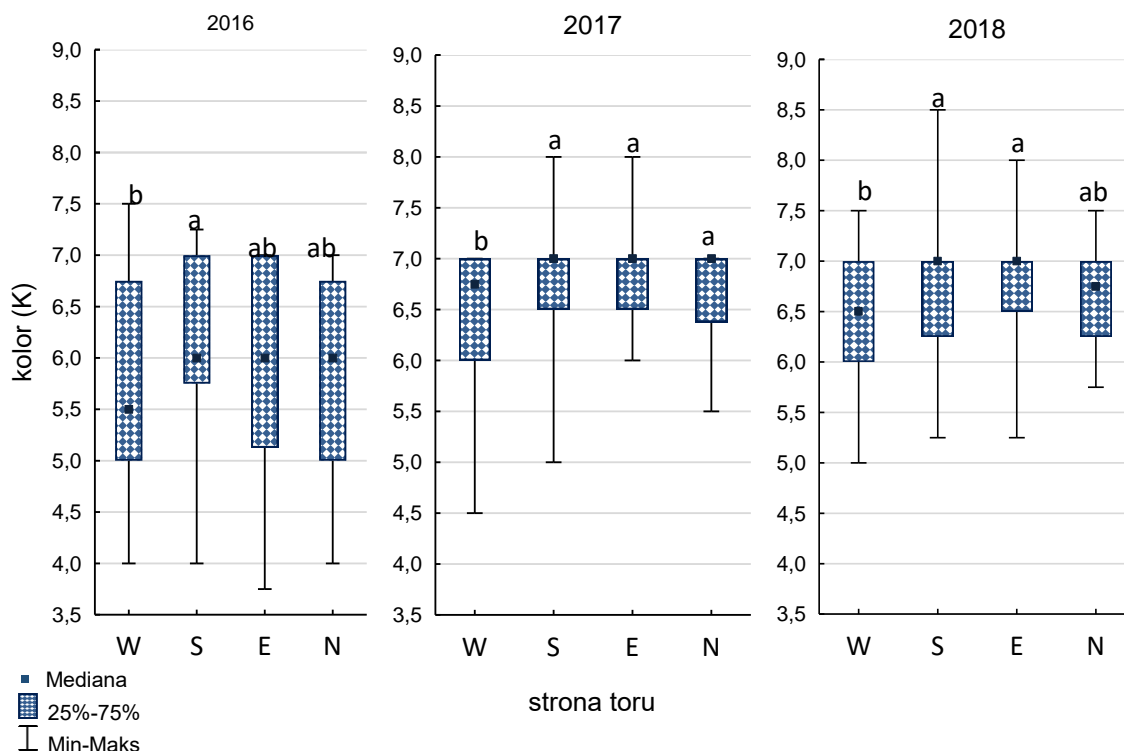
Dokonując analizy koloru murawy w poszczególnych latach badań, wykazano istotne zróżnicowanie tego parametru w zależności od terminu obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu (tab. 17). Odległość od kanatu, nie wpływała na barwę murawy w żadnym roku badań (rys. 18).



Rysunek 27. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności

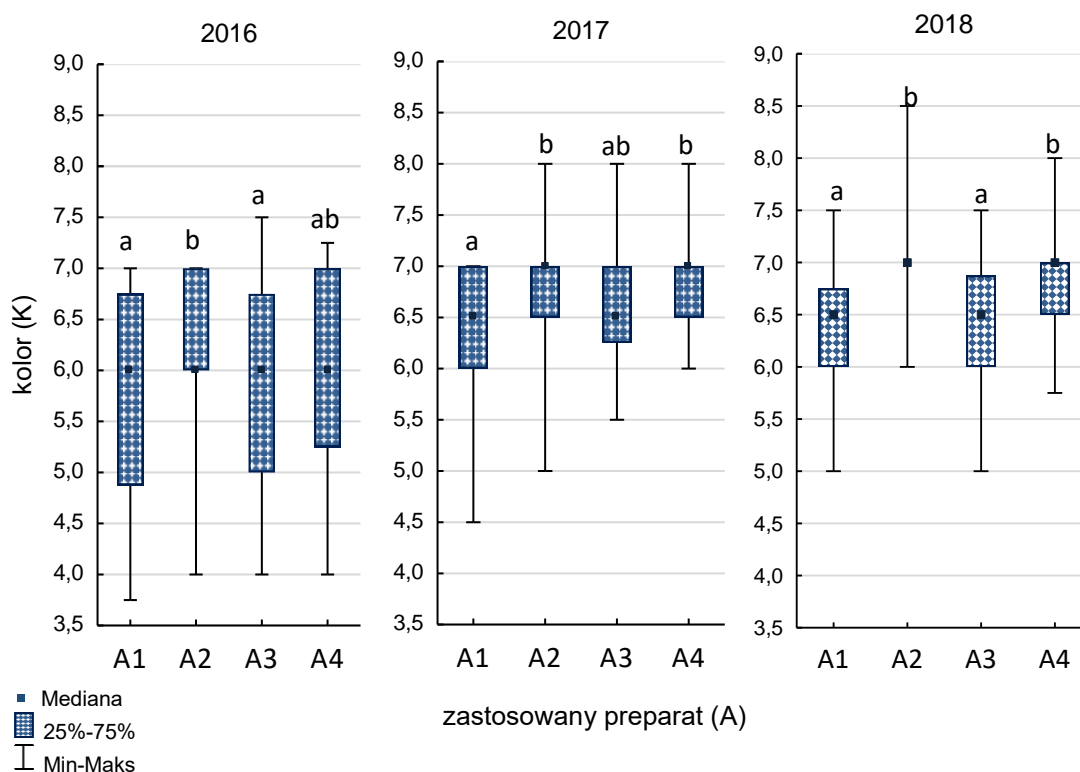
W pierwszym roku badań ocena koloru murawy różniła się istotnie we wszystkich porach roku (rys. 27). Najkorzystniejszą barwą cechowała się murawa w okresie wiosennym (kolor trawiastzielony). W kolejnych porach roku zaobserwowano tendencję spadkową w ocenie koloru. Latem, na podstawie mediany ocen, kolor określono jako zielony. Istotnie gorszą barwą charakteryzowała się murawa w okresie jesiennym, mediana ocen równa 5 - kolor soczystzielony. W 2017 roku nie zaobserwowano różnic w kolorze murawy w okresie wiosennym i letnim (kolor trawiastzielony). Istotnie gorszy kolor murawy odnotowano jesienną (kolor zielony). W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia istotne różnice w kolorze występowały we wszystkich porach roku. Najkorzystniejszy, trawiastzielony kolor wykazała murawa w okresie wiosennym. Istotnie najgorszym wybarwieniem charakteryzowały się rośliny w okresie jesiennym, zgodnie z przyjętą skalą – murawa w kolorze zielonym.





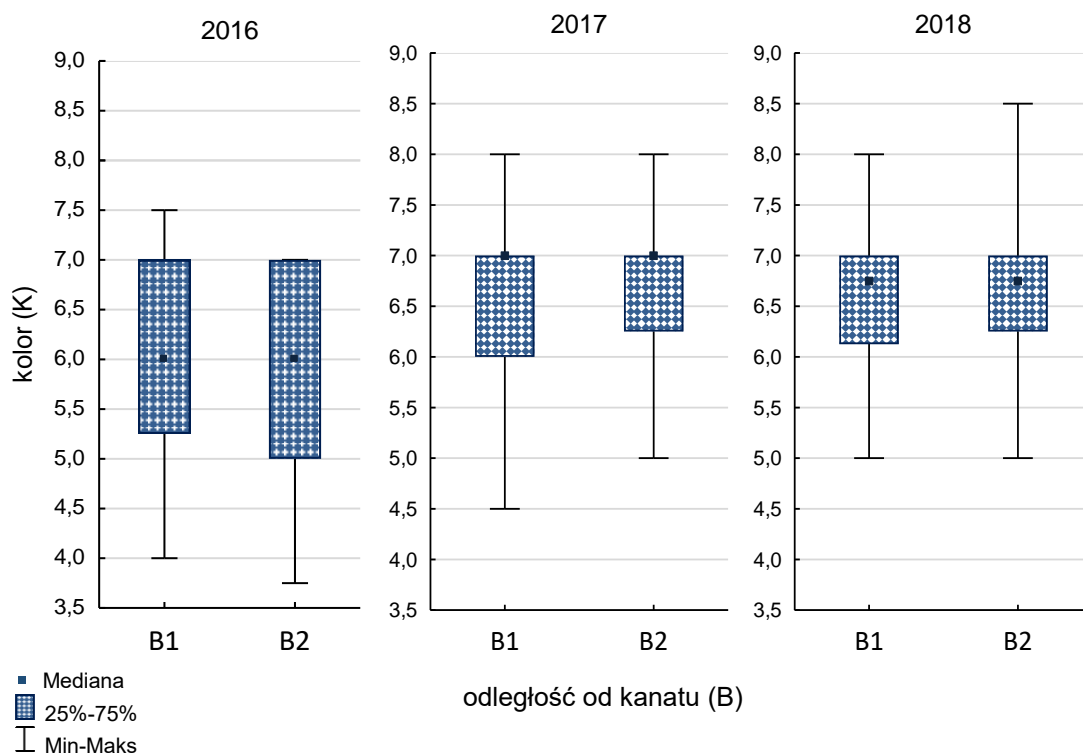
Rysunek 28. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

We wszystkich latach badań istotnie gorszym kolorem cechowała się murawa na stronie zachodniej (W) toru (rys. 28). W 2016 roku mediany wartości ocen na stronach południowej (S), wschodniej (E) i północnej (N) wynosiły 6, według skali bonitacyjnej kolor określany jako zielony. W kolejnym roku badań, mediany wartości ocen koloru, na tych samych stronach toru wzrosły do 7 – kolor murawy trawiastozielony. W 2018 roku najwyższe wartości tego parametru odnotowano na stronie południowej (S) i wschodniej (E) toru (kolor trawiastozielony).



Rysunek 29. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu

W pierwszym roku prowadzenia badań kolor murawy uzyskał istotnie wyższą ocenę na poletkach traktowanych biopreparatem (A<sub>2</sub>). W 2017 roku wykazano, że zastosowanie zarówno biopreparatu (A<sub>2</sub>) jak i połączenia biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>) istotnie wpłynęło na poprawę koloru murawy w stosunku do kontroli. Murawa przyjmowała kolor trawiastozielony. W ostatnim roku prowadzenia badań, również zastosowanie biopreparatu (A<sub>2</sub>) oraz połączenia biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>) istotnie wpłynęło na poprawę koloru murawy w stosunku do kontroli. Poletka kontrolne (A<sub>1</sub>) oraz traktowane haloizytem (A<sub>3</sub>) charakteryzowały się tą samą wartością badanego parametru (rys. 29).

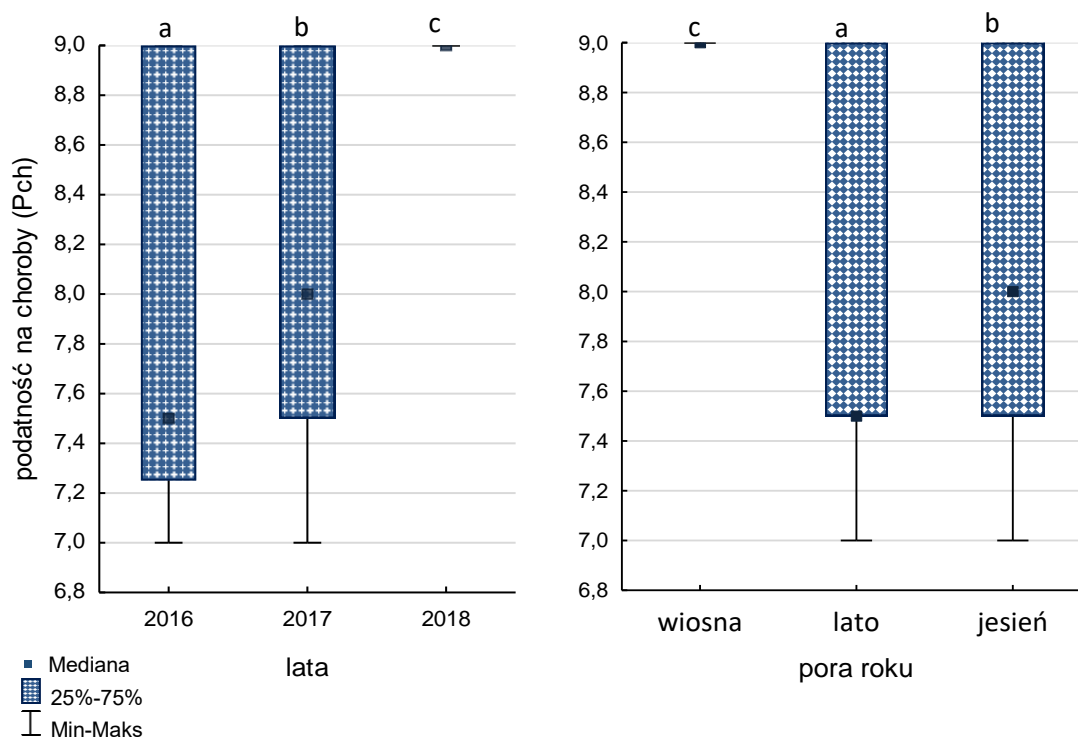


Rysunek 30. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

We wszystkich latach prowadzenia doświadczenia położenie poletek do 10 metrów od kanatu (B<sub>1</sub>) bądź powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>) nie wpływało istotnie na zmiany koloru murawy (rys. 30). W poszczególnych latach badań, niezależnie od odległości poletek od wewnętrznej krawędzi toru, mediany ocen badanego parametru były sobie równe.

#### 4.2.4. Podatność na choroby (Pch)

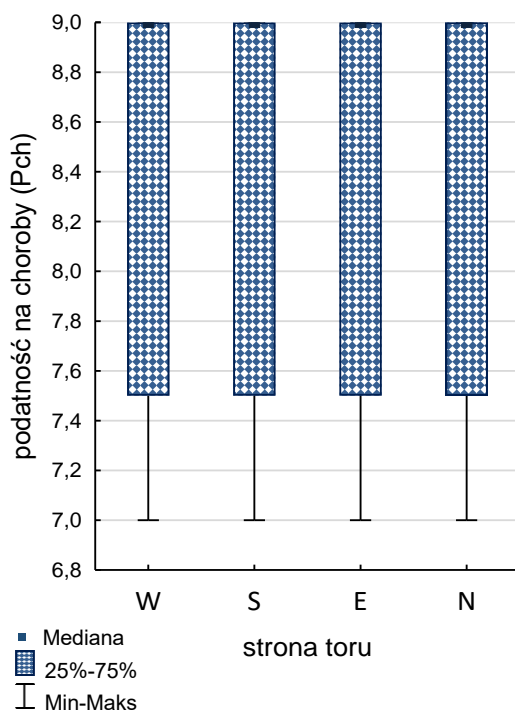
W okresie prowadzenia badań stan fitosanitarny muraw był oceniany na bardzo wysokim poziomie. Oceny podatności na choroby dokonywano na podstawie objawów chorobowych widocznych na roślinach, jedyną zdiagnozowaną chorobą występującą na trawach w trakcie prowadzenia badań była rdza żdźbłowa zbóż i traw, wywołwana przez *Puccinia graminis* Pers.



Rysunek 31. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od roku oraz pory roku

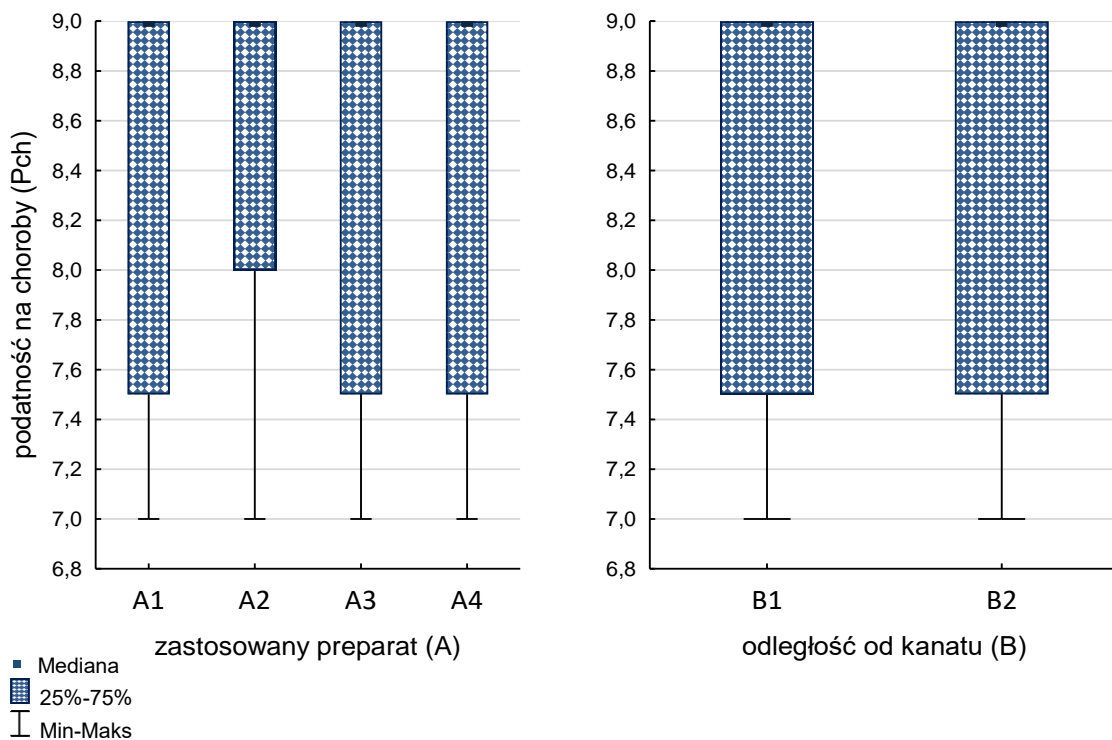
Zaobserwowano zależność pomiędzy rokiem wykonywania badań a podatnością traw na choroby (rys. 31). W pierwszym roku prowadzenia badań podatność na choroby była mała, a mediana w skali 9 stopniowej wyniosła 7,5. W kolejnych latach prowadzenia badań podatność na choroby malała istotnie, osiągając w ostatnim roku badań, wartość 9 (brak objawów porażenia).

W całym okresie trwania doświadczenia wykazano wpływ pór roku na podatność roślin na choroby. Bardzo małą podatność odnotowywano wiosną. Latem rośliny były najbardziej podatne (7,5), a wartości pośrednie odnotowywano jesienią.



Rysunek 32. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od strony toru wyścigowego

Nie wykazano istotnego wpływu strony toru na podatność traw na choroby (rys. 32). Wartość mediany dla wszystkich stron wyniosła 9, oznaczając bardzo małą podatność.



Rysunek 33. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

W całym okresie trwania badań nie wykazano istotnego wpływu czynników badawczych – zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu na podatność roślin na choroby (rys. 33). Na podstawie mediany ocen, we wszystkich przypadkach stwierdzono bardzo małą podatność traw na choroby.

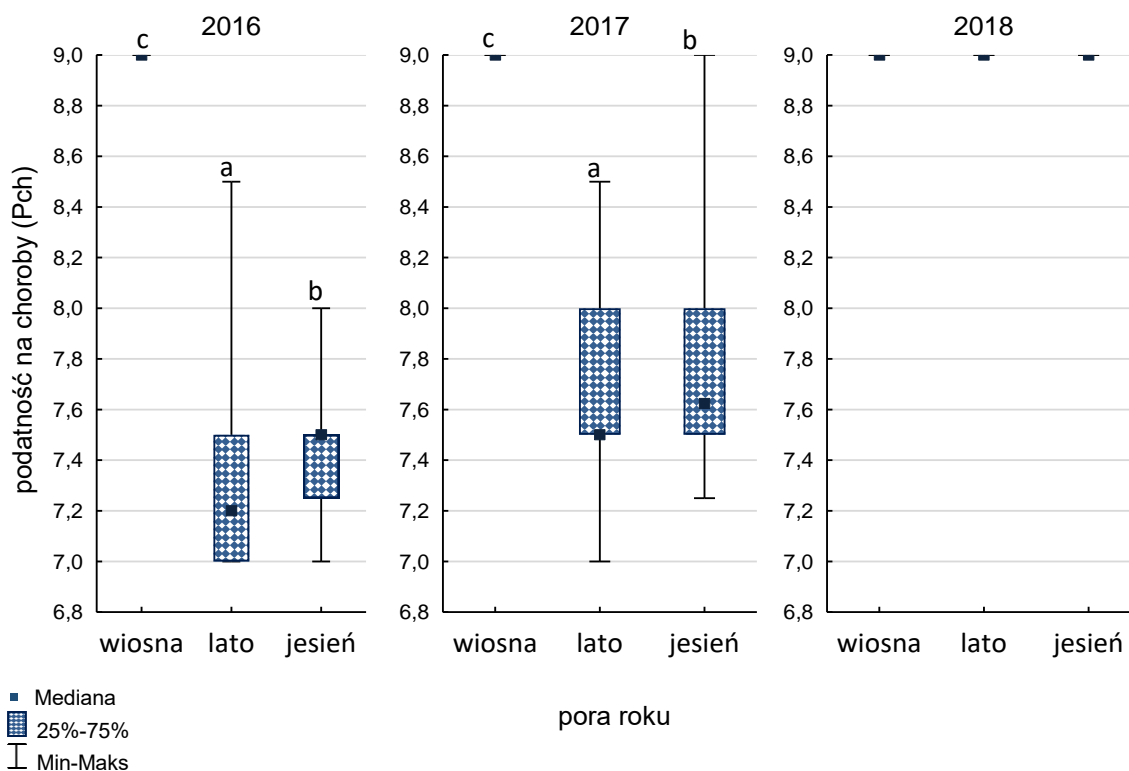
*Tabela 19. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla podatności na choroby, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	282,3680	<0,001	0,4647016	0,9266	6,609660	0,0854
2017	359,1949	<0,001	0,1306952	0,9879	7,434774	0,0682
2018	0,000000	1,000	0,0000000	1,0000	0,0000000	1,0000

*Tabela 20. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla podatności na choroby względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

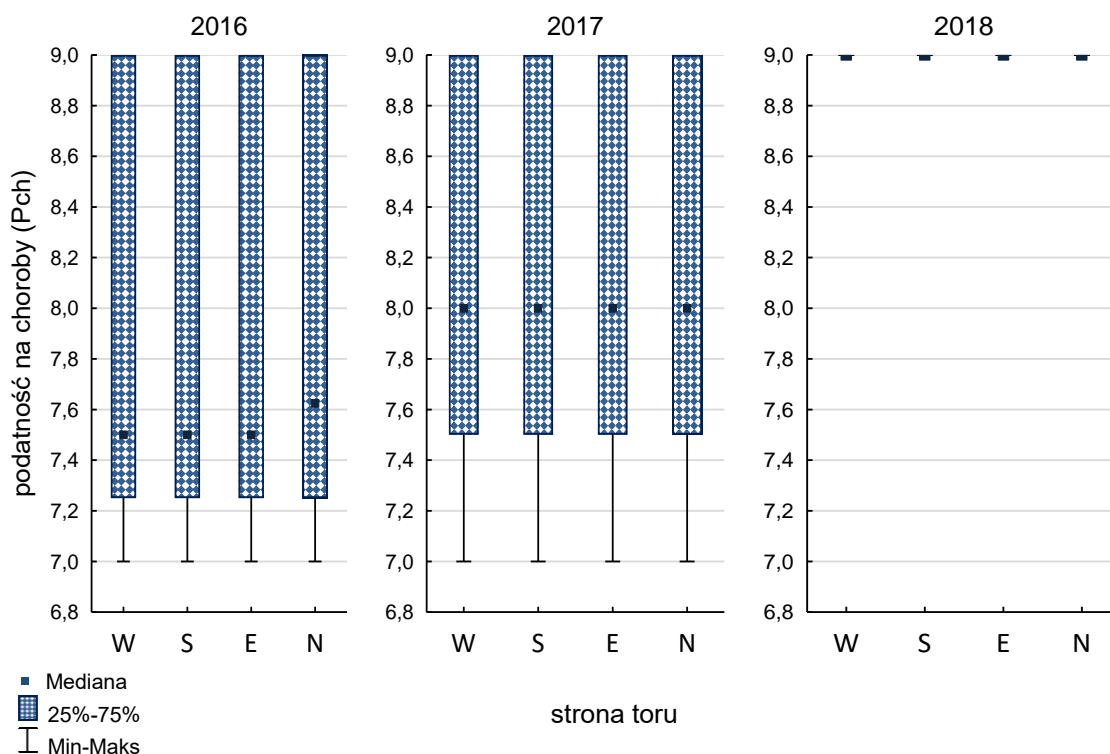
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	-0,755382	0,450020
2017	-0,339369	0,734332
2018	0,000000	1,000000

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji wykazano wpływ pory roku na podatność roślin na choroby (tab. 19). Pora roku wpłynęła istotnie na wartość oceny w dwóch pierwszych latach prowadzenia badań. Czynniki I rzędu – zastosowany preparat oraz czynnik II rzędu – odległość od kanatu, nie wykazały wpływu na badany parametr w żadnym roku badań (tab. 20).



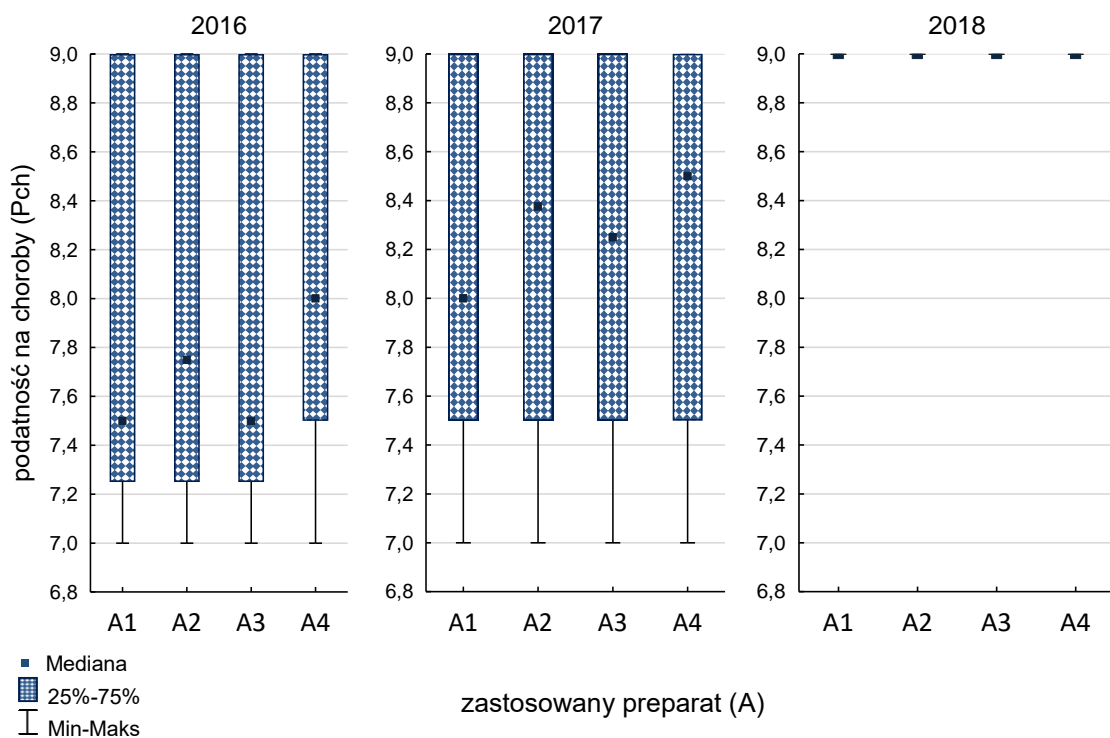
Rysunek 34. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań,

Pora roku miała istotny wpływ na podatność traw na choroby w dwóch pierwszych latach badań (rys. 34). Najwyższe wartości oceny odnotowywano wiosną – bardzo mała podatność. Latem pierwszego i drugiego roku murawa była najbardziej podatna na choroby jednak ich nasilenie było niewielkie. W ostatnim roku badań nie zaobserwowano objawów chorobowych niezależnie od pory roku.



Rysunek 35. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

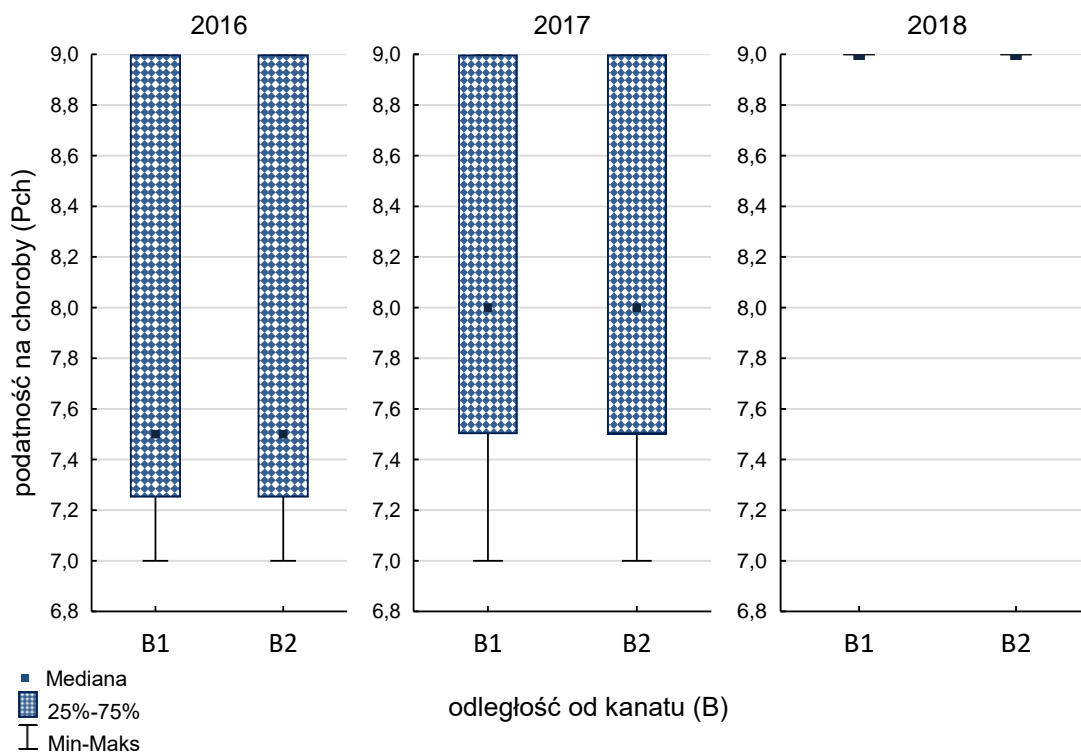
Pomimo różnic w podatności na choroby na przestrzeni trzech lat badań (rys. 35), w żadnym roku obserwacji nie wykazano wpływu strony toru na podatność roślin na choroby.



Rysunek 36. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu



W pierwszym dwóch latach badań notowano wyższą podatność traw na choroby względem roku 2018 (rys. 36) niezależnie od zastosowanego preparatu. Jednak nie wykazano istotnych różnic w podatności murawy na choroby względem stosowanych preparatów. W latach 2017-2018 podatność murawy na choroby była mała (ślady porażenia) do bardzo małej (brak objawów porażenia). W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia trawy nie wykazywały objawów chorobowych.

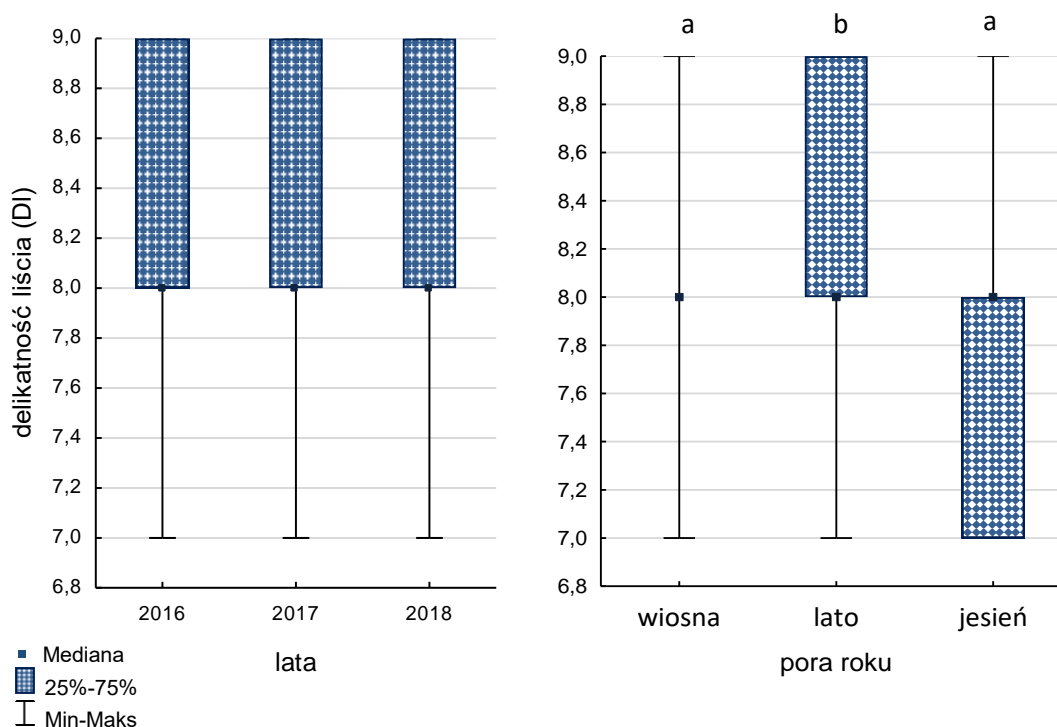


Rysunek 37. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

Czynnik drugiego rzędu – odległość od kanatu, nie wykazał istotnego wpływu na zdrowotność roślin. Podatność na choroby w pierwszym roku prowadzenia badań bez względu na odległość od wewnętrznej krawędzi toru, była mała (rys. 37) W drugim roku zależność była podobna, a murawa wykazywała podatność małą do bardzo małej. W ostatnim roku prowadzenia badań nie odnotowano objawów chorobowych na trawach, bez względu na ich położenie względem kanatu.

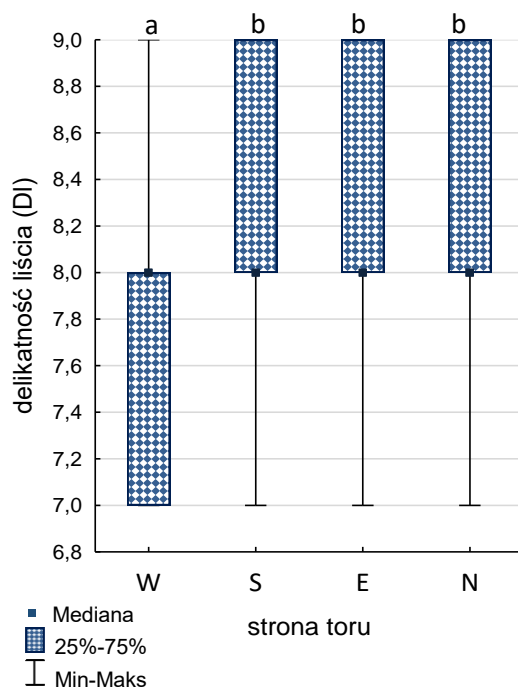
#### 4.2.5. Delikatność liścia (DI)

Ocena delikatności liści była zmienna w zależności od pory roku oraz strony toru wyścigowego. Parametr ten oceniany był wysoko, mediana wartości analizowanej cechy nie spadała poniżej 8 oznaczając delikatność liścia jako dużą do bardzo dużej (liść subtelny do bardzo wysmukłego).



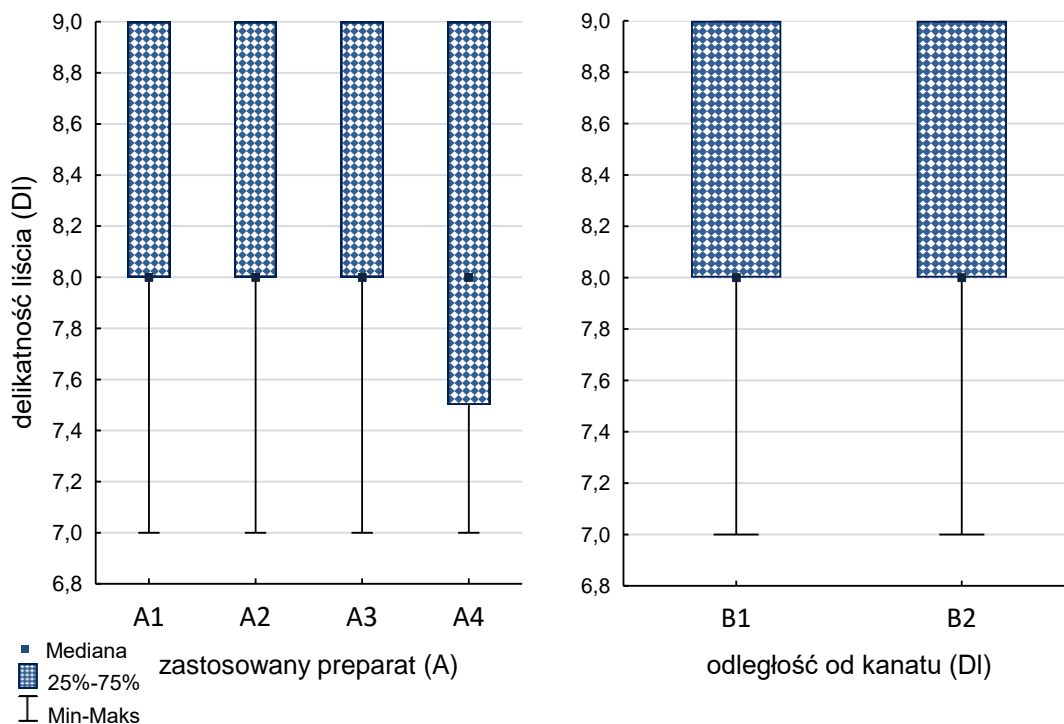
Rysunek 38. Ocena delikatności liścia (DI) w zależności od roku oraz pory roku

Nie wykazano istotnych różnic w ocenie delikatności liścia w zależności od roku prowadzenia obserwacji (rys. 38). Istotne różnice zaobserwowano w ocenie parametru względem pór roku. Letnia ocena delikatności liścia była wyższa i różniła się istotnie od oceny wiosennej i jesiennej. Mediana ocen była równa osiem, jednak latem większość ocen tego parametru mieściła się w zakresie 8 – 9, oznaczając blaszkę liściową subtelną do bardzo wysmukłej, iglastej.



Rysunek 39. Ocena delikatności liścia (DI) w zależności od strony toru wyścigowego

Analiza delikatności liścia względem stron toru, wykazała istotną różnicę w ocenie tego parametru między murawą na stronie zachodniej (W), a murawą na pozostałych stronach toru (rys. 39). Mediana wartości delikatności liścia na wszystkich stronach toru wynosiła 8. Większość ocen tego parametru, na murawie po stronie zachodniej toru, mieściło się w zakresie 7-8.



Rysunek 40. Ocena delikatności liścia (DI) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

Analizując cały okres trwania doświadczenia nie wykazano istotnych różnic w delikatności liścia między murawą opryskiwaną biopreparatem (A<sub>2</sub>), haloizytem (A<sub>3</sub>), biopreparatem w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>) i poletkami kontrolnymi (A<sub>1</sub>).

Odległość od kanatu nie wpływała na ocenę delikatności liścia badanych traw (rys. 40).

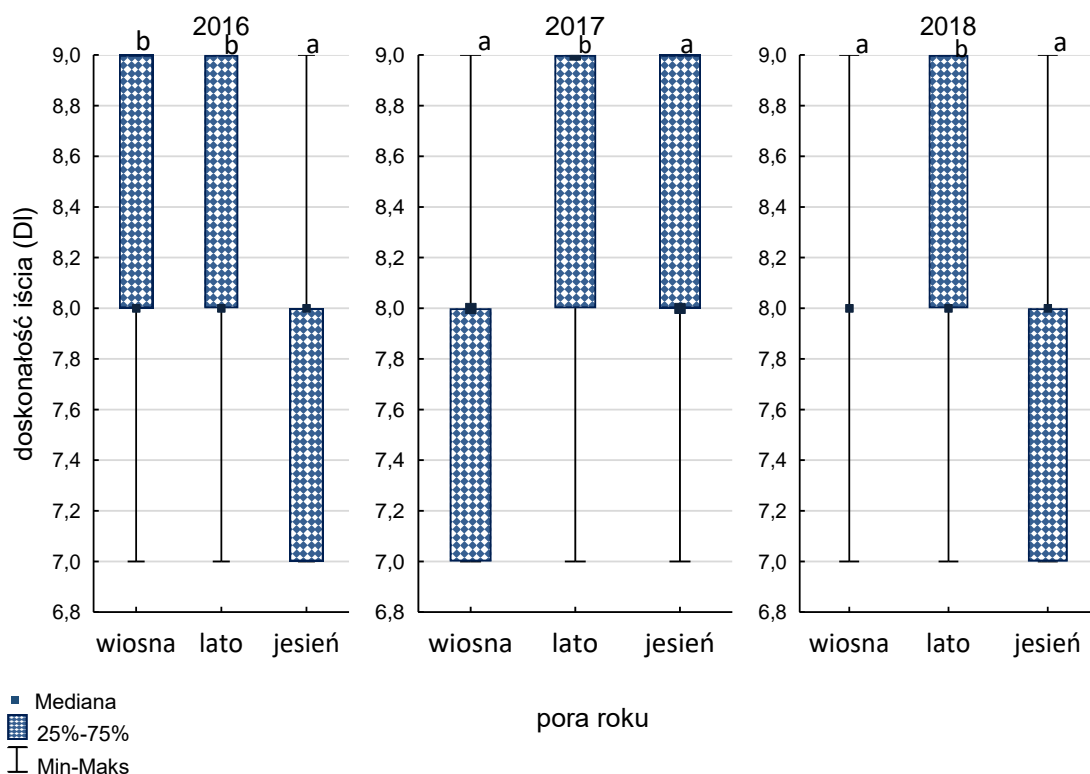
*Tabela 21. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla delikatności liścia, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	22,51327	<0,001	4,798694	0,1871	7,964838	0,0567
2017	30,46795	<0,001	10,13893	0,0174	6,554194	0,0791
2018	27,85656	<0,001	47,06030	<0,001	0,7130773	0,8701

*Tabela 22. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla delikatności liścia względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

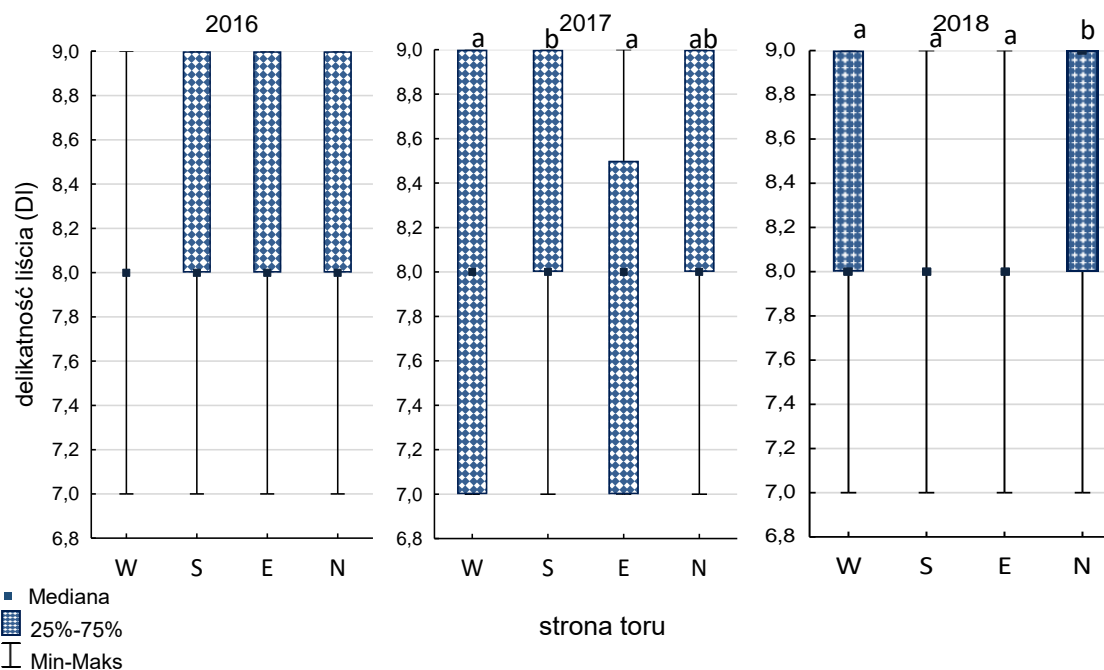
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	3,309796	0,000934
2017	1,145827	0,251868
2018	-0,505274	0,613367

Wykazano istotne różnice w ocenie delikatności liści względem pór roku, we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia (tab. 21). Stosowane preparaty nie miały istotnego wpływu na smukłość blaszki liściowej w poszczególnych latach badań. W 2016 roku odległość poletek od kanatu istotnie wpływała na ocenę delikatności liścia (tab. 22). W 2017 i 2018 roku odnotowano różnice w ocenie delikatności liścia względem stron toru.



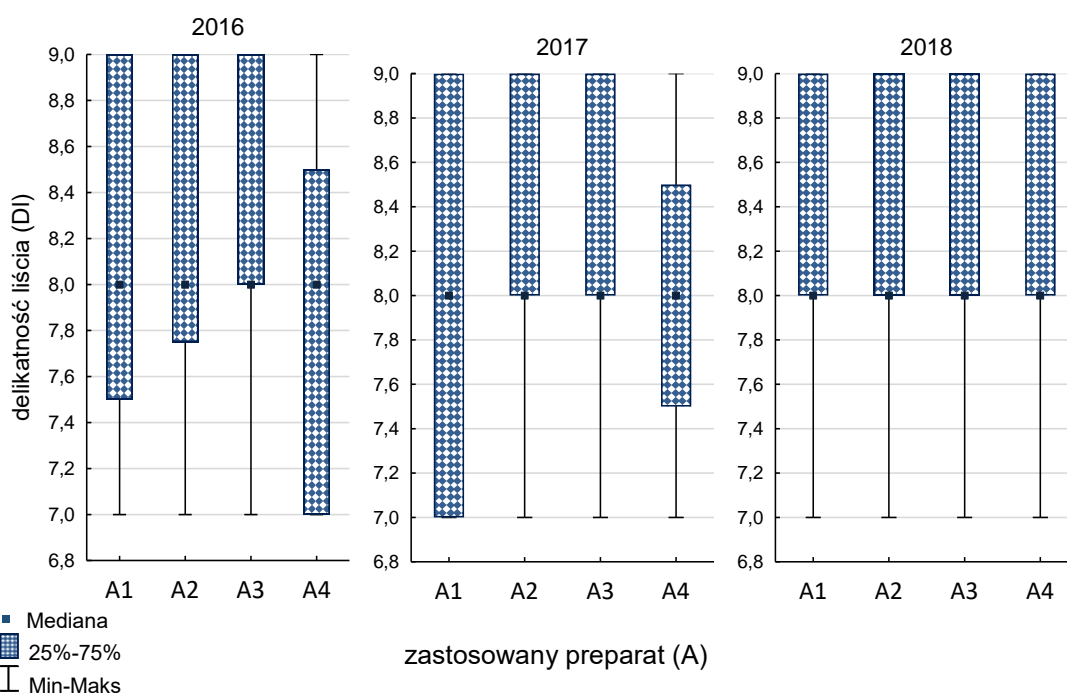
Rysunek 41. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

W 2016 roku najwyższe wartości delikatności liścia notowano wiosną i latem (rys. 41). Ocena wiosenno-letnia różniła się istotnie od wartości ocenianego parametru w okresie jesiennym. W kolejnych dwóch latach badań nie wykazano istotnych różnic w ocenach wiosennych i jesiennych delikatności liścia. W tych latach istotnie wyższą ocenę parametru notowano w okresie letnim. Najsmuklejszą blaszką liściową charakteryzowała się murawa w okresie letnim, w drugim roku badań; mediana wartości analizowanej cechy była równa 9,0 oznaczając, najbardziej pożądaną, wysmukłą i iglastą blaszkę liściową.



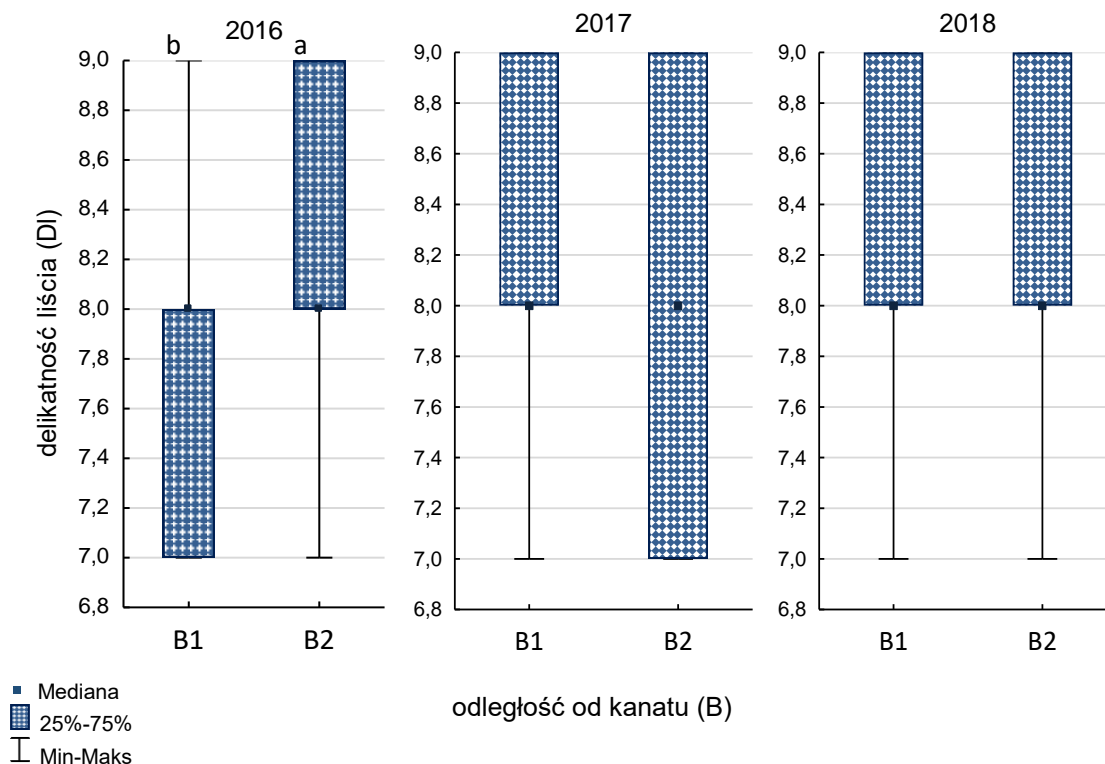
Rysunek 42. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

W 2017 roku nie odnotowano różnic w delikatności liścia względem stron toru. W drugim roku doświadczenia istotne różnice badanego parametru odnotowano między murawą na stronie południowej (S), a zachodniej (W) i wschodniej (E) toru (rys. 42). W 2018 roku najwyższą wartość delikatności liścia odnotowano na stronie północnej (N) toru z medianą ocen równą 9,0 oznaczając cienką, bardzo wysmukłą blaszkę liściową.



Rysunek 43. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu

Nie wykazano istotnego wpływu stosowanych preparatów na szerokość blaszki liściowej (rys. 43). W każdym roku badań, niezależnie od stosowanych preparatów (bądź ich braku), mediana ocen delikatności liścia była równa 8,0 oznaczając liście subtelne do bardzo wysmukłych.

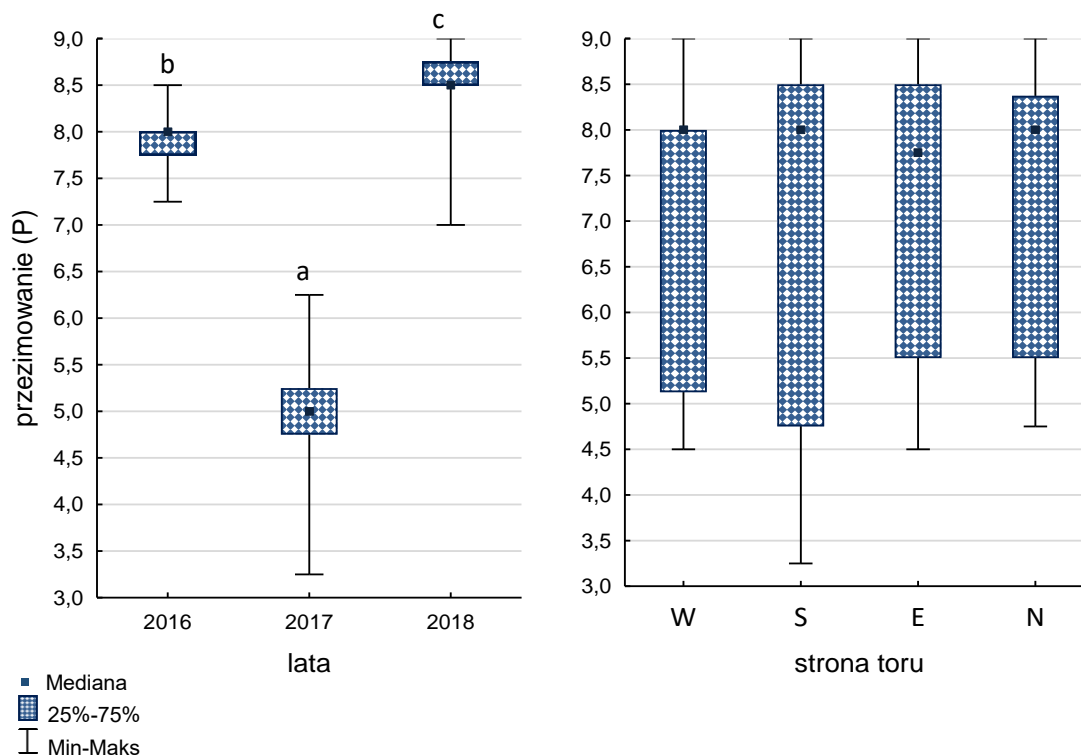


Rysunek 44. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

Odległość od kanatu miała istotny wpływ na delikatności liścia w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia (rys. 44). Wykazano, że ocena tego parametru była niższa na poletkach znajdujących się w odległości do 10 metrów od kanatu, natomiast więcej ocen z zakresu 8,0 – 9,0 (liść subtelny do bardzo wysmukłego, iglastego), notowano na poletkach zlokalizowanych powyżej 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru. Zależność ta nie powtarzała się w kolejnych latach badań. Niezależnie od tego czynnika, w każdym roku badań, mediana ocen delikatności liścia wynosiła 8, oznaczając blaszkę liściową jako subtelną do bardzo wysmukłej.

## 4.2.6. Przezimowanie (P)

Stan murawy po zimie był zróżnicowany w latach prowadzenia badań. Najkorzystniejszą wartość przezimowania odnotowano w ostatnim roku doświadczenia.

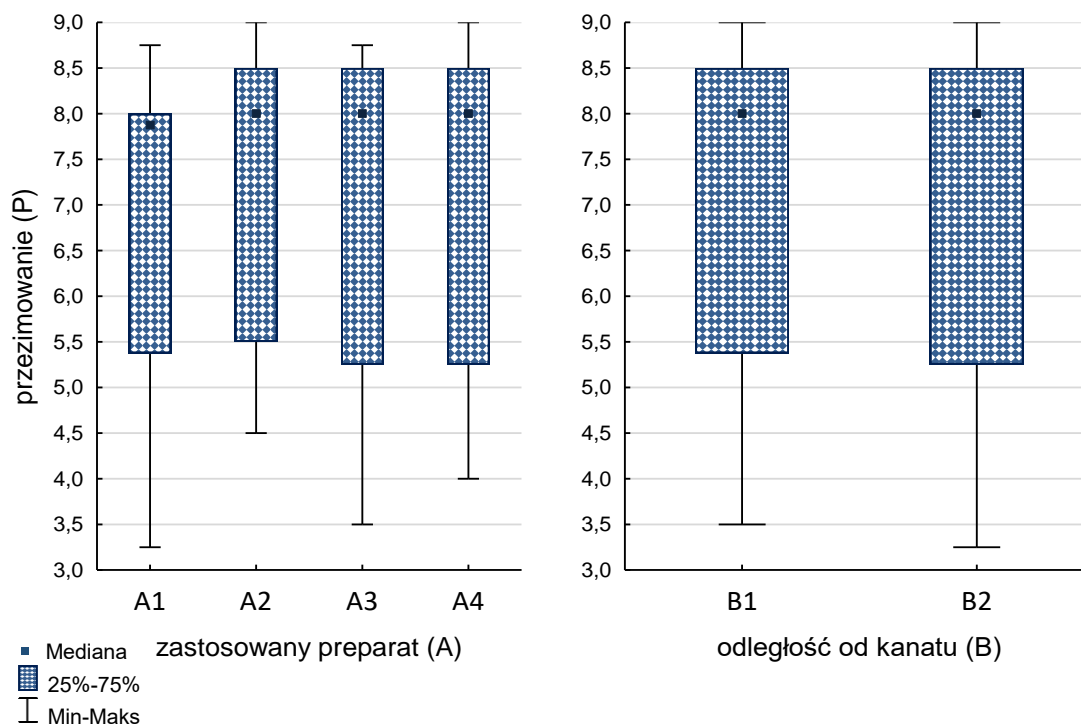


Rysunek 45. Ocena przezimowania (P) w zależności od roku badań oraz pory roku

Rok badań był istotnym czynnikiem wpływającym na ocenę przezimowania traw (rys. 45). Ocena parametru była zróżnicowana w każdym roku badań, w 2017 roku stopień przezimowania była najniższy, murawa przezimowała przeciętnie (36 - 45% martwych roślin). Najlepiej murawa przezimowała w ostatnim roku, w którym minimalne wartości parametru były równe 7,0 oznaczając przezimowanie dobre, natomiast maksymalne oceny były równe 8,0 oznaczając przezimowanie dobre do bardzo dobrego (6 - 15% martwych roślin).

Położenie poletek na torze nie miało wpływu na badany parametr. Analizując trzyletni okres obserwacji nie wykazano zależności między stanem murawy po zimie (przezimowaniem), a położeniem względem stron świata.





Rysunek 46. Ocena przezimowania (P) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu

W całym okresie trwania badań czynniki pierwszego i drugiego rzędu nie miały wpływu na stopień przezimowania murawy (rys. 46). Nie wykazano zależności pomiędzy zastosowanym preparatem, a przezimowaniem. Odległość poletka od kanatu również nie miała istotnego wpływu na badany parametr.

Tabela 23. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla przezimowania, w zależności, zastosowanego preparatu i strony toru wyścigowego w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

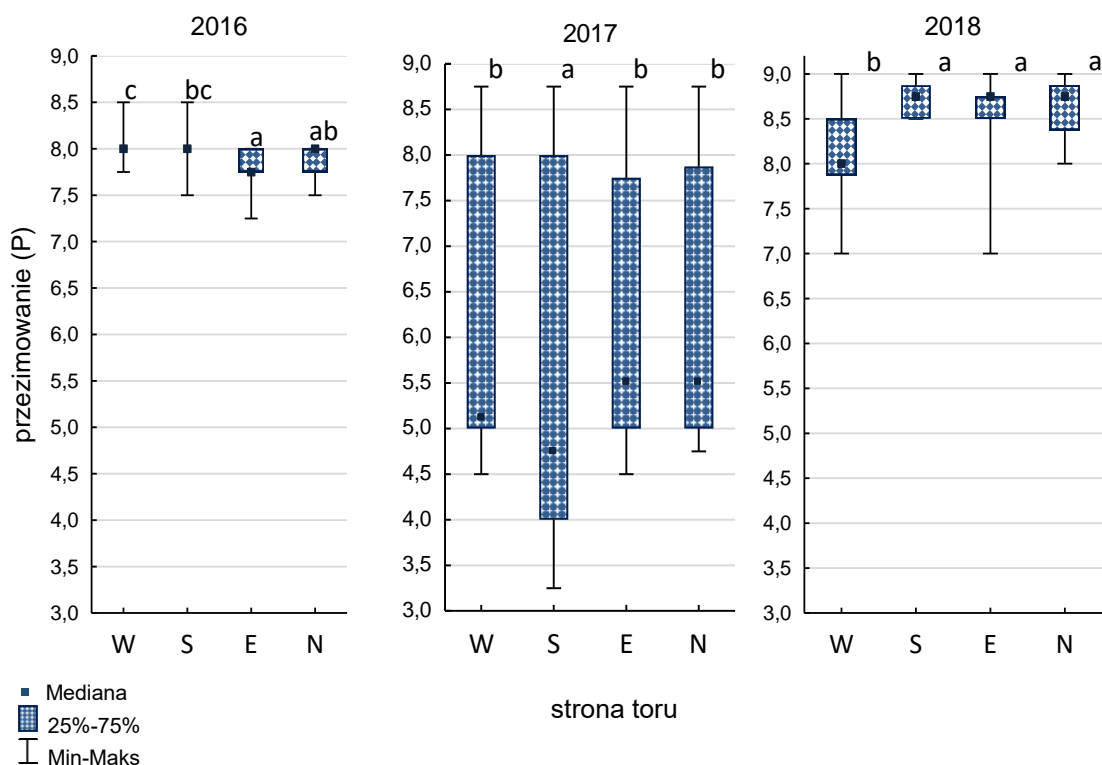
Rok	Strona toru		Preparat (A)	
	H	p	H	p
2016	31,39440	<0,001	0,723067	0,87601
2017	15,98179	0,0011	8,065128	0,05947
2018	35,95344	<0,001	4,890221	0,17928

W poszczególnych latach badań wykazano istotny wpływ strony toru na przezimowanie murawy (tab. 23). Zastosowany preparat nie wykazał istotnego wpływu na przezimowanie traw.

Tabela 24. Wyniki testu *U Manna-Whitneya* dla przezimowania względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

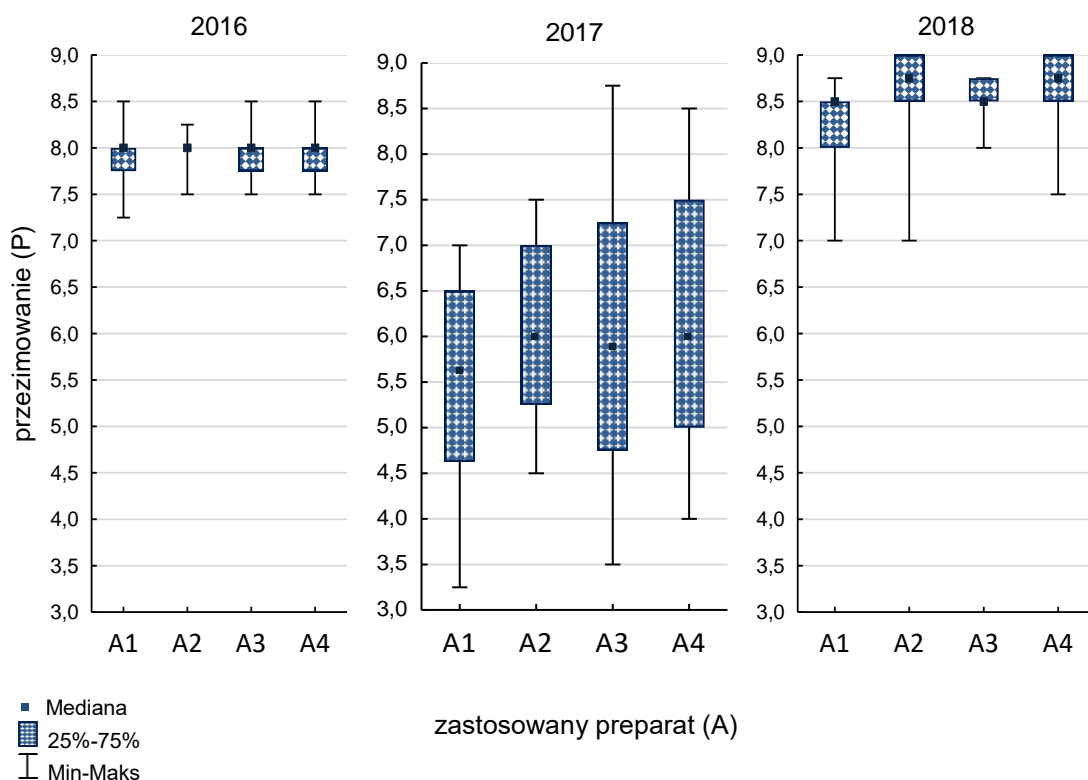
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	p
2016	0,200154	0,841360
2017	-0,105195	0,916221
2018	-0,729134	0,465920

Odległość od kanatu była czynnikiem, który nie wpłynął istotnie na przezimowanie murawy w poszczególnych latach badań (tab. 24).



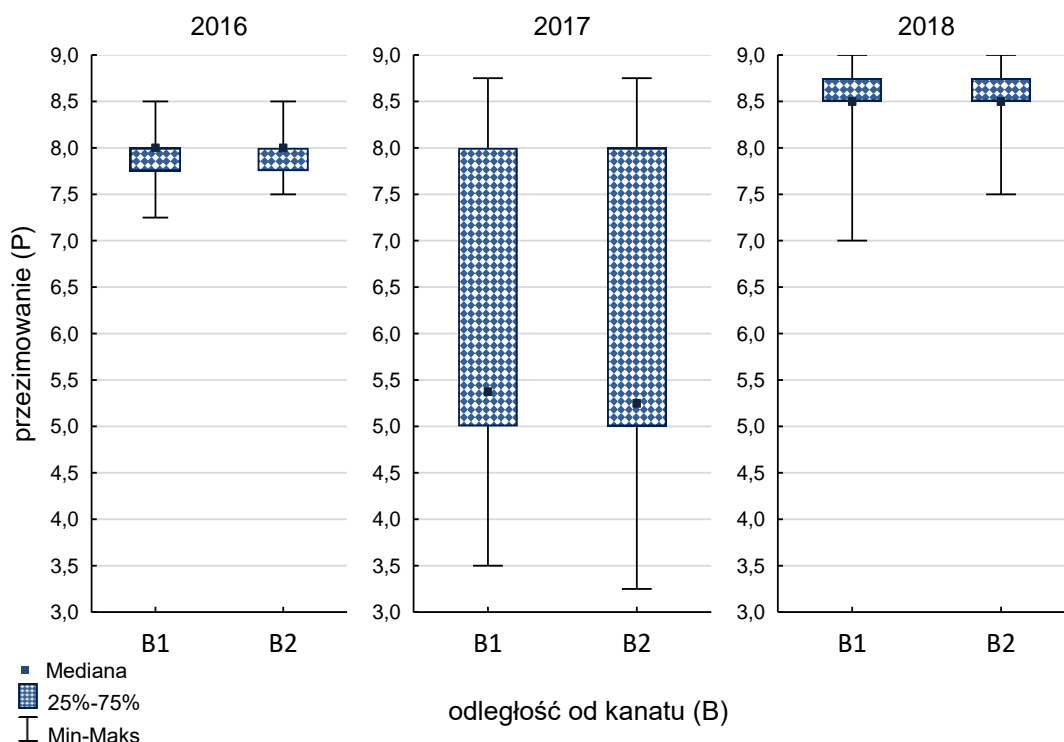
Rysunek 47. Ocena przezimowania (*P*) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

W pierwszym roku badań lepszym przezimowaniem charakteryzowała się murawa położona na zachodniej i południowej części toru (rys. 47). Część północną i wschodnią cechowała nieco niższa ocena tego parametru. W drugim roku badań murawa we wszystkich częściach toru przezimowała gorzej. Spośród wszystkich części toru istotnie słabszym przezimowaniem charakteryzowały się poletka położone w południowej części toru. W ostatnim roku badań przezimowanie oceniono bardzo dobrze. Wyjątkiem była zachodnia część toru gdzie przezimowanie oceniono jako dobre do bardzo dobrego.



Rysunek 48. Ocena przezimowania (P) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu

Przez cały okres prowadzenia badań nie wykazano istotnej zależności pomiędzy zastosowanym preparatem (A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub>) a stopniem przezimowania (rys. 48). W 2016 roku mediana wartości przezimowania, niezależnie od stosowanych preparatów była równa 8,0 oznaczając stan roślin po zimie jako dobry do bardzo dobrego. W drugim roku doświadczenia nie wykazano w przezimowaniu traw różnic istotnych statystycznie. Jednak najwyższe wartości przezimowania notowano na poletkach, na których stosowano haloizyt (A<sub>3</sub>) oraz biopreparat w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>). W 2018 roku mediana wartości badanego parametru, wynosiła od 8,5 do 8,75 oznaczając stopień zachowania murawy po zimie jako dobry do bardzo dobrego.



Rysunek 49. Ocena przezimowania (P) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu

Czynnik II rzędu – odległość od kanatu, w żadnym z poszczególnych lat badań nie wykazał istotnego wpływu na przezimowanie roślin (rys. 49). Murawa położona w odległości do 10 metrów od kanatu (B<sub>1</sub>) przezimowała porównywalnie do murawy położonej powyżej 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru (B<sub>2</sub>).

### 4.3. Ocena funkcjonalna

Analiza statystyczna badanych cech funkcjonalnych murawy wykazała dużą zmienność wyników badanych parametrów. Wszystkie badane cechy funkcjonalne różniły się istotnie w trakcie prowadzenia doświadczenia, zarówno w odniesieniu do lat badań jak i pór roku (tab. 25)

Tabela 25. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla badanych cech funkcjonalnych murawy, (Szt – sztywność, Spr – sprężystość, O – odbojność, Ś – ścinanie) w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz pory roku i lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Rok		Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
Szt	24,3514	<0,001	332,216	<0,001	2,03350	0,5655	334,702	<0,001
Spr	9,91044	0,0070	301,886	<0,001	5,60985	0,1322	305,811	<0,001
O	51,5645	<0,001	94,9992	<0,001	64,1257	<0,001	2,06158	0,5597
Ś	71,3904	<0,001	350,095	<0,001	12,1587	0,0069	20,8289	<0,001

Położenie poletek doświadczalnych względem stron toru wyścigowego istotnie wpłynęło na różnice w ocenie odbojności oraz ścinania. Zastosowane preparaty wpłynęły istotnie na ocenę ścinania, sztywność oraz sprężystość traw. Analizując wyniki z trzech lat doświadczenia, nie wykazano istotnych różnic w odbojności względem stosowanych preparatów.

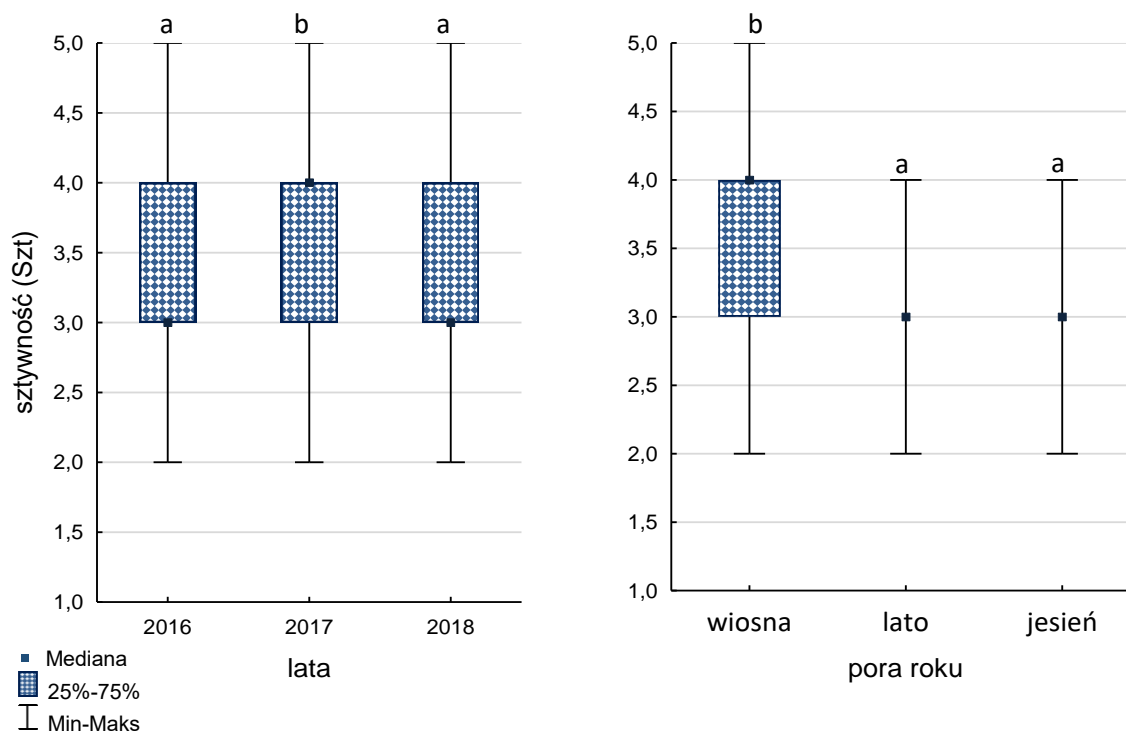
Tabela 26. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech funkcjonalnych murawy względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
Szt	-0,936403	0,349066
Spr	1,044531	0,296240
O	-14,7293	<0,001
Ś	-0,060829	0,951490

Nie wykazano istotnych różnic w ocenie cech funkcjonalnych względem czynnika II rzędu, za wyjątkiem odbojności. Odległość od kanatu (B) istotnie wpływała na ocenę tego parametru (tab. 26) przez cały okres prowadzenia doświadczenia.

### 4.3.1. Sztywność (Szt)

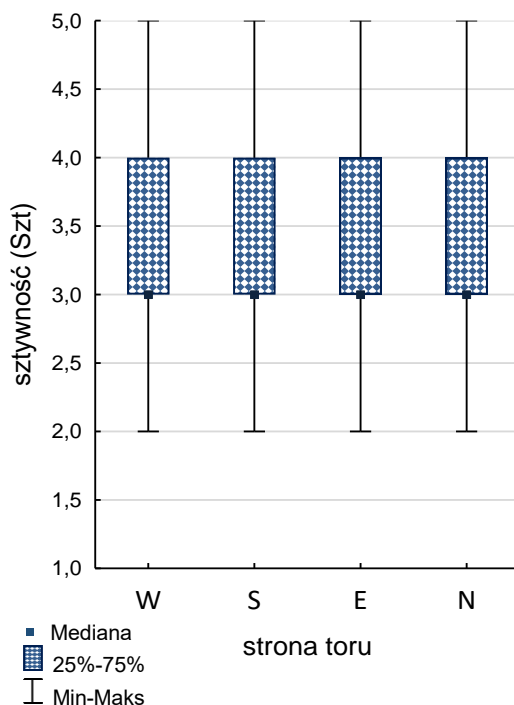
Analiza sztywności traw, warunkująca przydatność muraw na obiekty sportowe, była istotnie zależna od lat badań, pór roku oraz zastosowanego preparatu.



Rysunek 50. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od roku oraz pory roku

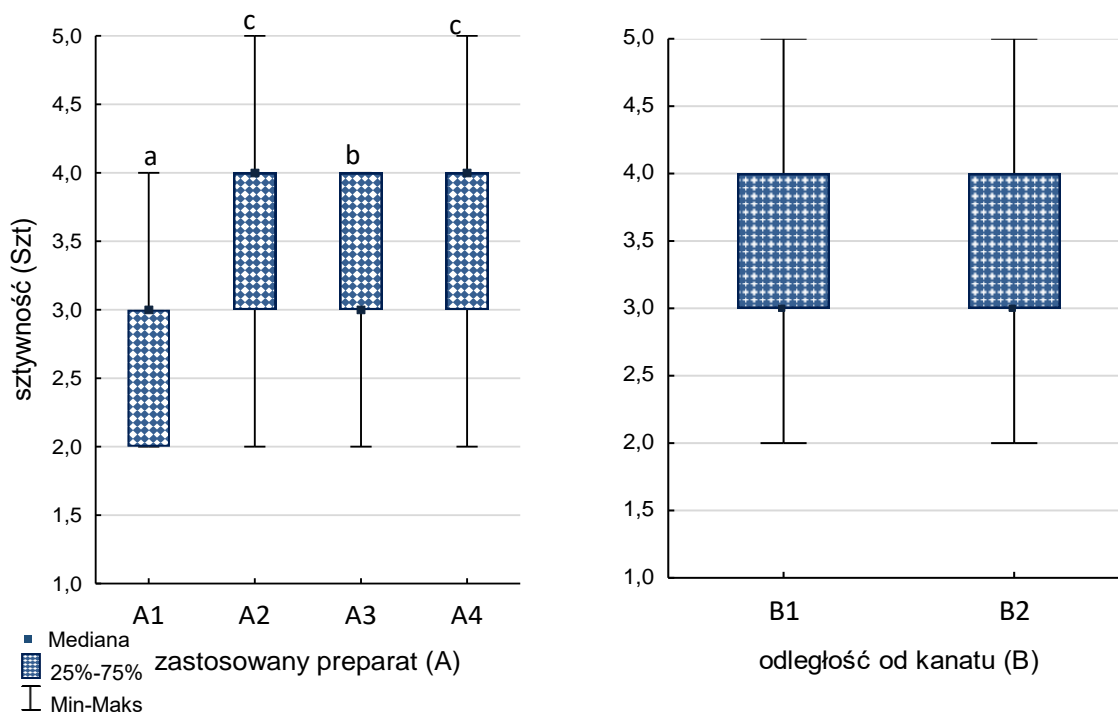
Istotne różnice zaobserwowano w poszczególnych latach prowadzenia doświadczenia (rys. 50). W pierwszym i ostatnim roku badań sztywność była dobra (mediana wartości równa 3,0). W 2017 roku wartość parametru była istotnie wyższa odpowiadając, według skali ocen, bardzo dobrej sztywności traw.

Sztywność, w zależności od pory obserwacji, najwyższe wartości przyjmowała wiosną, mediana wartości była równa 4,0 (bardzo dobra), a zakres wartości sięgał 5,0 oznaczając doskonałą sztywność liści traw (rys. 50). Natomiast latem i jesienią wartości te były istotnie niższe, z medianą wartości na poziomie dobrym.



Rysunek 51. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od badanej strony toru wyścigowego

Nie zaobserwowano istotnych różnic w sztywności traw względem ułożenia poletek na poszczególnych stronach toru (rys. 51). Sztywność określono jako dobrą, mediana wartości tego parametru była równa 3,0 na wszystkich stronach toru wyścigowego.



Rysunek 52. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

Zastosowanie poszczególnych preparatów wpłynęło istotnie na różnice w ocenie sztywności traw (rys. 52). Najniższe wartości, zaobserwowano na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>). Istotnie różniły się od nich poletka, na których zastosowano haloizyt (A<sub>3</sub>). Najwyższe wartości, odnotowano po zastosowaniu biopreparatu (A<sub>2</sub>) i biopreparatu w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>). Na tych obiektach, na podstawie mediany wartości ocen, sztywność traw oceniono jako bardzo dobrą.

*Tabela 27. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla sztywności (Szt) traw, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

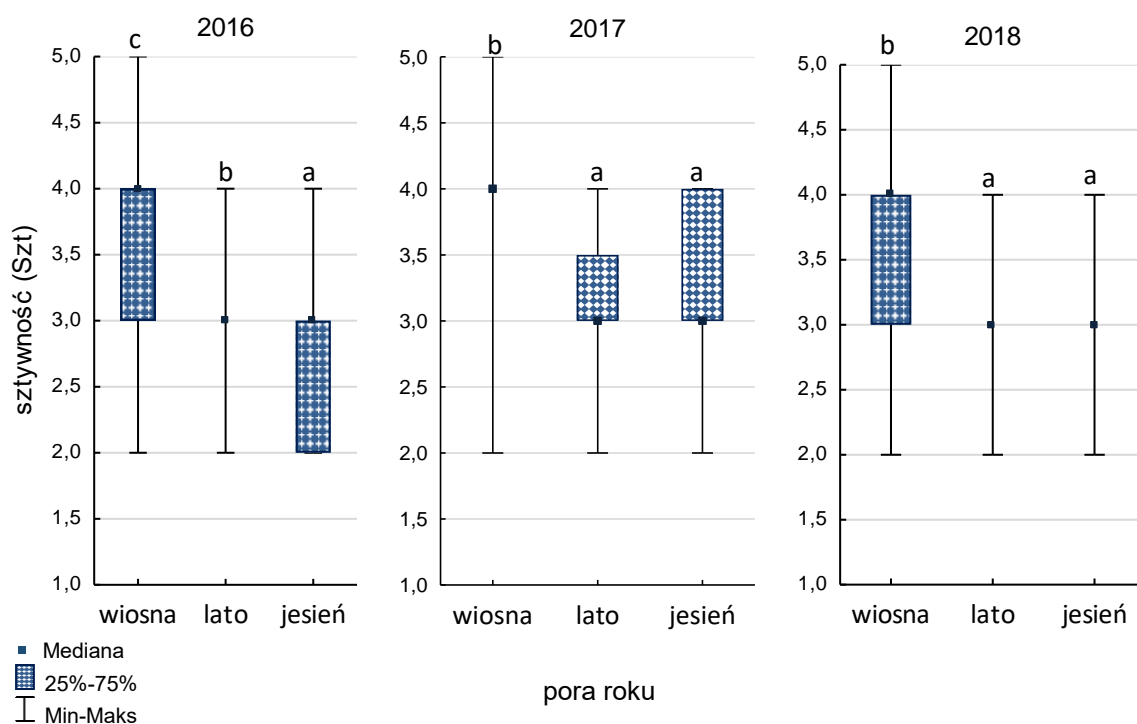
Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	166,066	<0,001	1,22744	0,7464	107,279	<0,001
2017	134,250	<0,001	0,82387	0,8437	152,706	<0,001
2018	113,166	<0,001	0,66248	0,8820	119,274	<0,001

*Tabela 28. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla sztywności (Szt) traw względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	P
2016	-0,74158	0,45833
2017	-0,74158	0,45833
2018	-0,73745	0,46084

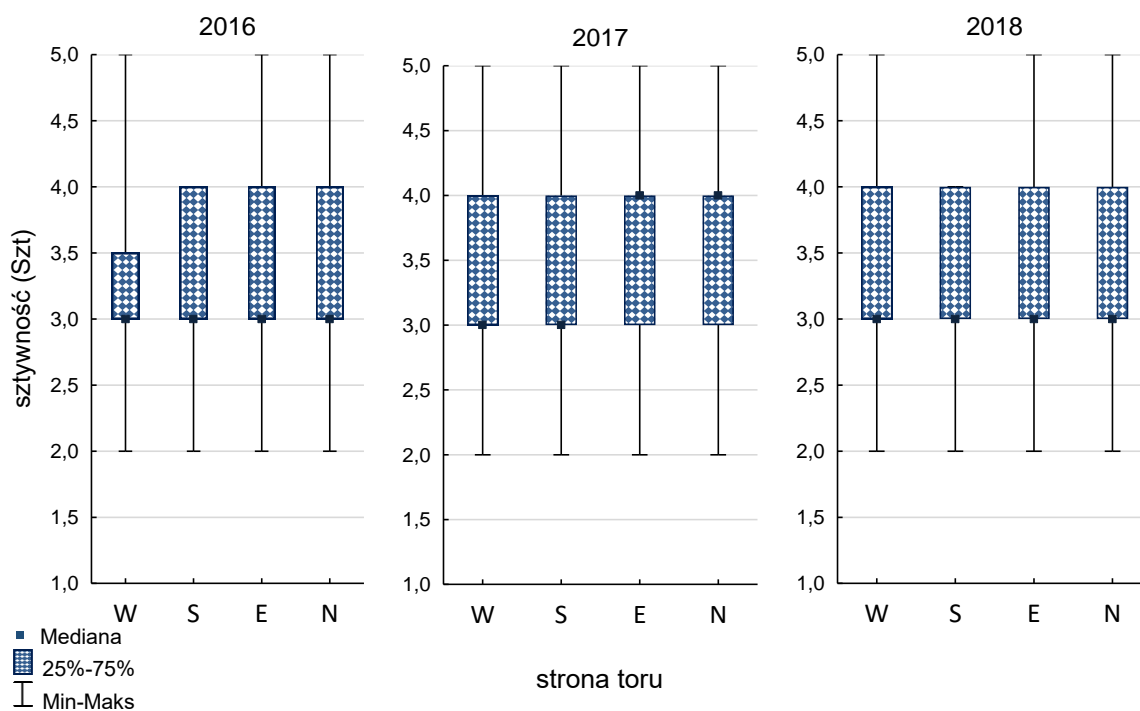
Dokonując analizy sztywności traw w poszczególnych latach badań zaobserwowano, że pora roku oraz zastosowany preparat wpłynęły istotnie na różnice w ocenie sztywności we wszystkich latach badań (tab. 27). Położenie poletek względem stron toru oraz odległość od wewnętrznej krawędzi toru (tab. 28) nie wpływały istotnie na ocenę sztywności, w kolejnych latach trwania doświadczenia.





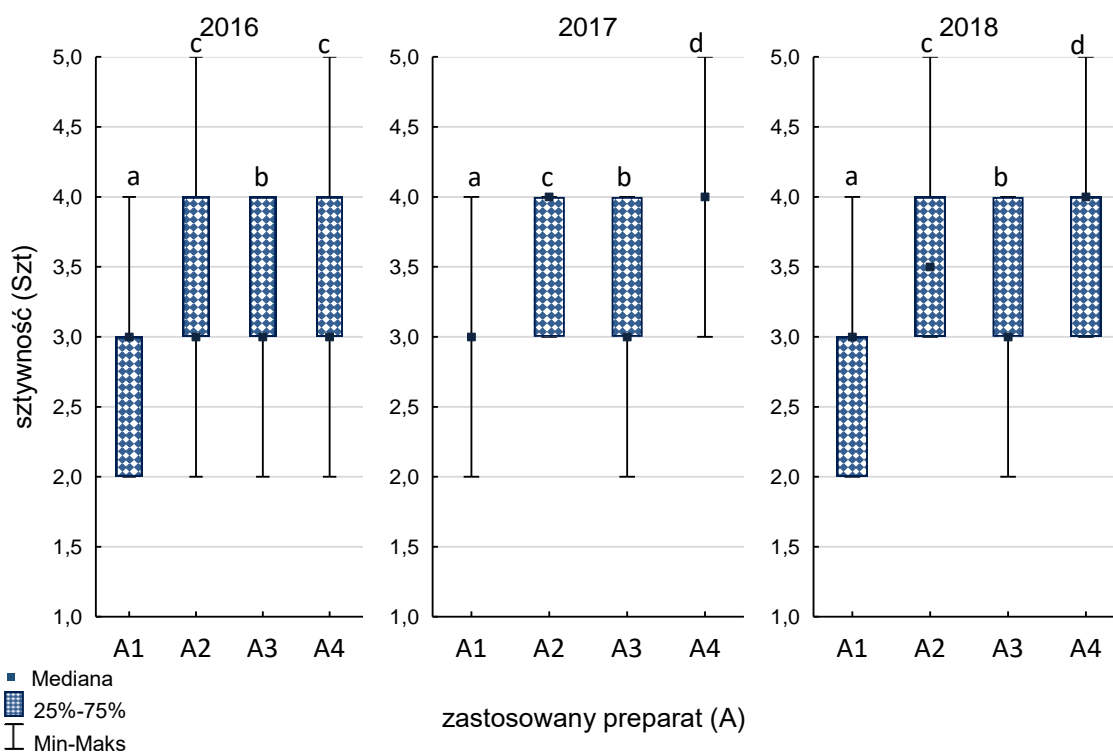
Rysunek 53. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

Pora roku miała istotny wpływ na ocenę sztywności traw pomiędzy analizowanymi poletkami w każdym roku badań (rys. 53). Najwyższe wartości tego parametru, corocznie obserwowano w okresie wiosennym (sztywność bardzo dobra). Istotnie niższą wartość notowano latem i jesienią każdego roku badań.



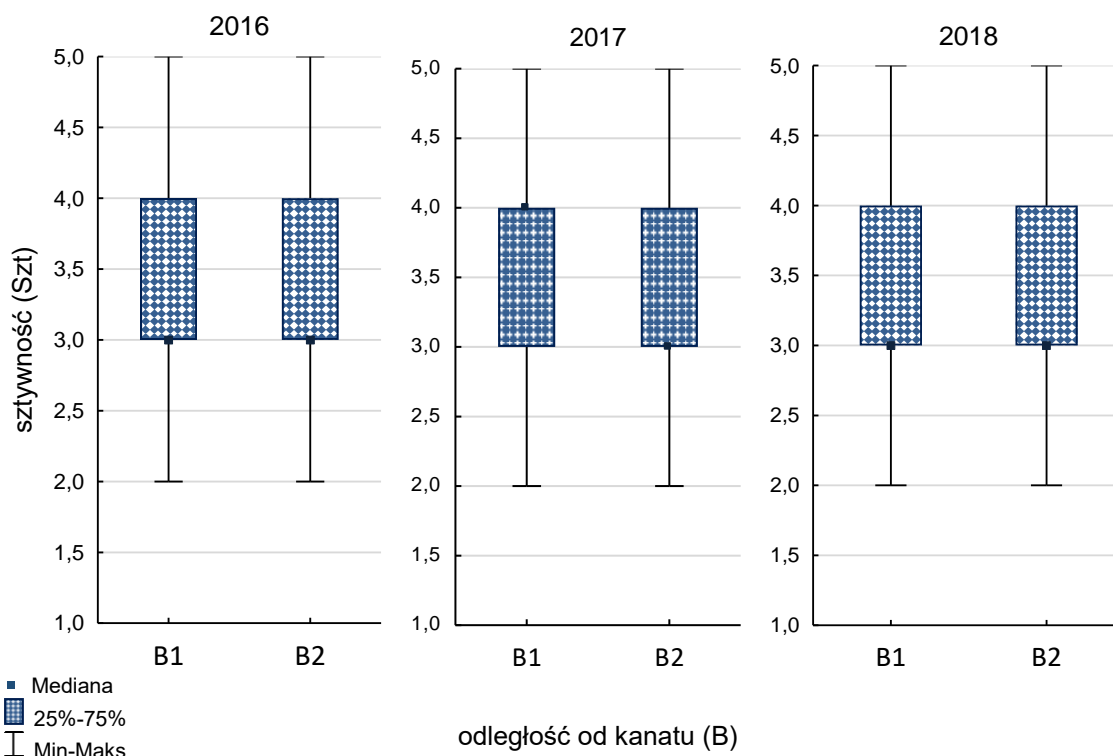
Rysunek 54. Ocena sztywności (Szt) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru

Analizując sztywność traw, w zależności od położenia poletek względem stron toru wyścigowego, nie zaobserwowano istotnych różnic w poszczególnych latach badań (rys. 54). Każdego roku, na wszystkich stronach toru mediana ocen wynosiła 3,0 (sztywność dobra). Wyjątek stanowiły, strona wschodnia (E) i północna (N) toru w roku 2017, gdzie mediana wartości sztywności traw była równa 4,0 (sztywność bardzo dobra). Analiza statystyczna nie wykazała jednak istotnych różnic pomiędzy pomiarami.



Rysunek 55. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A)

Zastosowanie poszczególnych preparatów wpływało istotnie na różnice w ocenie sztywności traw w kolejnych latach trwania doświadczenia (55). W każdym roku badań najniższe wartości parametru obserwowano na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>). Natomiast istotnie wyższe oceny sztywności traw, w każdym roku badań, obserwowano na poletkach, na których zastosowano biopreparat (A<sub>2</sub>) oraz biopreparat w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>). W 2017 i 2018 roku najwyższe wartości parametru odnotowano na poletkach, na których stosowano połączenie biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>).

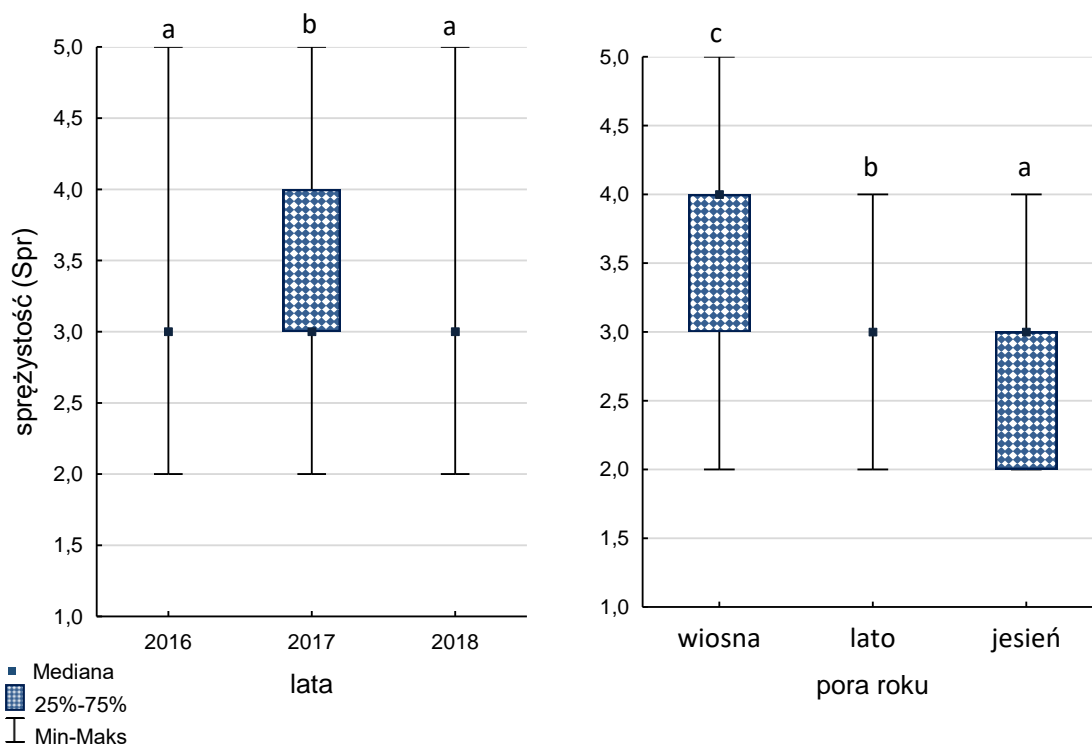


Rysunek 56. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B)

Nie zaobserwowano istotnych różnic w sztywności traw, względem odległości poletek od kanatu, w kolejnych latach trwania doświadczenia (rys. 56). Mediana wartości tego parametru wynosiła 3,0 (sztywność dobra). Wyjątek stanowił rok 2017, w którym na poletkach do 10 metrów od kanatu mediana pomiarów wynosiła 4,0 – sztywność bardzo dobra. W analizie statystycznej, ocena ta nie stanowiła istotnej różnicy.

### 4.3.2. Sprężystość (Spr)

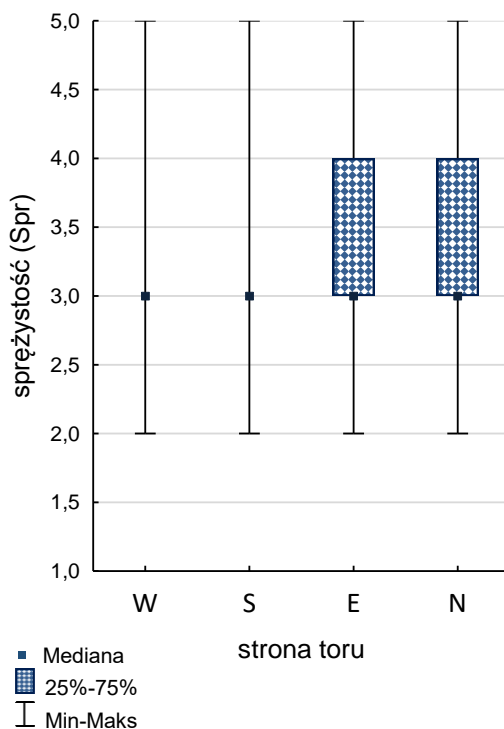
Analizując stopień sprężystości traw stwierdzono istotne zależności w ocenie badanych obiektów a rokiem badań, porą obserwacji oraz zastosowanym preparatem. Przez cały okres prowadzenia doświadczenia mediana ocen mieściła się w zakresie 3,0 – 4,0 określając stopień sprężystości jako dobry do bardzo dobrego.



Rysunek 57. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od roku oraz pory roku

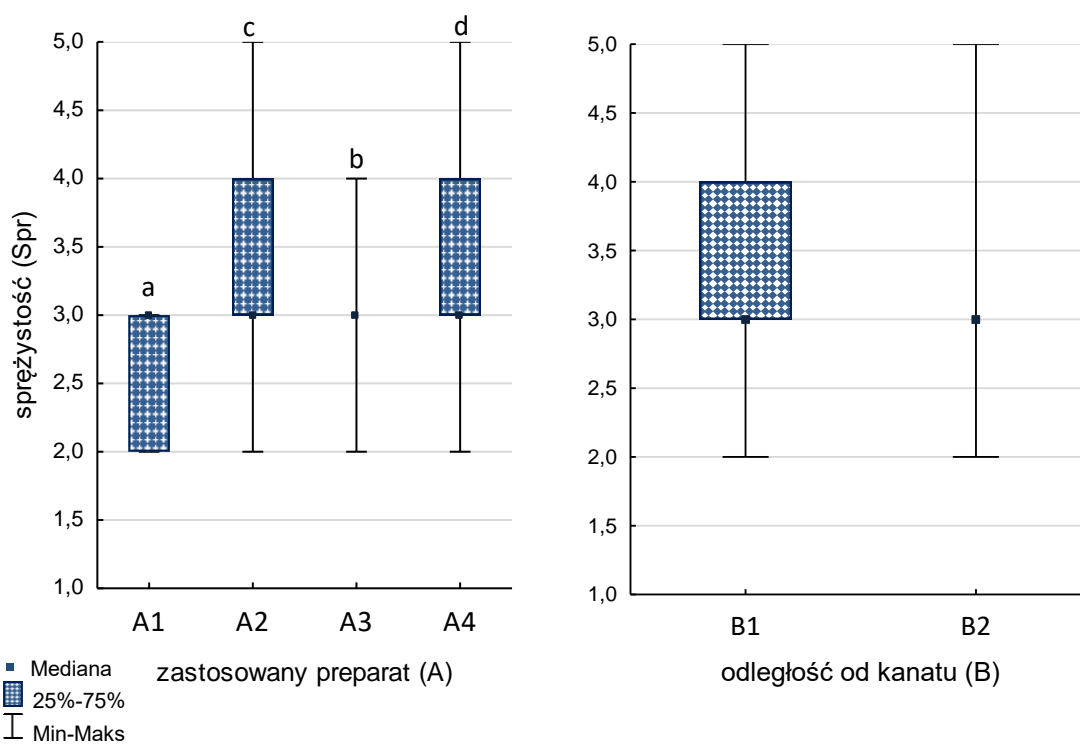
W 2016 i 2018 roku odnotowano istotnie niższe wartości sprężystości traw w stosunku do drugiego roku doświadczenia, w którym większość ocen tego parametru mieściła się w zakresie 3,0 - 4,0 – opisując sprężystość jako dobrą do bardzo dobrej.

Ocena sprężystości w poszczególnych porach roku różniła się istotnie (rys. 57). Najlepsze wartości tego parametru notowano w okresie wiosennym, z medianą ocen równą 4,0 – sprężystość bardzo dobra. Wraz z kolejnymi porami roku zauważono trend spadkowy. Istotnie niższe wartości notowano w okresie letnim. Najniższe oceny notowano jesienią, w tym okresie większość ocen mieściła się w zakresie 2,0 – 3,0, sprężystość dostateczna do dobrej.



Rysunek 58. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od strony toru wyścigowego

Nie zaobserwowano istotnych różnic w ocenie sprężystości traw względem położenia poletek na poszczególnych stronach toru wyścigowego (rys. 58).



Rysunek 59. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B)

W trakcie trwania doświadczenia odnotowano istotne polepszenie sprężystości traw po zastosowaniu poszczególnych preparatów (A<sub>2</sub>-A<sub>4</sub>) (rys. 59). Najniższe wartości odnotowano na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>). Istotnie lepszą sprężystość notowano po zastosowaniu haloizytu (A<sub>3</sub>), wyższe wartości po zastosowaniu biopreparatu (A<sub>2</sub>). Najlepsze oceny sprężystości notowano na poletkach, na których stosowano biopreparat w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>).

Odległość od kanatu nie wpłynęła istotnie na różnicę w ocenie sprężystości traw.

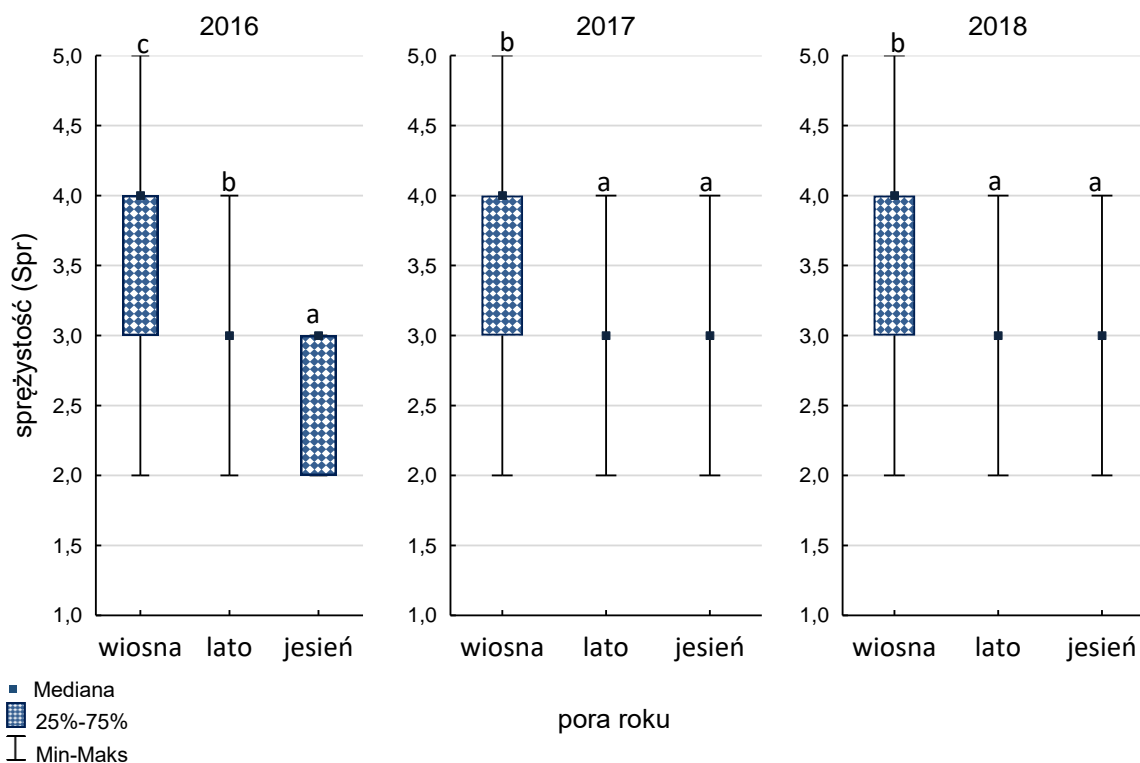
Tabela 29. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla sprężystości (Spr) traw, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	130,573	<0,001	0,95686	0,8117	97,1316	<0,001
2017	145,612	<0,001	7,49972	0,0576	122,005	<0,001
2018	85,2149	<0,001	1,45241	0,6933	123,258	<0,001

Tabela 30. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla sprężystości (Spr) traw względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

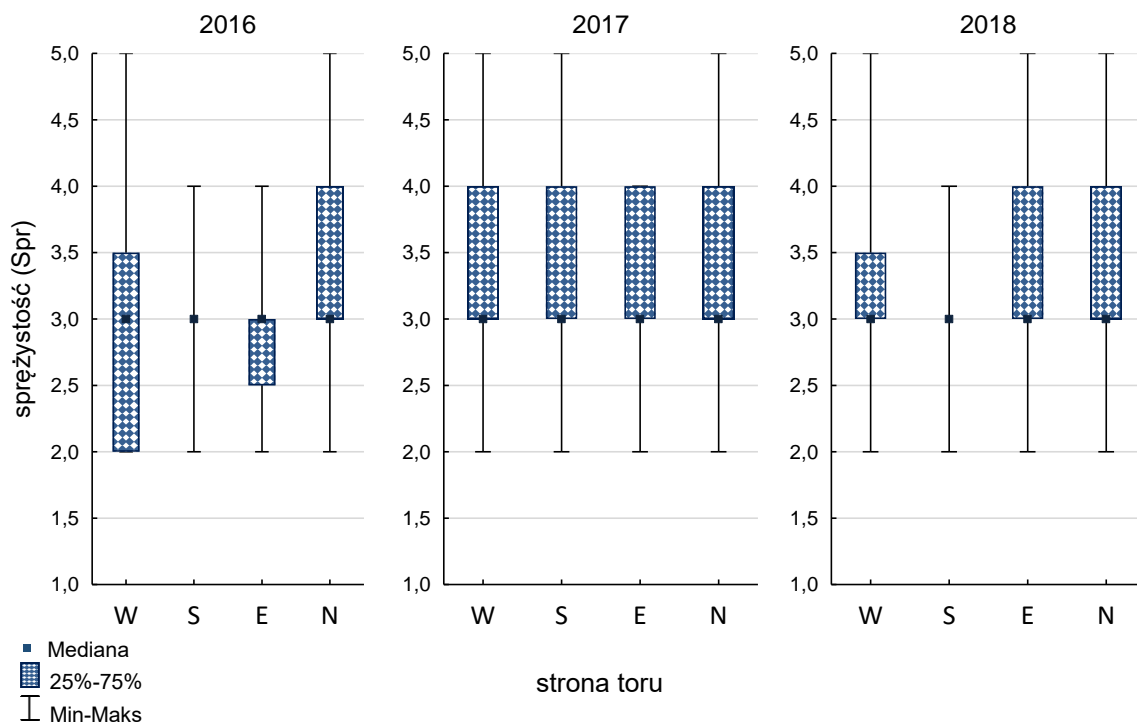
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	0,55216	0,58083
2017	0,47110	0,63756
2018	0,83492	0,40376

Dokonując analizy sprężystości traw zaobserwowano, że pora roku oraz zastosowany preparat miały istotny wpływ na sprężystość w obrębie analizowanych poletek w każdym roku badań (tab. 29). Położenie poletek względem stron toru oraz odległość od wewnętrznej krawędzi toru (tab. 30) nie wpływały istotnie na różnice w ocenie sprężystości, w kolejnych latach trwania doświadczenia.



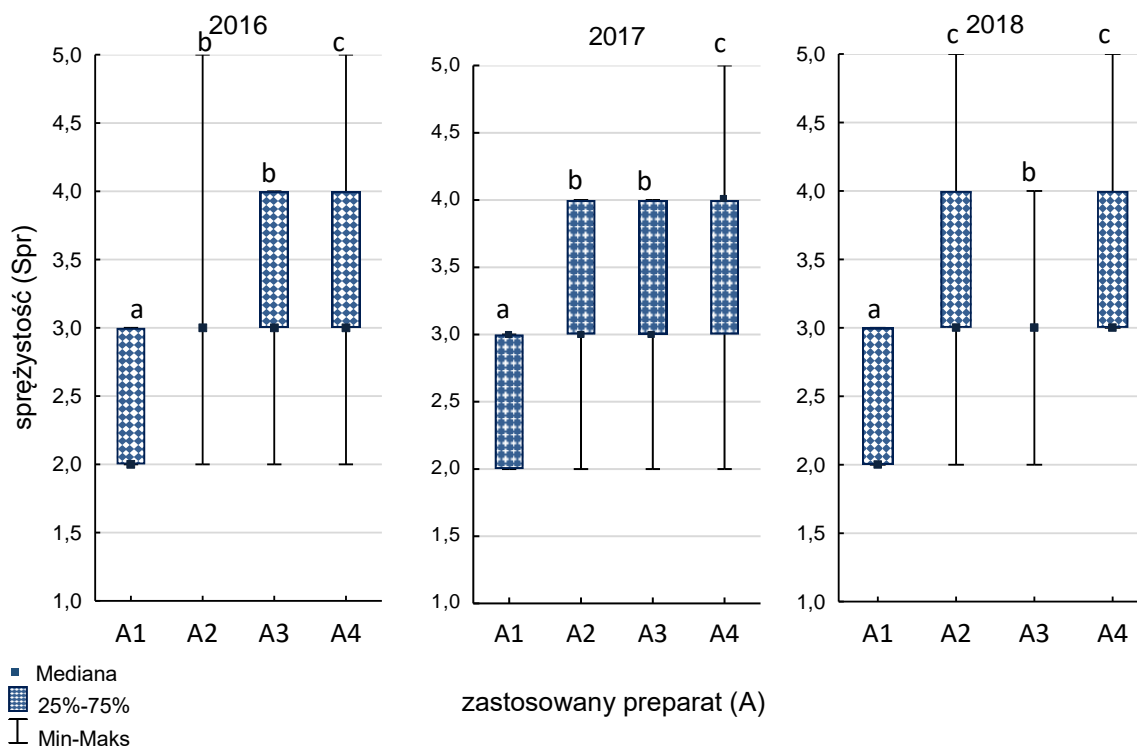
Rysunek 60. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

Pora roku miała istotny wpływ na ocenę sprężystości traw w każdym roku doświadczenia (rys. 60). Największy trend spadkowy zaobserwowano w pierwszym roku badań, gdzie wraz z kolejną porą roku pogarszała się sprężystość traw. Wiosną najczęściej ocen mieściło się w zakresie 3,0 - 4,0 (sprężystość dobra do bardzo dobrej), natomiast jesienią najczęściej wartości notowano w zakresie 2,0 - 3,0 (sprężystość dostateczna do dobrej). W 2017 i 2018 roku wiosenne wartości parametru różniły się istotnie od ocen letnio-jesiennych, gdzie mediana wartości była równa kolejno 4,0 (bardzo dobra) i 3,0 (dobra).



Rysunek 61. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

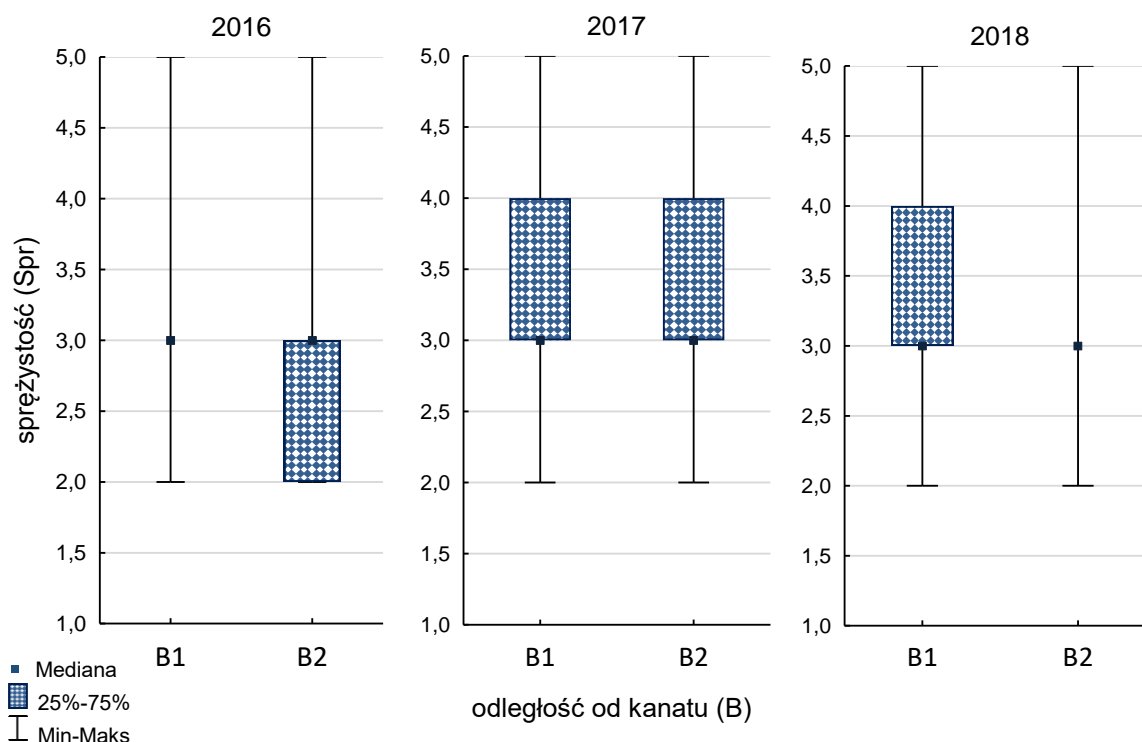
W kolejnych latach trwania doświadczenia nie zaobserwowano istotnych różnic w sprężystości traw względem stron toru (rys. 61). We wszystkich przypadkach mediana ocen przyjmowała wartość 3,0 oznaczającą dobrą sprężystość traw.



Rysunek 62. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A)



Zastosowane preparaty miały istotny wpływ na sprężystość traw pomiędzy analizowanymi poletkami w każdym roku badań (rys. 62). Najniższe wartości badanej cechy utrzymywały się na poletkach kontrolnych ( $A_1$ ), przez cały okres trwania doświadczenia. W 2016 i 2017 roku istotnie wyższe oceny odnotowano na poletkach traktowanych biopreparatem ( $A_2$ ) i haloizytem ( $A_3$ ). W roku 2018 po zastosowaniu haloizytu ( $A_3$ ), natomiast każdego roku badań istotnie najlepszą sprężystość traw odnotowano na poletkach, na których stosowano biopreparat w połączeniu z haloizytem ( $A_4$ ).

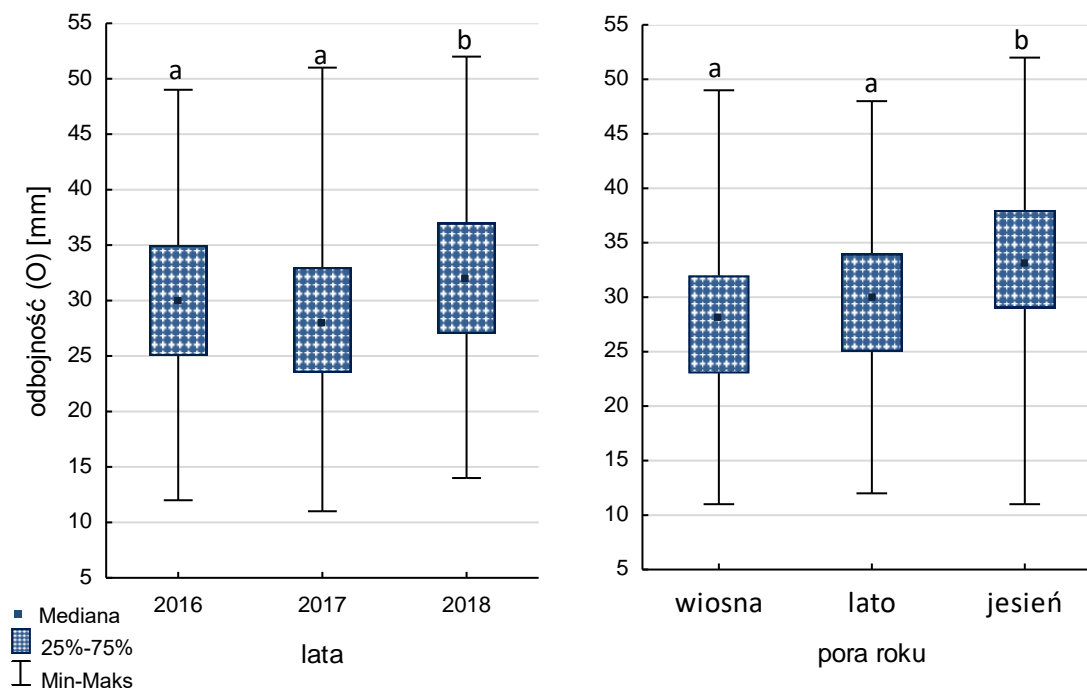


Rysunek 63. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B)

W latach prowadzenia doświadczenia odległość poletek od wewnętrznej krawędzi toru nie wpływała istotnie na ocenę sprężystości traw (rys. 63). We wszystkich latach badań sprężystość oceniano od dostatecznej do doskonałej, co odpowiada wartościom 2,0 – 5,0. Mediana pomiarów w każdym roku badań była równa 3,0 (sprężystość dobra).

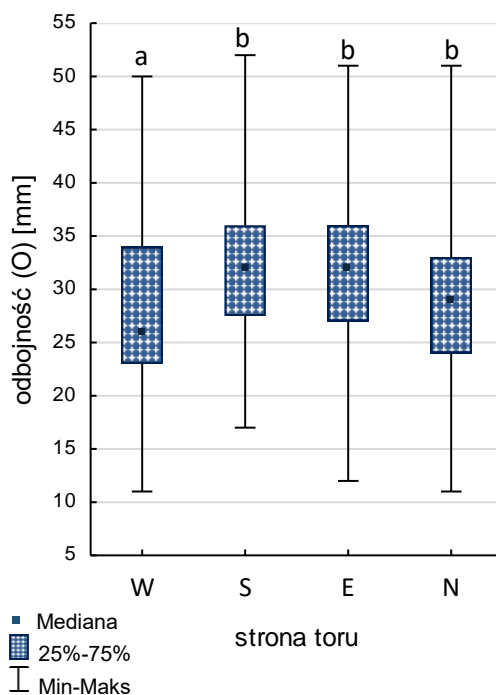
### 4.3.3. Odbojność (O)

Dokonując analizy odbojności, wytrzymałości podłoża na zrywanie, wykazano istotne zależności w ocenie tego parametru względem lat badań, pór roku, stron toru oraz odległości poletek od kanatu. Nie stwierdzono istotnych różnic w odbojności względem stosowanych preparatów. W trakcie doświadczenia zakres poszczególnych ocen odbojności był bardzo szeroki od murawy bardzo twardej, przez optymalną do murawy bardzo miękkiej.



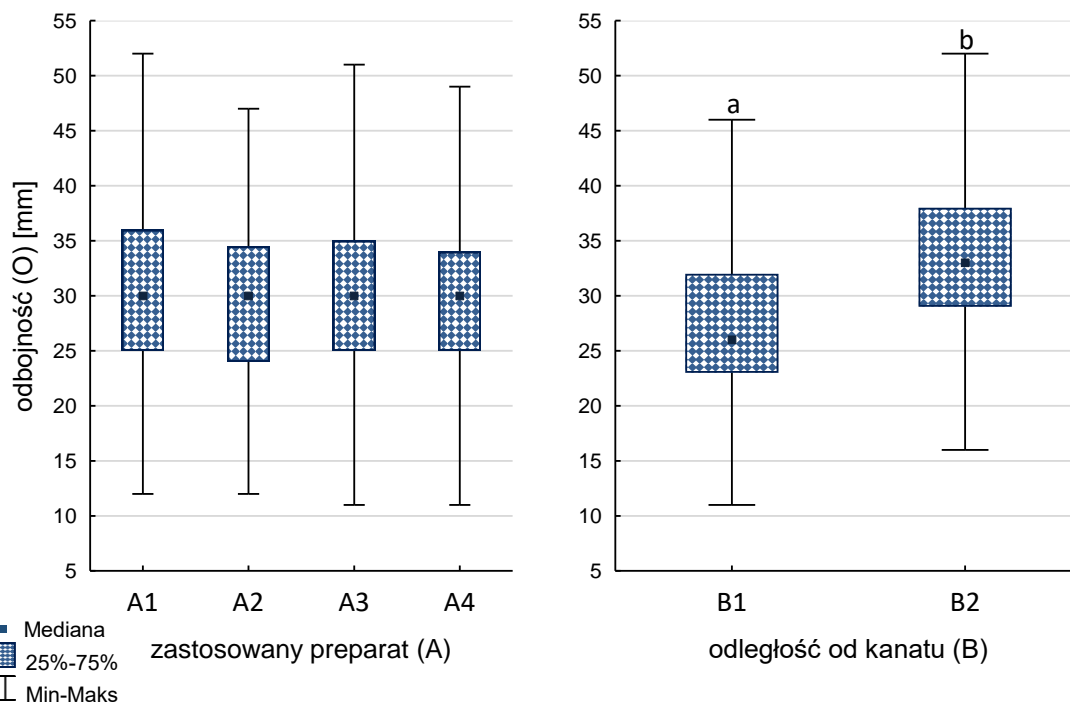
Rysunek 64. Ocena odbojności (O) w zależności od roku oraz pory roku

Ocena odbojności, na przestrzeni lat badań, była zróżnicowana (rys. 64). W każdym roku badań, mediana wartości mieściła się w zakresie oceny optymalnej dla tego parametru. W 2016 roku najczęściej ocen mieściło się w zakresie (25-35 mm) murawy twardej do murawy miękkiej, również w 2018 roku (24-33mm). W ostatnim roku badań wartość parametru przesuwiała się od murawy twardej (27mm) w kierunku murawy miękkiej (33 mm). W okresie wiosennym i letnim mediana ocen odbojności, zgodnie z przyjętą metodyką, oznaczała murawę optymalną, natomiast jesienią mediana ocen wskazywała na murawę miękką.



Rysunek 65. Ocena odbójności (O) w zależności od strony toru wyścigowego

Analizując odbójność murawy wykazano istotne różnice między poletkami zlokalizowanych na stronie zachodniej, a poletkami na pozostałych stronach toru (rys. 65). Na podstawie mediany ocen, stwierdzono że murawa na poletkach znajdujących się na stronie zachodniej (W) była twarda, natomiast na pozostałych stronach odnotowano murawę optymalną.



Rysunek 66. Ocena odbójności (O) w zależności od zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

Zastosowany preparat nie miał istotnego wpływu na odbojność murawy pomiędzy analizowanymi poletkami (rys. 66). Mediany pomiarów mieściły się w zakresie charakterystycznym dla odbojności optymalnej.

Odległość poletek od wewnętrznej krawędzi toru miała istotny wpływ na wartość tego parametru. Murawę, na poletkach zlokalizowanych do 10 metrów od kanatu (B<sub>1</sub>), określono jako twardą. Na poletkach powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>) odnotowano murawę miękką.

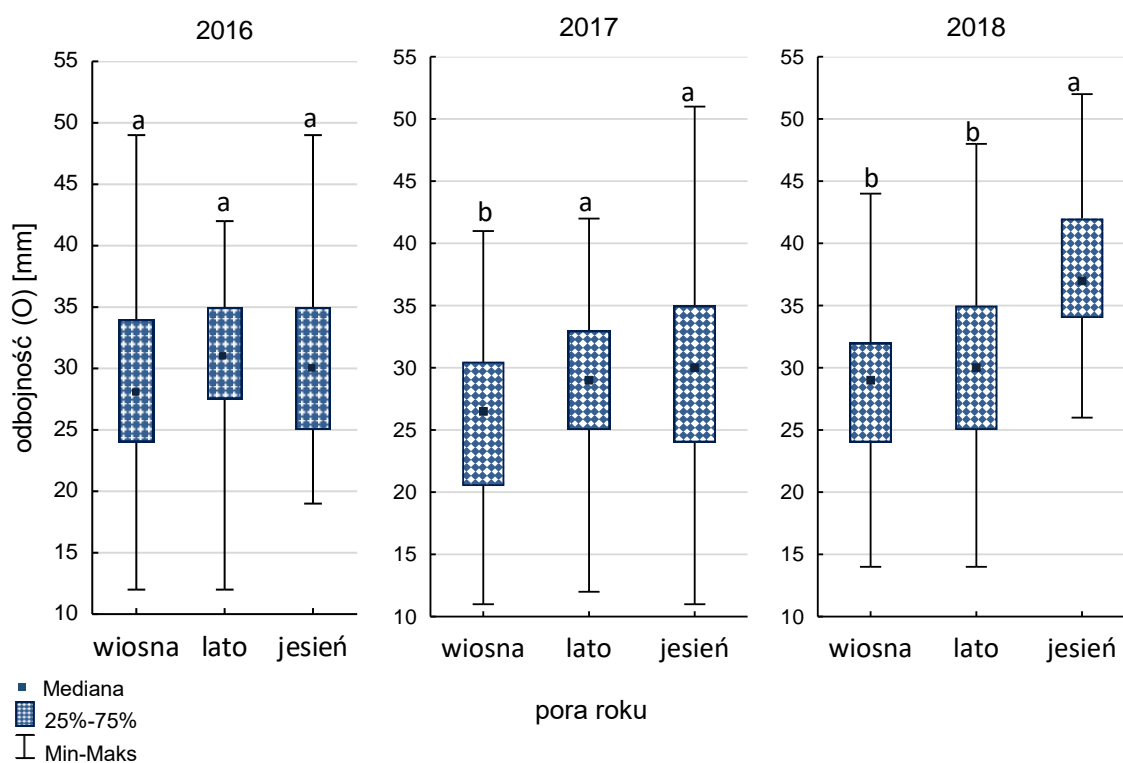
Tabela 31. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla odbojności (O), w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	8,14521	0,1257	25,2315	<0,001	2,80963	0,4219
2017	26,23055	<0,001	34,32113	<0,001	0,32511	0,9552
2018	117,7463	<0,001	22,17064	<0,001	9,87590	0,0597

Tabela 32. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla odbojności (O) względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

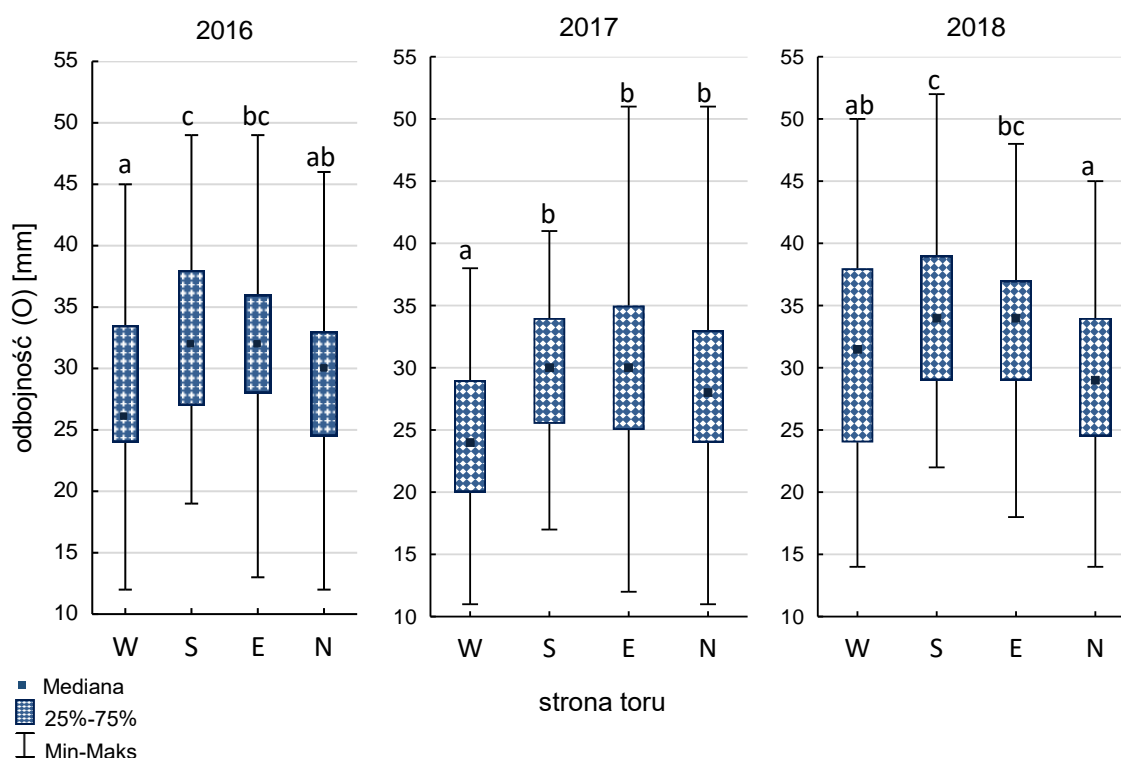
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	-7,66692	<0,001
2017	-10,1317	<0,001
2018	-8,49448	<0,001

Analizując cechę funkcjonalną jaką jest odbojność, w poszczególnych latach badań zaobserwowano istotny wpływ stron toru (tab. 31) oraz odległości od kanatu (tab. 32) na różnicę w jej wartości na wszystkich badanych poletkach. Pory roku wpłynęły istotnie na badaną cechę w ostatnich dwóch latach doświadczenia. Nie zaobserwowano istotnych różnic w odbojności murawy względem zastosowanych preparatów.



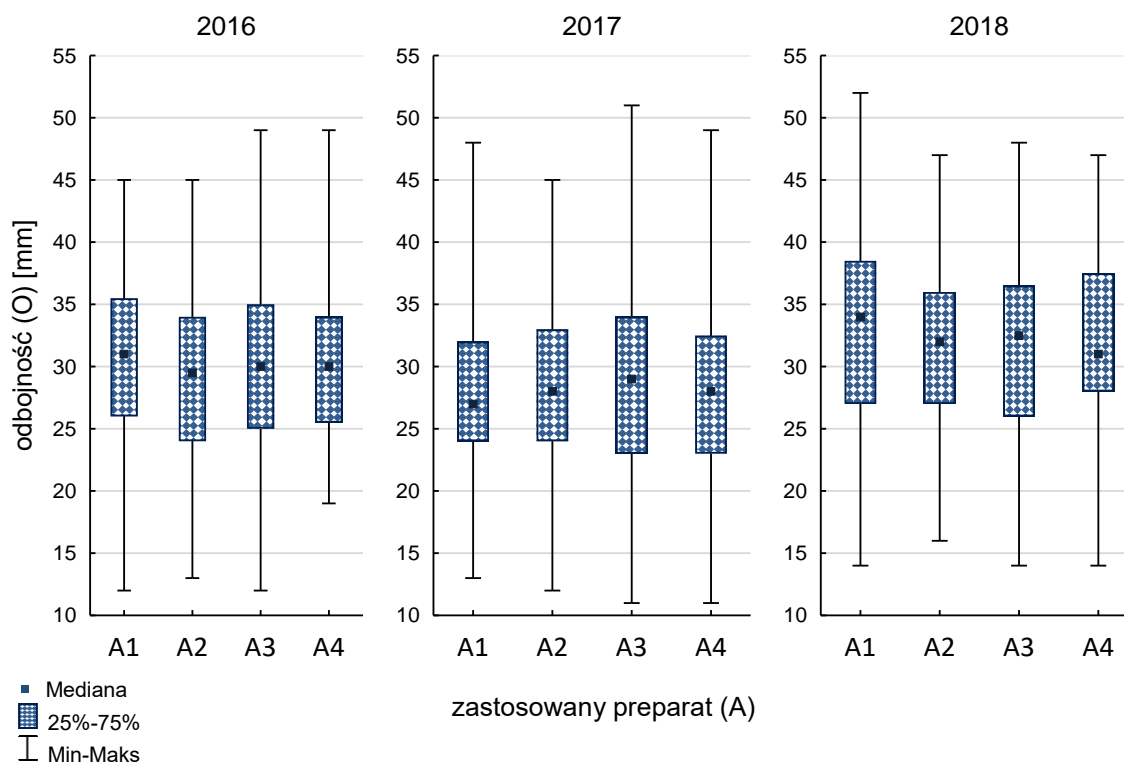
Rysunek 67. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

W pierwszym roku doświadczenia, pory roku nie miały istotnego wpływu na różnice w odbojności murawy na badanych poletkach (rys. 67). W 2017 roku odnotowano różnicę w wiosennej oraz letnio – jesiennej ocenie parametru. Wiosną odnotowano murawę twardą natomiast latem i jesienią murawę optymalną. W ostatnim roku badań ocena wiosenna i letnia odbojności nie różniła się istotnie, odnotowano wartość optymalną parametru. Istotnie różniła się jesienna wartość oceny, w tym okresie pomiary wskazywały na murawę miękką.



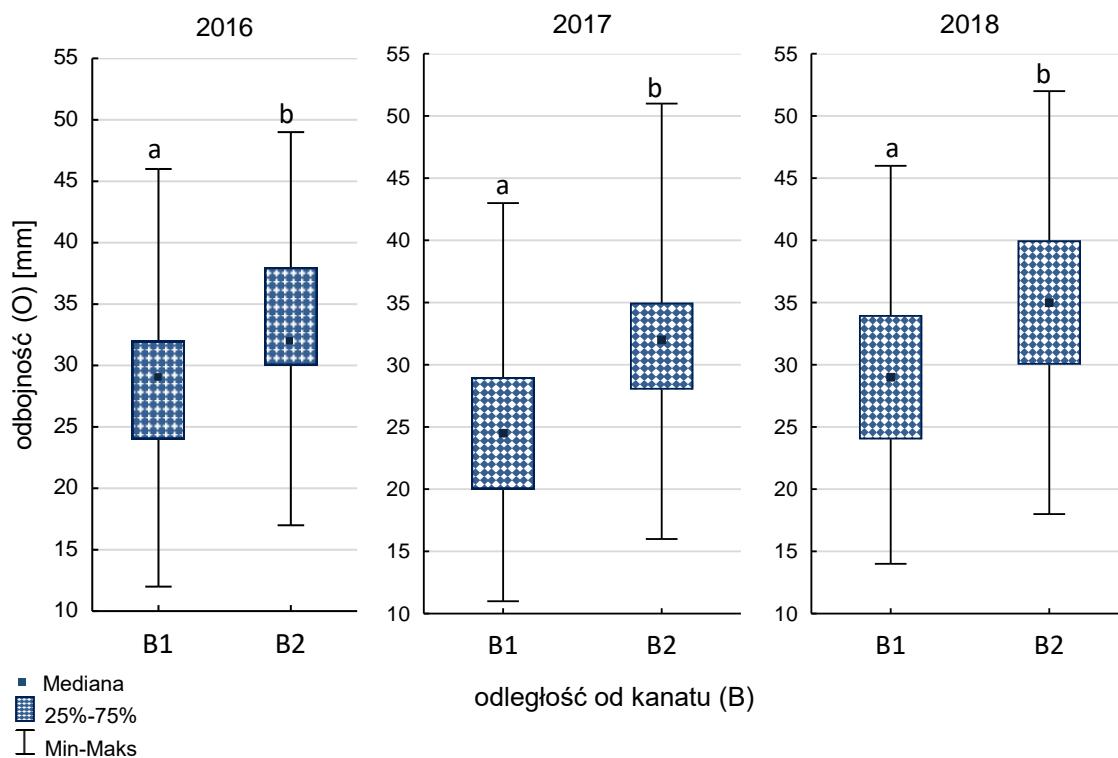
Rysunek 68. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego

W każdym roku badań stopień odbojności traw istotnie różnił się w zależności od położenia poletek względem stron toru wyścigowego (rys. 68). Zakres wartości badanej cechy był bardzo szeroki od 11 mm (murawa bardzo twarda) do 52 mm (murawa bardzo miękka). Mediana wartości badanego parametru po stronie zachodniej (W) toru, w roku 2016 i 2017 była równa kolejno 26 mm i 24 mm oznaczając murawę twardą. Na pozostałych stronach toru (S, E, N), według mediany wartości badanej cechy, odnotowano murawę optymalną. Również w ostatnim roku badań wykazano istotne różnice w odbojności traw. Na poletkach zlokalizowanych po stronie zachodniej (W) i północnej (N) toru, mediana pomiaru miała wartość optymalną. Po stronie południowej (S) i wschodniej (E) toru mediana wartości pomiarów klasyfikowała murawę jako miękka.



Rysunek 69. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A)

W latach trwania doświadczenia nie odnotowano istotnych różnic w odbojności traw w zależności od stosowanych preparatów (rys. 69). We wszystkich latach badań najwyższe wartości ocen badanej cechy mieściło się w zakresie odpowiadającym murawie twardej do murawy miękkiej. W roku 2016 i 2017 mediana ocen odbojności odpowiadała murawie optymalnej. W ostatnim roku trwania doświadczenia odbojność murawy uległa zmianie. Mediana ocen na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>), na poletkach na których stosowano biopreparat (A<sub>2</sub>) oraz haloizyt (A<sub>3</sub>) odpowiadała murawie twardej. Na poletkach traktowanych biopreparatem w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>), na podstawie mediany ocen odnotowano murawę optymalną. Jednak nie wykazano różnic istotnych statystycznie, pod względem statystycznym uzyskane wyniki dla grup są sobie równe.



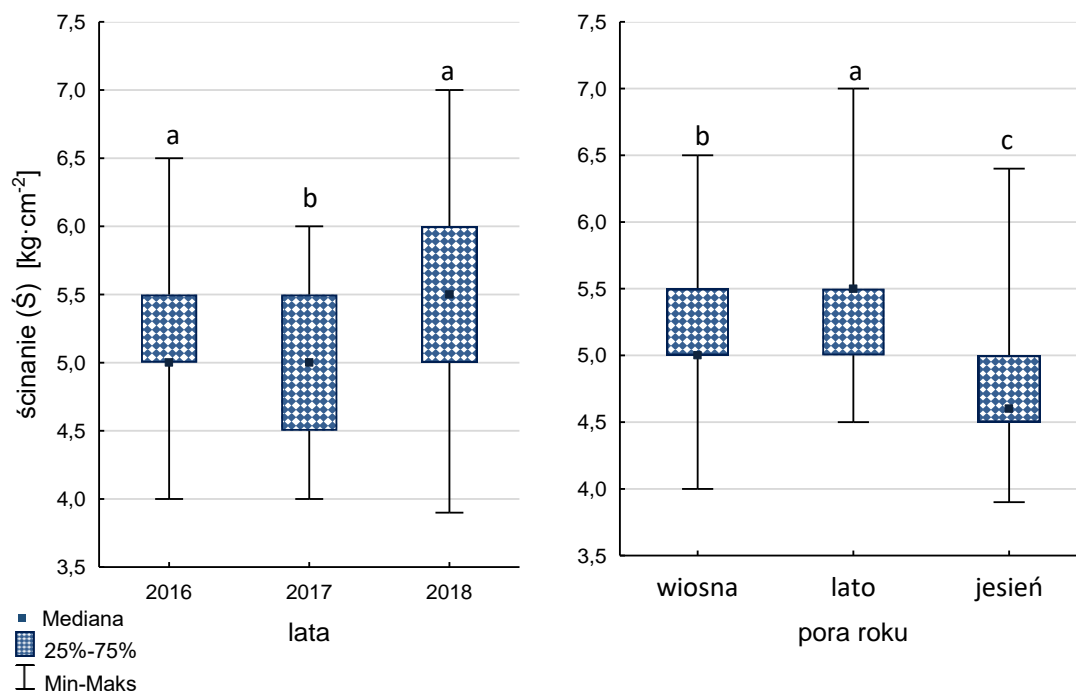
Rysunek 70. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B)

W każdym roku badań odbojność istotnie różniła się w zależności od odległości poletek od kanatu (rys. 70). Najwięcej ocen, w odległości do 10 metrów od kanatu (B<sub>1</sub>) mieściło się w zakresie murawy twardej do murawy optymalnej. Natomiast na poletkach w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>) najczęściej ocen mieściło się w zakresie murawy optymalnej do murawy miękkiej. W 2018 roku, wyjątek stanowiła murawa na poletkach w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (B<sub>2</sub>), gdzie najczęściej ocen odnotowano w zakresie odpowiadającym murawie optymalnej do murawy bardzo miękkiej.

#### 4.3.4. Ścinanie (Ś)

Analizując wytrzymałość darni na zrywanie pod wpływem siły obrotowej wykazano istotne różnice w ocenie cechy, w zależności od lat badań, pory roku, strony toru wyścigowego oraz stosowanego preparatu. Odległość położenia poletek od wewnętrznej krawędzi toru nie wpływała istotnie na różnice w wytrzymałości darni na zrywanie.

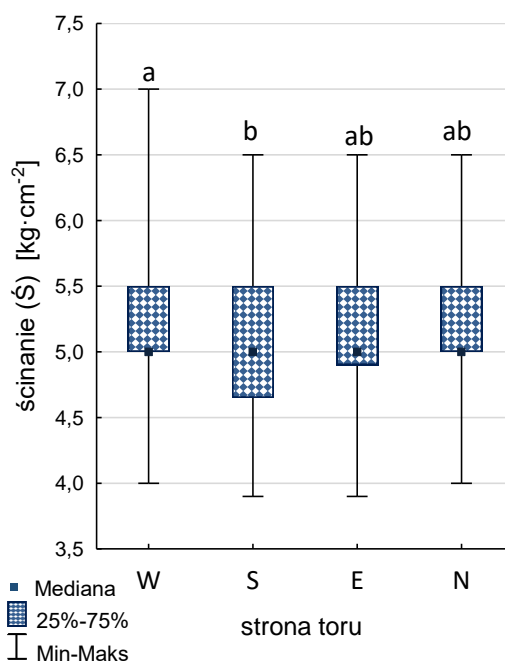




Rysunek 71. Ocena ścinania ( $\acute{S}$ ) w zależności od roku oraz pory roku

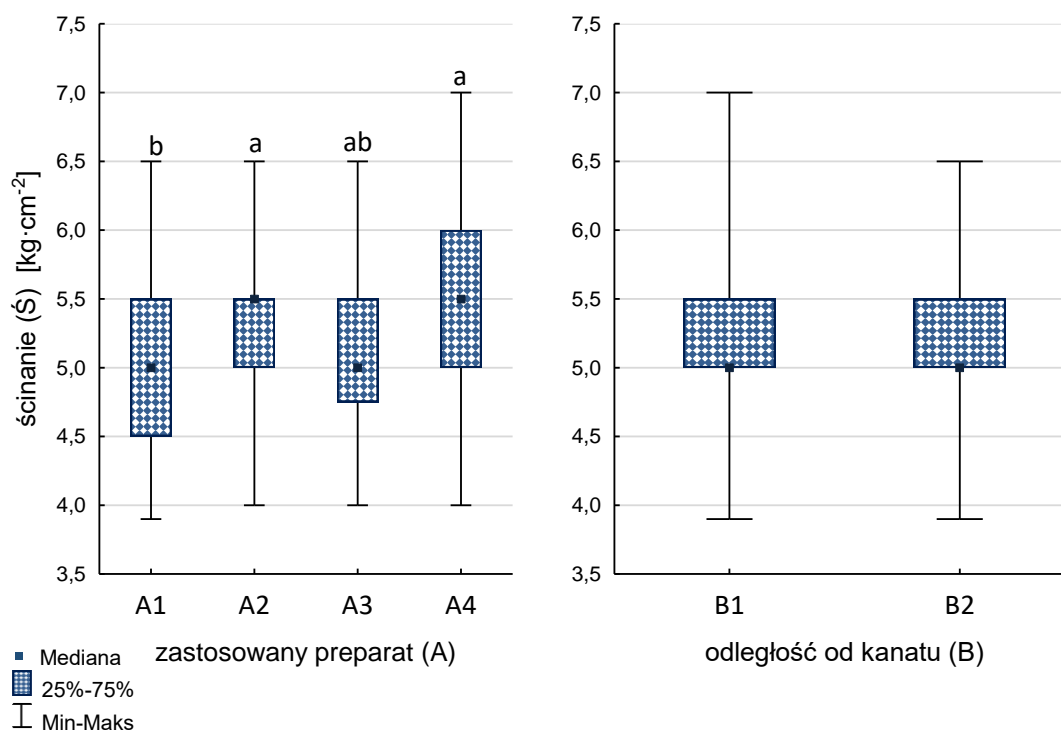
Rok badań istotnie wpływał na różnice w wartości ścinania (rys. 71). Według przyjętej skali wytrzymałość darni na zrywanie była dobra we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia.

Ocena ścinania różniła się istotnie w poszczególnych porach roku. Najgorsze wartości tego parametru notowano jesienią (dostateczna do bardzo dobrej) Najlepszą wytrzymałość darni na zrywanie notowano w okresie letnim (dobra do bardzo dobrej).



Rysunek 72. Ocena ścinania ( $\acute{S}$ ) w zależności od strony toru wyścigowego

Analiza wytrzymałości darni na zrywanie, w zależności od stron toru, wykazała istotną różnicę w ocenie tego parametru między poletkami po stronie zachodniej (W), a poletkami po stronie południowej (S) toru (rys. 72). Mediana wartości ścinania na wszystkich stronach toru była równa 5,0 (ocena dobra), jednak na murawie budującej zachodnią stronę bieżni zaobserwowano istotnie większy zakres ocen, na poziomie bardzo dobrym (6,1-7,0).



Rysunek 73. Ocena ścinania ( $\dot{S}$ ) w zależności od zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B)

Zastosowany preparat miał istotny wpływ na różnice w wytrzymałości darni na zrywanie (rys. 73). Największą wytrzymałość odnotowano na poletkach, na których stosowano połączenie biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>) oraz sam biopreparat (A<sub>2</sub>). Istotnie niższe wartości ścinania notowano na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>).

Nie zaobserwowano istotnych różnic w ścinaniu w zależności od odległości poletek od kanatu. Wytrzymałość darni na zrywanie, na podstawie mediany wyników była dobra (5,0).

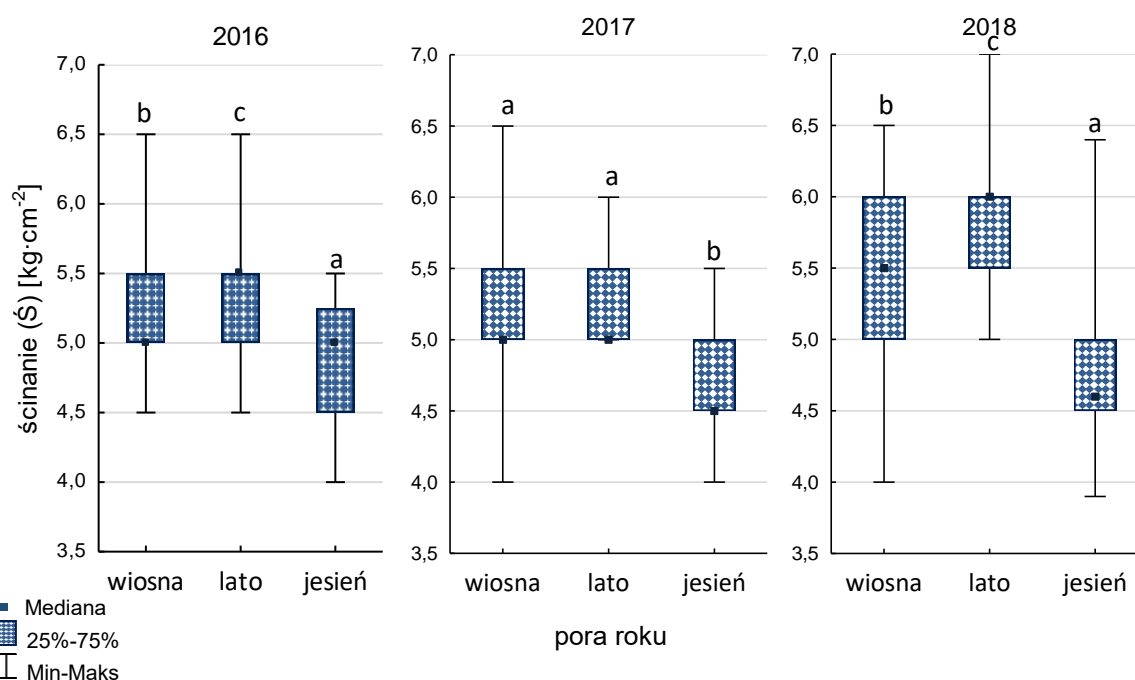
Tabela 33. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla ścinania ( $\dot{S}$ ) w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Pora roku		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
2016	71,71300	<0,001	6,205126	0,0983	12,75265	0,0052
2017	162,7721	<0,001	5,604835	0,1394	3,847297	0,2784
2018	161,1351	<0,001	9,995016	0,0186	26,05843	<0,001

Tabela 34. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla ścinania ( $\dot{S}$ ) względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

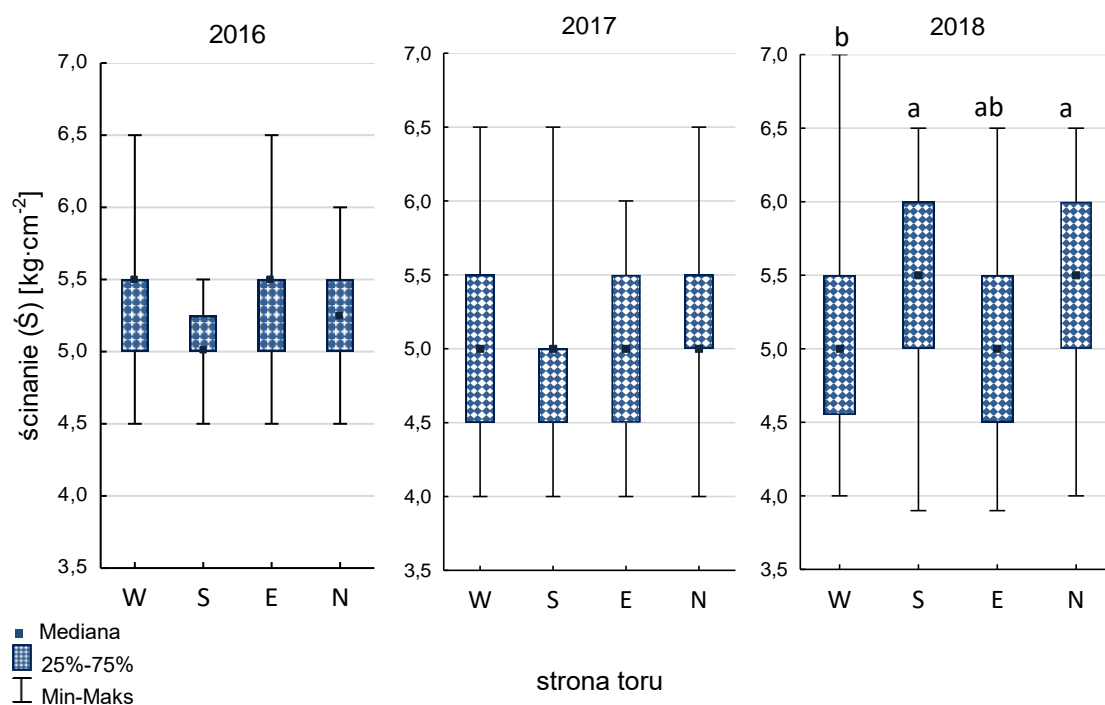
Rok	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
2016	0,00401	0,9495
2017	-0,01830	0,9853
2018	-0,62619	0,5311

Dokonując analizy wytrzymałości darni na zrywanie pod wpływem siły obrotowej, w poszczególnych latach badań, wykazano istotne różnice w każdym roku oceny w odniesieniu do pory roku (tab. 33). Położenie poletek względem stron toru istotnie wpłynęło na ocenę ścinania w ostatnim roku badań. Stosowane preparaty wpłynęły istotnie na różnicę w wytrzymałości darni w pierwszym i ostatnim roku prowadzenia doświadczenia. Odległość od kanatu nie wpłynęła istotnie na różnicę w wytrzymałości darni (tab. 34).



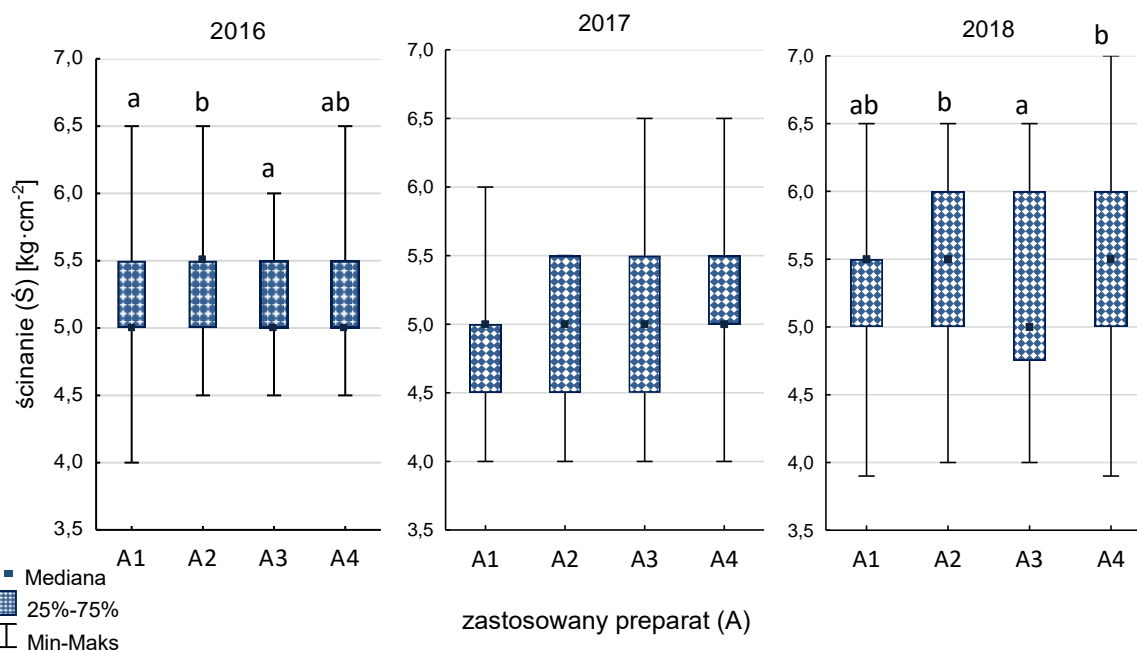
Rysunek 74. Ocena ścinania ( $\dot{S}$ ) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku

Wykazano istotne różnice w wytrzymałości darni na zrywanie w zależności od pory roku (rys. 74). W 2016 i 2018 roku zaobserwowano różnice względem wszystkich pór roku, a najwyższe wartości badanej cechy odnotowano w okresie letnim. Najgorszą wytrzymałością odznaczała się darnь w okresach jesiennych w każdym roku badań. W 2018 roku, ocena letnia parametru osiągnęła najwyższe wartości spośród całego okresu trwania doświadczenia, wartość ścinania mieściła się w zakresie od dobrej do bardzo dobrej.



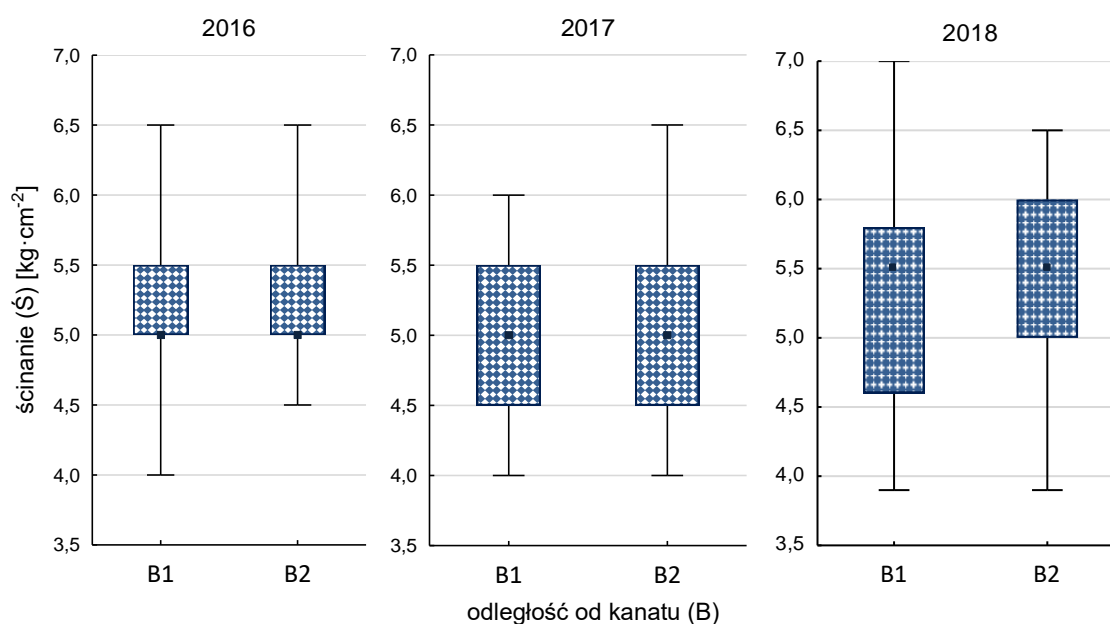
Rysunek 75. Ocena ścinania ( $\dot{S}$ ) w poszczególnych latach badań, w zależności strony toru wyścigowego

W ostatnim roku badań wytrzymałość darni na ścinanie różniła się istotnie, w zależności od położenia poletek na stronach toru (rys. 75). W pierwszych dwóch latach doświadczenia nie odnotowano istotnych różnic. W roku 2018 wykazano różnice pomiędzy stronami północną (N) i południową (S) toru, a stroną zachodnią (W), gdzie zakres ocen sięgał wartości 7,0 – wytrzymałość bardzo dobra.



Rysunek 76. Ocena ścinania ( $\dot{S}$ ) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A)

Zastosowanie poszczególnych preparatów istotnie wpłynęło na różnice w ocenie ścinania w pierwszym i ostatnim roku doświadczenia (rys. 76). W 2016 roku istotnie lepszą wytrzymałość darni odnotowano na poletkach, na których stosowano biopreparat (A<sub>2</sub>). W 2017 roku nie odnotowano istotnych różnic w ocenie tego parametru. W ostatnim roku badań najniższą medianę wartości odnotowano po zastosowaniu haloizytu (A<sub>3</sub>). Różniła się ona istotnie od wartości ścinania na poletkach, na których zastosowano preparat biostymulujący (A<sub>2</sub>) oraz biopreparat w połączeniu z haloizytem (A<sub>4</sub>)



Rysunek 77. Ocena ścinania ( $\dot{S}$ ) w poszczególnych latach badań, względem odległości od kanatu (B)

We wszystkich latach trwania doświadczenia, czynnik II rzędu – odległość od kanatu (B) nie wpływał istotnie na różnice w ocenie ścinania (rys. 77). Niezależnie od tego czynnika, w każdym roku badań wytrzymałość darni na zrywanie była dobra.

#### 4.4. Analiza profilu darniowego murawy sportowej

Istotne znaczenie w ocenie części nadziemnej i podziemnej murawy odgrywał rok badań (tab. 35). Strona toru, na której znajdowały się poletka doświadczalne, wpływała na zmienne wartości zasięgu głównej masy korzeniowej oraz liczby pędów i blaszek liściowych. Zastosowane preparaty kształtowały zmienne wartości zasięgu głównej masy korzeniowej oraz maksymalnego zasięgu korzeni. W trzyletniej analizie zastosowane preparaty wpływały na zmienne wartości liczby pędów i blaszek liściowych traw.

Tabela 35. Wyniki testu Kruskala-Wallis dla badanych cech morfometrycznych, w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Rok		Strona toru		Preparat (A)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>
Grubość warstwy filcu	72,43291	<0,001	4,902922	0,1790	0,688527	0,8759
Grubość poziomu darniowego	10,88154	0,0043	7,466412	0,0684	4,731427	0,1926
Zasięg głównej masy korzeniowej	26,35493	<0,001	43,23872	<0,001	25,87024	<0,001
Maksymalny zasięg korzeni	24,44381	<0,001	8,066611	0,0590	16,88267	0,0007
Liczba węzłów krzewienia	0,575069	0,7501	8,248922	0,0575	7,836417	0,0714
Liczba pędów	38,00038	<0,001	23,88620	<0,001	50,52298	<0,001
Liczba blaszek liściowych	85,77162	<0,001	17,93856	0,0005	49,03799	<0,001

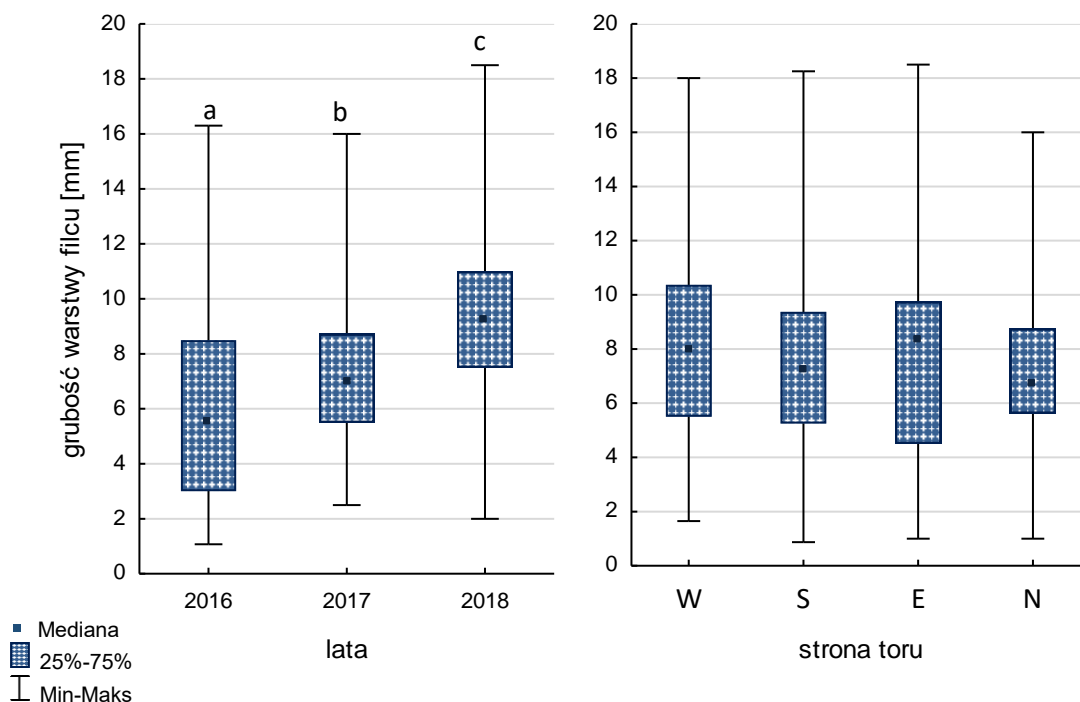
Odległość poletek od wewnętrznej krawędzi toru kształtowała zmienne wartości wszystkich analizowanych nadziemnych i podziemnych parametrów murawy sportowej (tab. 36), za wyjątkiem grubości poziomu darniowego.

Tabela 36. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech morfometrycznych względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Cecha	Odległość od kanatu (B)	
	Z	<i>p</i>
Grubość warstwy filcu	3,264740	0,001026
Grubość poziomu darniowego	0,008661	0,768512
Zasięg głównej masy korzeniowej	-3,12359	0,001787
Maksymalny zasięg korzeni	-3,07302	0,002119
Liczba węzłów krzewienia	-4,11805	0,000038
Liczba pędów	-4,79114	0,000002
Liczba blaszek liściowych	-2,83211	0,004625

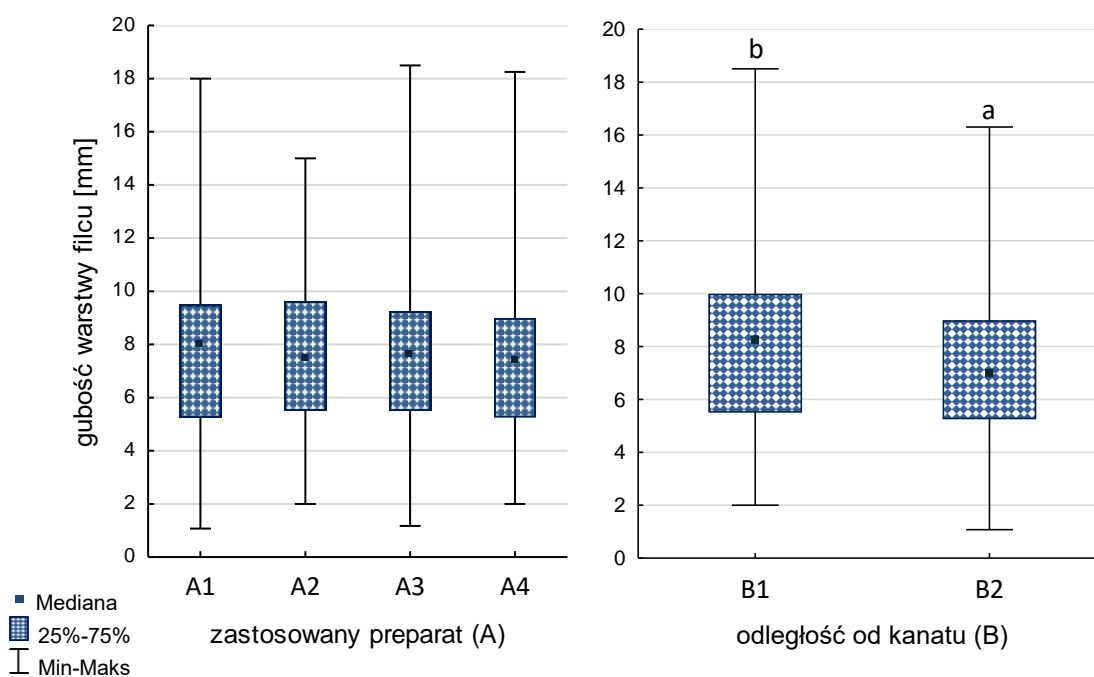
#### 4.4.1. Grubość warstwy filcu

Warstwa filcu, wytwarzanego przez murawę, była zróżnicowana we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia. Wartość badanego parametru była zależna od odległości poletek od wewnętrznej krawędzi toru.



Rysunek 78. Grubość warstwy filcu w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

Mediana wartości grubości warstwy filcu wzrastała wraz z rokiem prowadzenia badań. Największą warstwę wytwarzanego przez murawę filcu odnotowano w ostatnim roku badań, zakres pomiarów sięgał 18,5 mm (rys. 78). Strona toru wyścigowego nie wpływała różnicująco na grubość warstwy filcu. Największy zakres parametru odnotowano po stronie wschodniej (E) toru wyścigowego.



Rysunek 79. Grubość warstwy filcu w stosunku do zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B)

Stosowane preparaty nie wpłynęły istotnie na grubość warstwy filcu badanej murawy (tab. 79). Niezależnie od zastosowanych preparatów (lub ich braku) mediana wartości badanego parametru była bliska 8 mm.

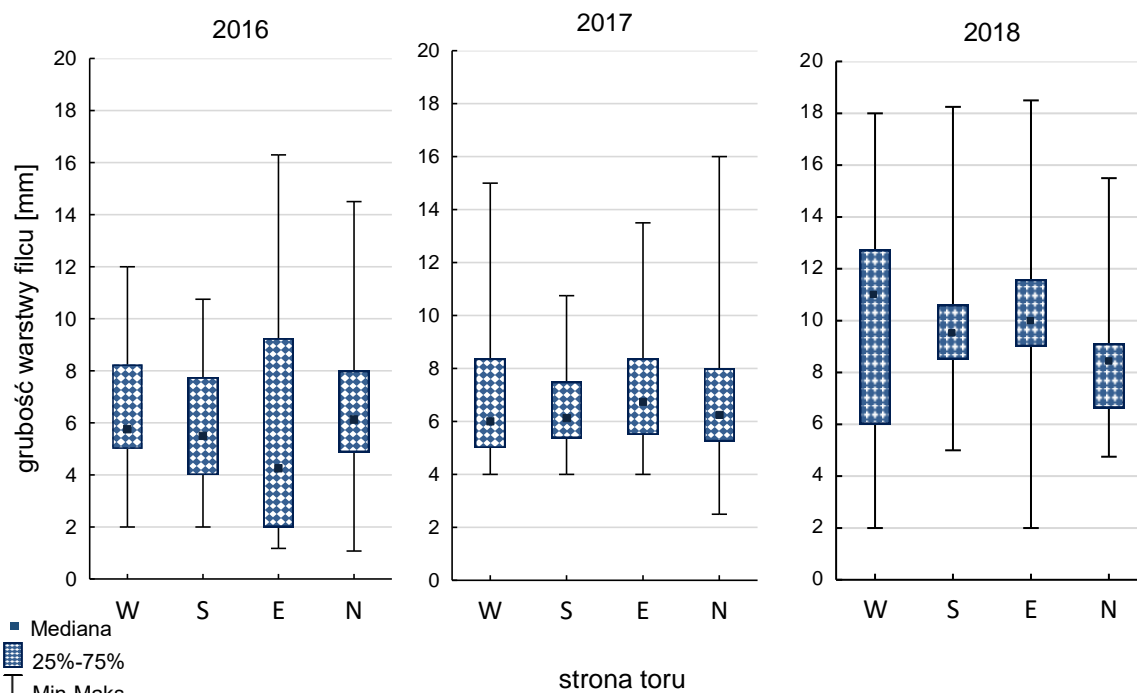
Zaobserwowano istotną zależność między grubością warstwy filcu, a odległością poletek od wewnętrznej krawędzi toru (B). Na poletkach doświadczalnych będących poniżej 10 metrów od kanatu warstwa wytwarzanego przez murawy filcu była wyższa, w stosunku do poletek zlokalizowanych powyżej 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru.

Tabela 37. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla grubości warstwy filcu, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	3,912330	0,2711	1,881895	0,5974	2,215995	0,006319
2017	0,750290	0,8613	0,834918	0,8411	1,622680	0,104659
2018	3,864670	0,2765	0,269207	0,9657	2,630600	0,008524

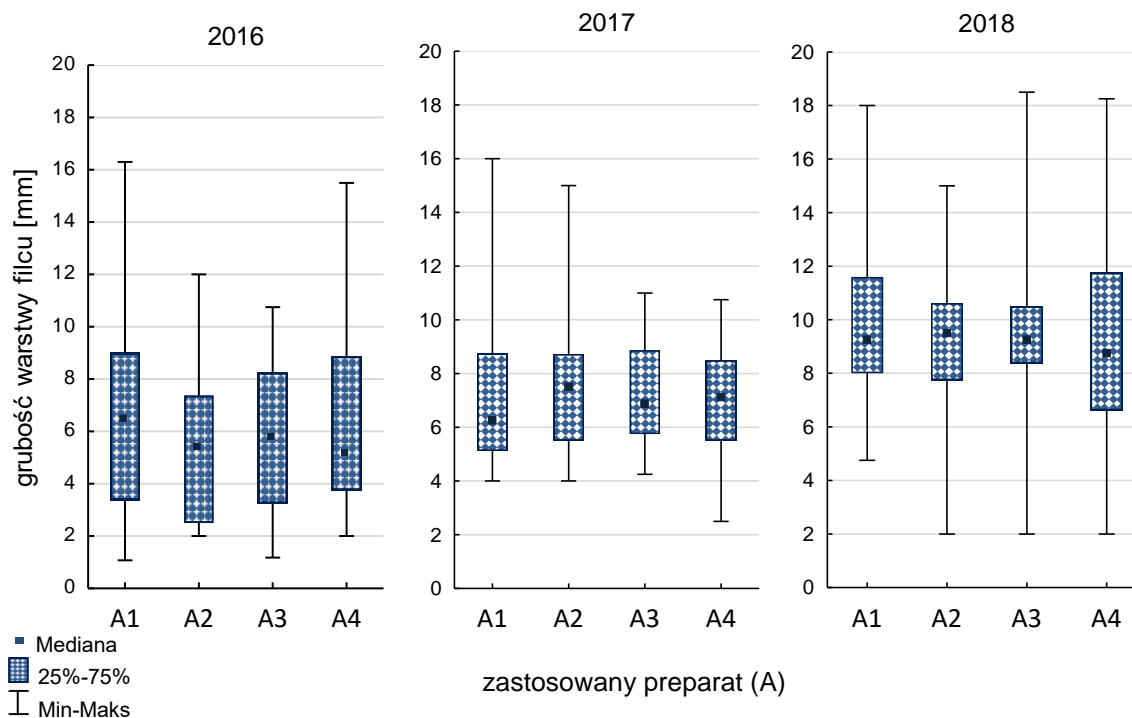
Analiza grubości warstwy filcu w poszczególnych latach badań (tab. 37), wykazała brak istotności w wartości parametru względem strony toru i zastosowanych preparatów (A). Odległości poletek od kanatu (B) istotnie wpływała na grubość warstwy filcu w pierwszym i ostatnim roku badań.





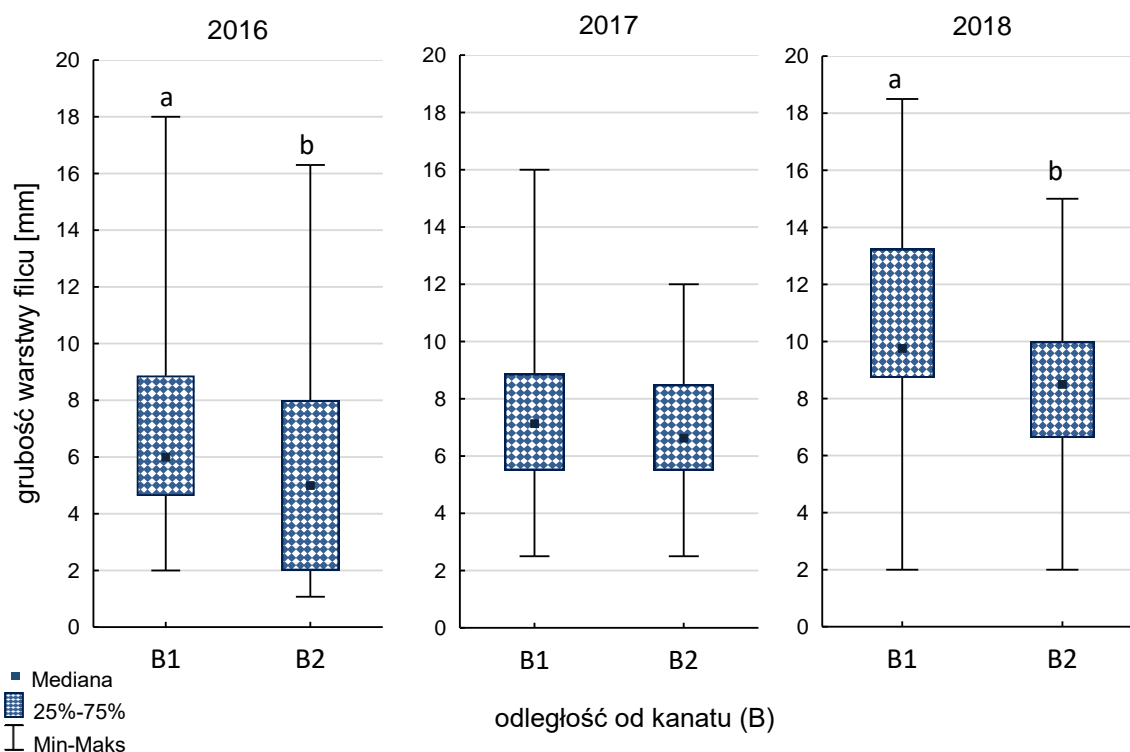
Rysunek 80. Grubość warstwy filcu w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

W żadnym roku badań nie wykazano istotnych różnic w grubości warstwy filcu względem stron toru wyścigowego (rys. 80). Największy zakres wartości notowano w 2018 roku, na stronach wschodniej (E) i zachodniej toru (W), z medianą wartości równą 10 mm i 11 mm.



Rysunek 81. Grubość warstwy filcu w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań

Grubość warstwy filcu nie była zależna od zastosowanego preparatu (A) (rys. 81). W pierwszych dwóch latach doświadczenia mediana wartości badanego parametru kształtowała się na podobnym poziomie (między 5-7 mm), natomiast w 2018 roku warstwa wytwarzanego przez murawy filcu była najwyższa, z medianą wartości bliską 10 mm, niezależnie od zastosowanego preparatu lub jego braku.

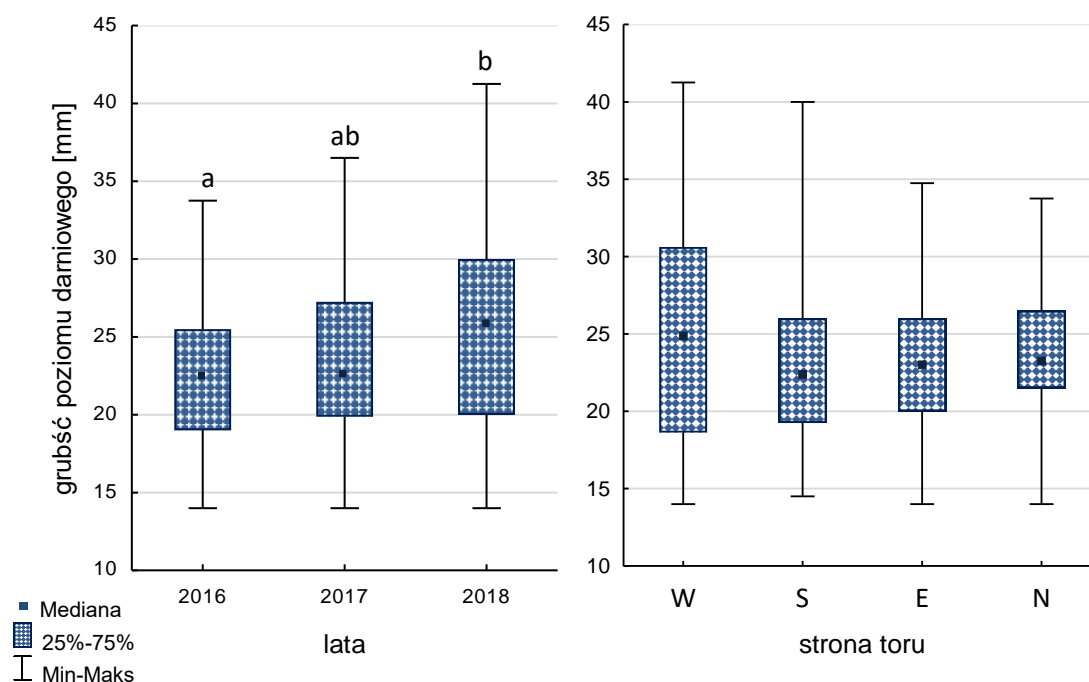


Rysunek 82. Grubość warstwy filcu w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

Analizując dane dotyczące odkładania filcu przez murawę wykazano, iż w 2016 i 2018 roku grubość warstwy filcu była zależna od odległości poletek od wewnętrznej krawędzi toru (rys. 82). W drugim roku badań nie odnotowano tej zależności. Jednak w każdym roku badań, na murawie w odległości do 10 metrów od kanatu wykazano odkładanie grubszej warstwy filcu w stosunku do odległości powyżej 10 metrów od kanatu.

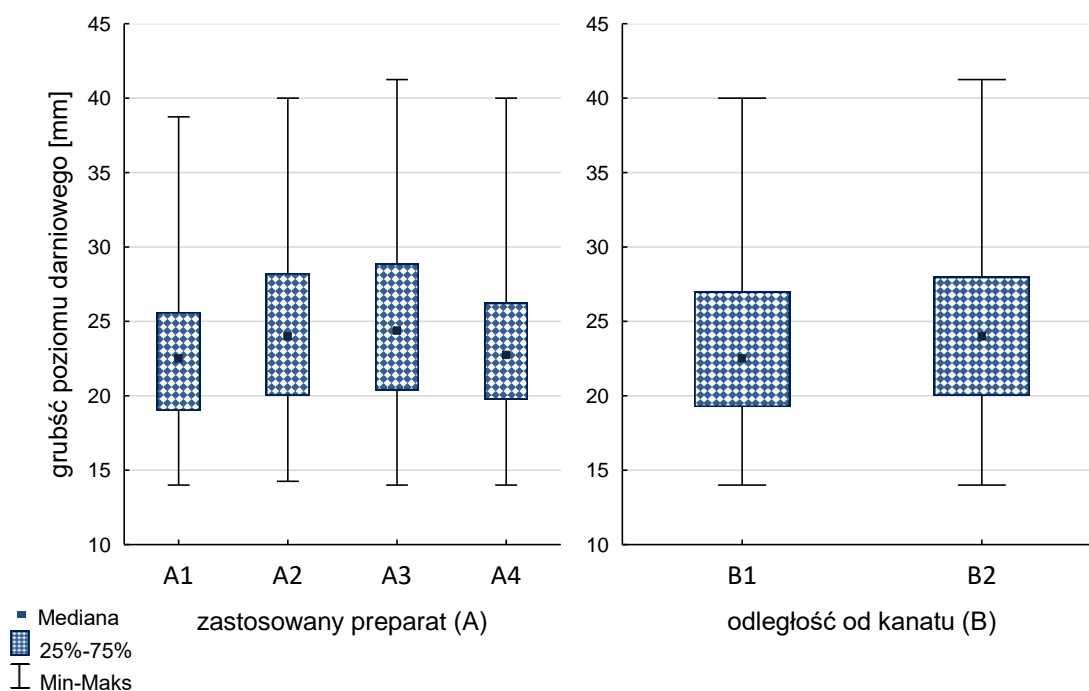
#### 4.4.2. Grubość poziomego darniowego

Wykazano istotny wpływ wybranych czynników na grubość poziomego darniowego będącego jednym ze wskaźników jakości darni w obszarze badanych poletek. Wartość badanej cechy była istotnie związana z terminem prowadzenia pomiarów.



Rysunek 83. Grubość poziomu darniowego w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

Analizując wartość grubości poziomu darniowego na przestrzeni całego okresu trwania doświadczenia wykazano istotne różnice parametru w zależności od roku badań (rys. 83). Istotna różnica dotyczyła pierwszego i ostatniego roku badań, przy czym w roku ostatnim odnotowano najgrubszy poziom darniowy. Nie wykazano istotnego wpływu strony toru na wartość badanej cechy.



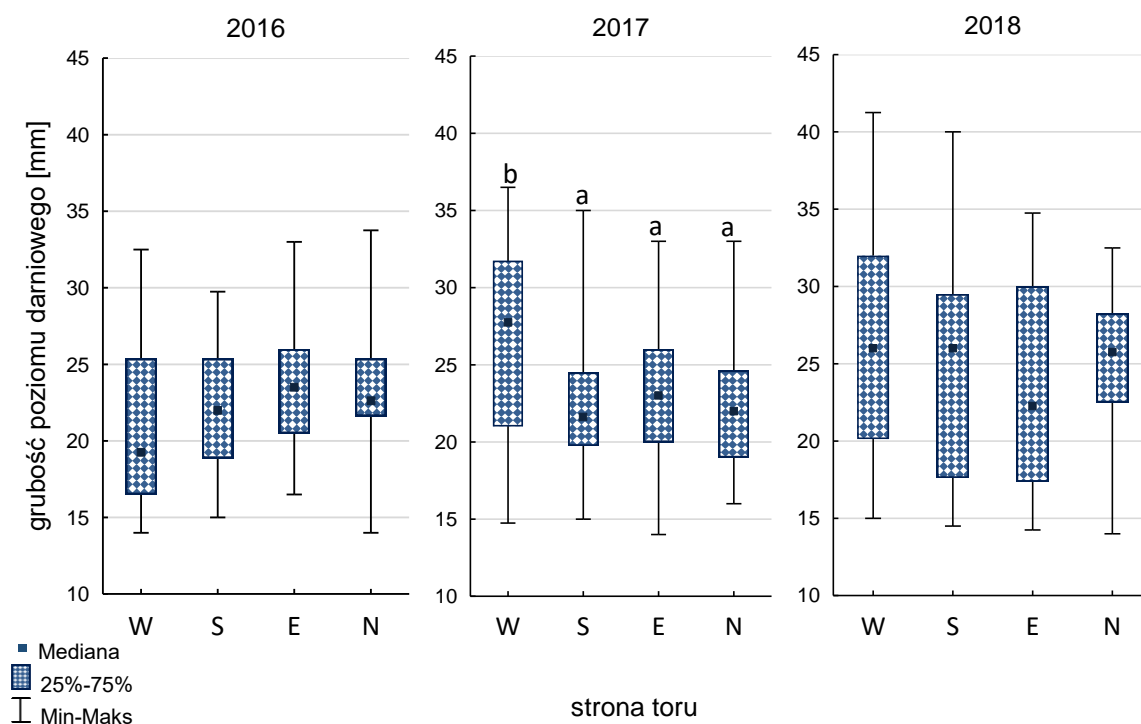
Rysunek 84. Grubość poziomu darniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B)

W całym okresie prowadzenia badań nie wykazano istotnych różnic w grubości poziomu darniowego w zależności od zastosowanego preparatu (rys. 84). Odległość od kanatu również nie wykazywała wpływu na kształtowanie się badanej cechy. Mediana i zakresy pomiarów dla obu czynników były zbliżone.

Tabela 38. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla grubości poziomu darniowego, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	6,649203	0,0840	3,511016	0,3193	-0,400309	0,688929
2017	11,04062	0,0115	0,972487	0,8079	-0,860187	0,389686
2018	3,767603	0,2877	4,086441	0,2523	-0,950733	0,341741

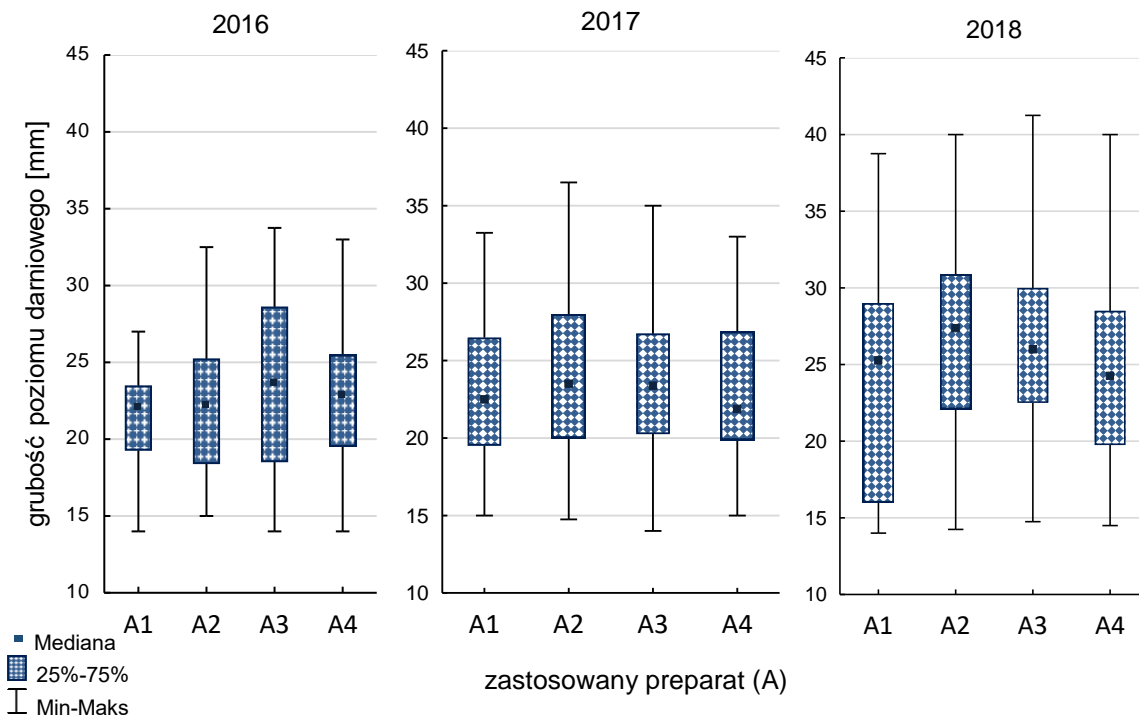
Wpływ czynników badawczych na grubość poziomu darniowego wykazano analizując poszczególne lata badań. W roku 2017 czynnikiem istotnie wpływającym na wartość badanego parametru była strona toru (tab. 38).



Rysunek 85. Grubość poziomu darniowego w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

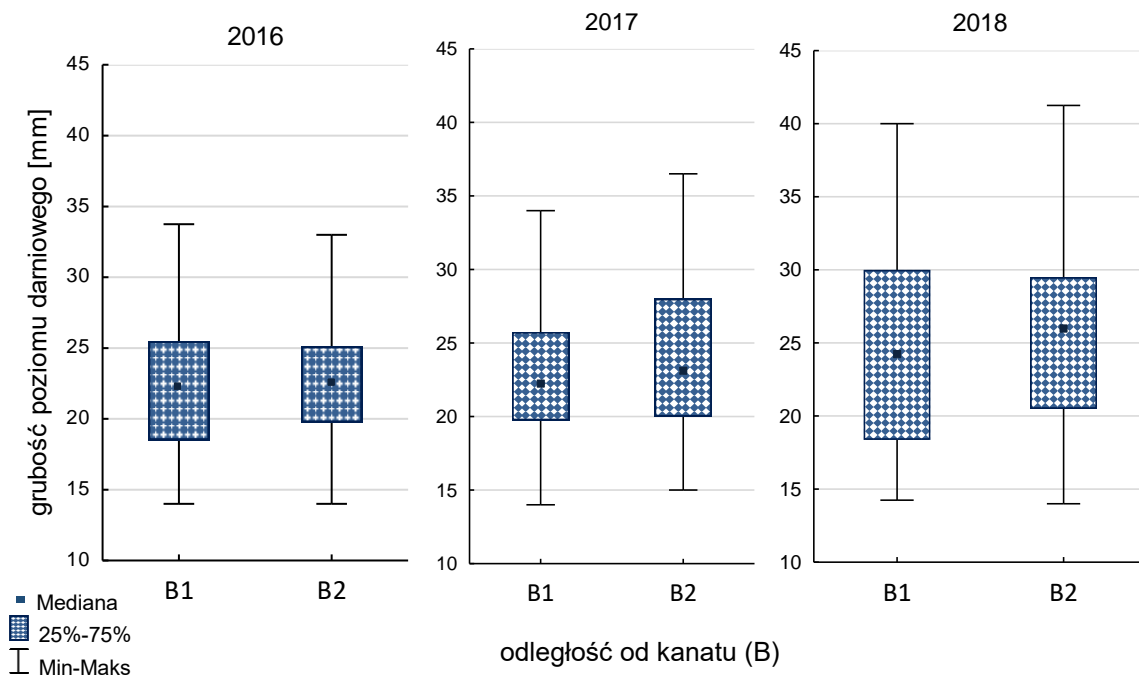
Strona toru wykazywała istotny wpływ na kształtowanie cechy w drugim roku badań (rys. 85). Grubość poziomu darniowego po stronie zachodniej toru była wyższa niż na pozostałych trzech stronach. Mediana wartości wynosiła w tym wypadku 28 mm podczas

gdy po stronach wschodniej, północnej i południowej oscylowała pomiędzy wartościami 22 i 23 mm. Nie wykazano istotnego wpływu strony toru w pierwszym i ostatnim roku badań.



Rysunek 86. Grubość poziomu darniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań

Analiza statystyczna danych z poszczególnych lat badań nie wykazała istotnego wpływu stosowanego preparatu na grubość poziomu darniowego w obrębie każdego roku.

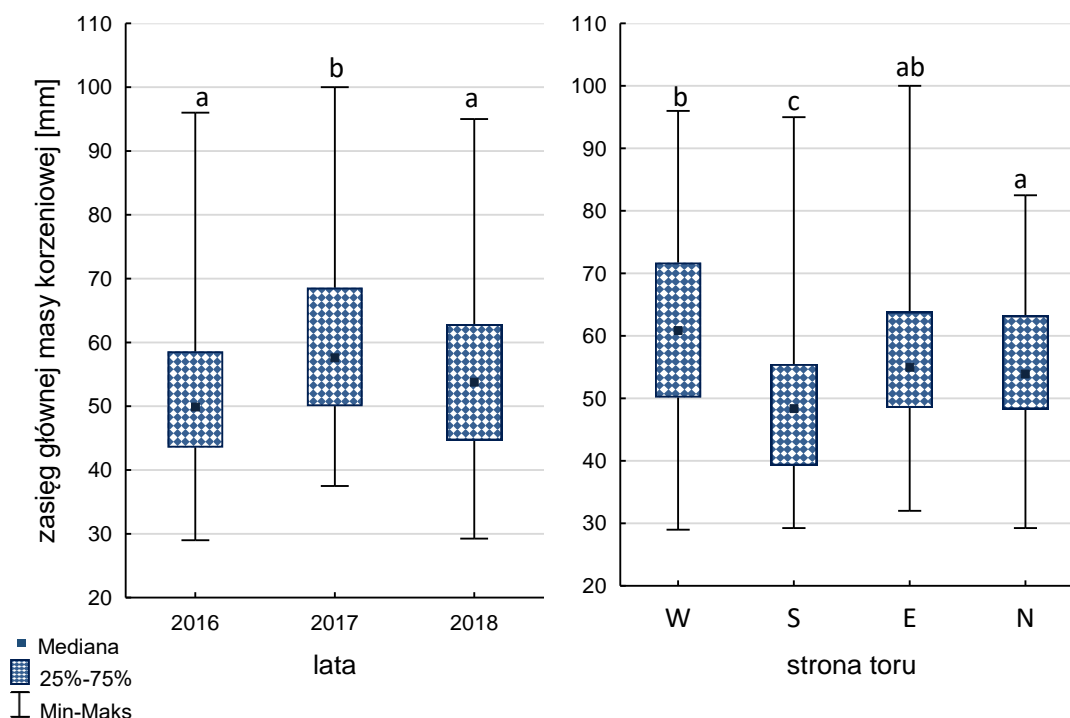


Rysunek 87. Grubość poziomu darniowego w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

Odległość poletek od kanatu była czynnikiem, który nie wykazał istotnego wpływu na grubość profilu darniowego w obrębie poszczególnych lat prowadzenia badań (rys. 87).

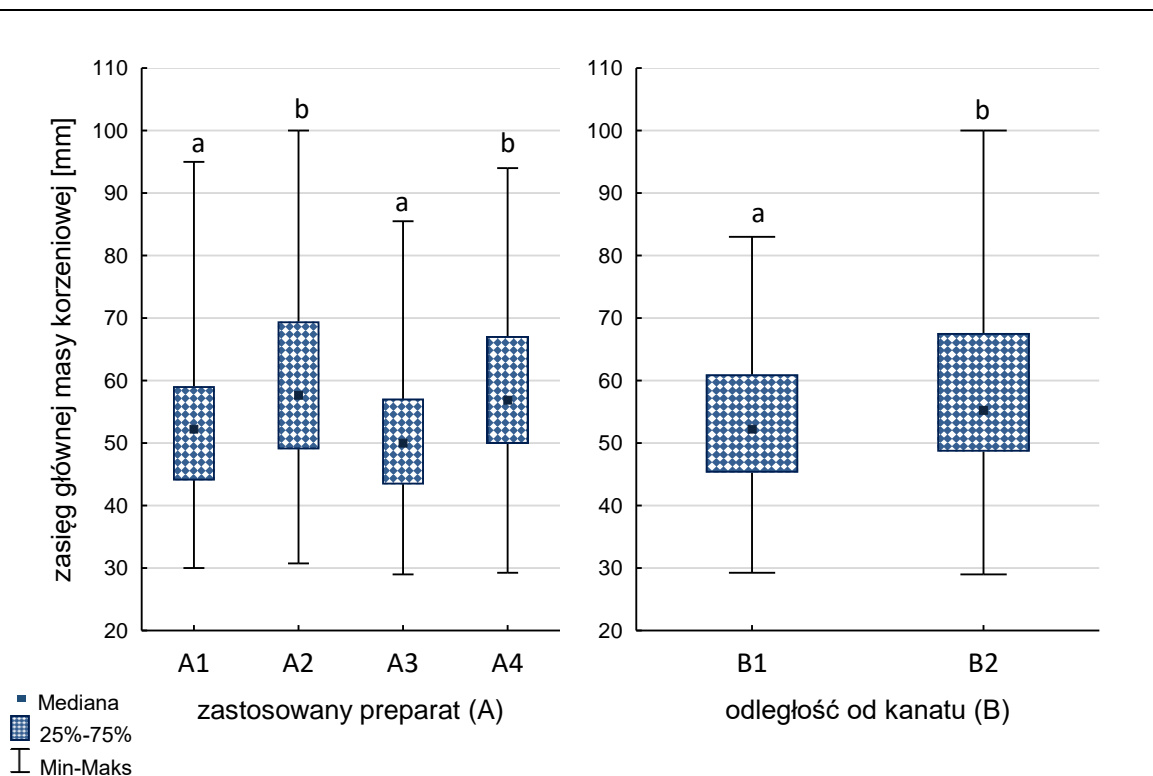
#### 4.4.3. Zasięg głównej masy korzeniowej

Zasięg głównej masy korzeniowej jest cechą w której wykazano istotny wpływ wszystkich czynników badawczych. Wartości parametru były zróżnicowane w całym okresie trwania doświadczenia jak i w poszczególnych jego latach.



Rysunek 88. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

Na przestrzeni całego okresu prowadzenia doświadczenia, wykazano istotny wpływ roku badań na zasięg głównej masy korzeniowej. Główna masa korzeniowa była zlokalizowana głębiej w drugim roku prowadzenia badań (rys. 88). Strona toru także wykazywała wpływ na wartości badanej cechy. Po stronie południowej (S) toru główna masa korzeniowa zalegała najpłycej, a wartość mediany wynosiła 49 mm.



Rysunek 89. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

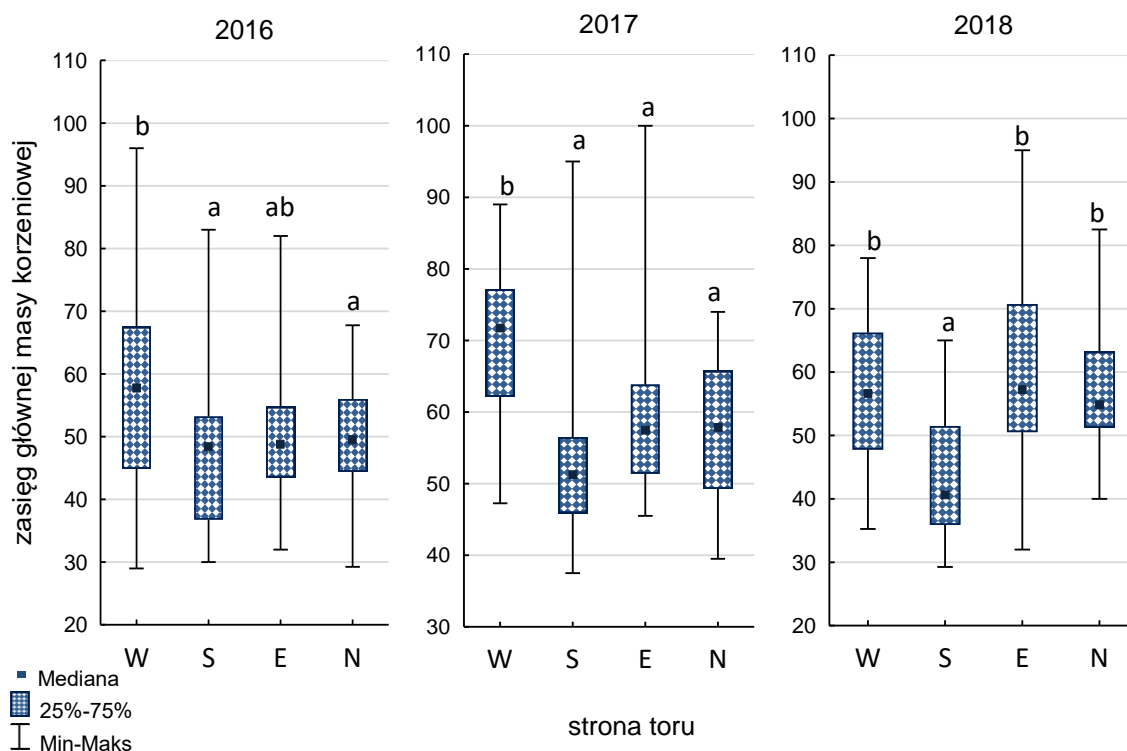
W całym okresie trwania doświadczenia wykazano istotny wpływ zastosowanych preparatów na głębokość zalegania głównej masy korzeniowej (rys. 89). Na poletkach, na których zastosowano biopreparat (A<sub>2</sub>) oraz biopreparat z haloizytem (A<sub>4</sub>) główna masa korzeniowa była zlokalizowana głębiej niż na poletkach kontrolnych (A<sub>1</sub>) i traktowanych haloizytem (A<sub>3</sub>).

Odległość od kanatu wykazywała istotny wpływ na kształtowanie się wartości cechy. Główna masa korzeniowa na poletkach zlokalizowanych po zewnętrznej stronie bieżni była umiejscowiona głębiej z mediana na poziomie 55 mm. Zakres wartości cechy dla tych poletek również był znacząco szerszy i sięgał od 29 do 100 mm.

Tabela 39. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla zasięgu głównej masy korzeniowej, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	11,87402	0,0477	3,425319	0,3306	-1,60838	0,107752
2017	28,67196	<0,001	12,09783	0,0071	-2,83476	0,046544
2018	25,44521	<0,001	17,50715	0,0006	-2,84666	0,044797

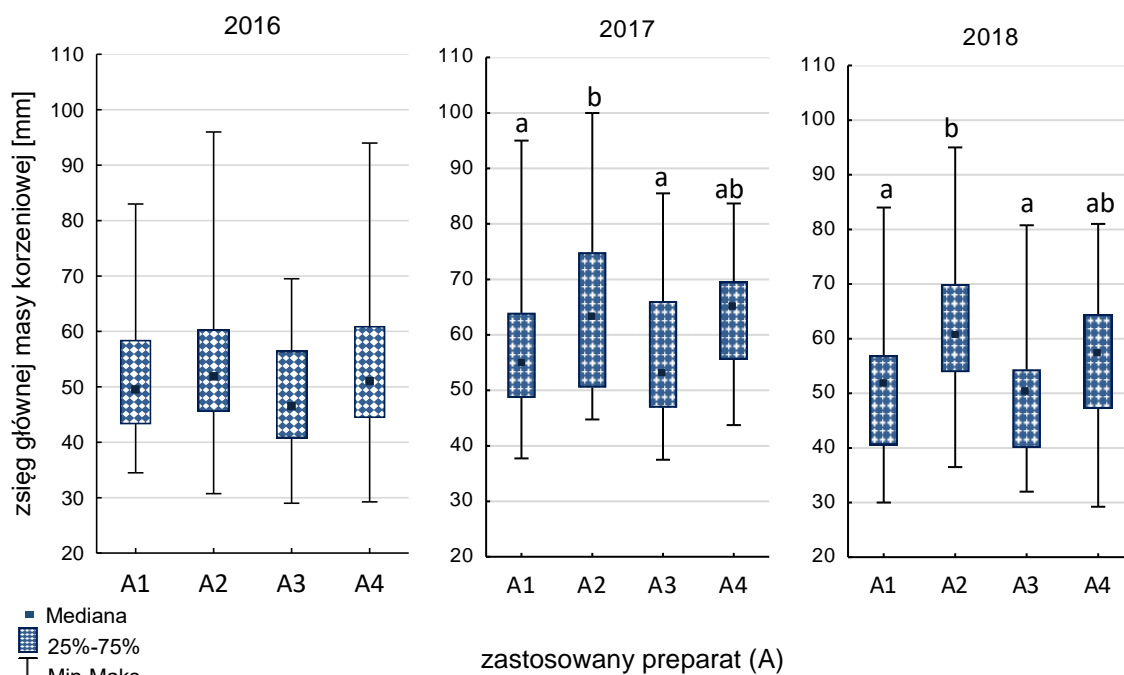
W okresie prowadzenia badań wykazano istotny wpływ czynników badawczych w obrębie poszczególnych lat badań na kształtowanie się zasięgu głównej masy korzeniowej (tab. 39). Jedynie w pierwszym roku badań zastosowany preparat oraz odległość od kanatu nie wpłynęły istotnie na kształtowanie tego parametru.



Rysunek 90. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

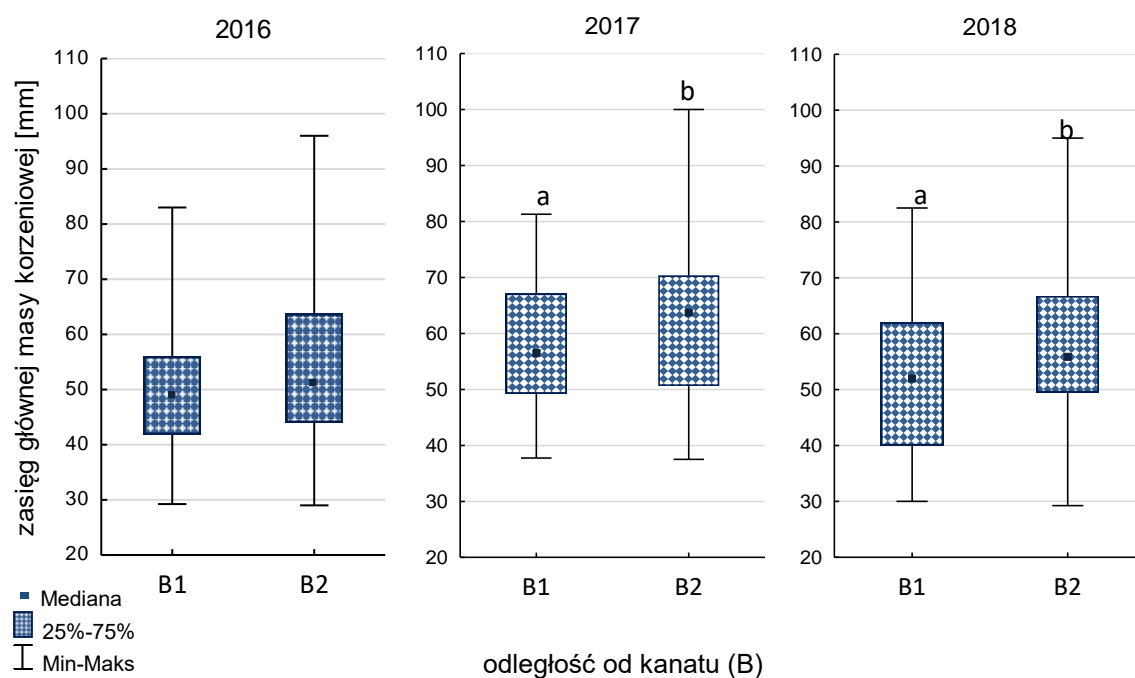
Analizując wpływ strony toru w poszczególnych latach badań na głębokość głównej masy korzeniowej wykazano jej istotny wpływ. W pierwszych dwóch latach badań głębiej zalegała główna masa korzeniowa po zachodniej (W) stronie toru (rys. 90), w stosunku do pozostałych stron. W ostatnim roku badań znacząco płycej, od pozostałych, zalegała główna masa korzeniowa murawy po stronie południowej (S) toru. Mediana wartości w tym przypadku wynosiła 41 mm a zakres wartości cechy 29 do 65 mm.





Rysunek 91. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań

W drugim i trzecim roku badań wykazano istotny wpływ zastosowanego preparatu na zasięg głównej masy korzeniowej (rys. 91). W obydwu latach zastosowanie biopreparatu (B) znacząco zwiększyło wartość cechy, a główna masa korzeniowa sięgała najgłębiej. Mediana tej cechy, w latach 2017 i 2018, wynosiła odpowiednio 64 i 61 mm. Podczas oceny tej cechy zastosowanie samego biopreparatu (A<sub>2</sub>) okazało się skuteczniejsze niż zastosowanie jego połączenia z haloizytem (A<sub>4</sub>).

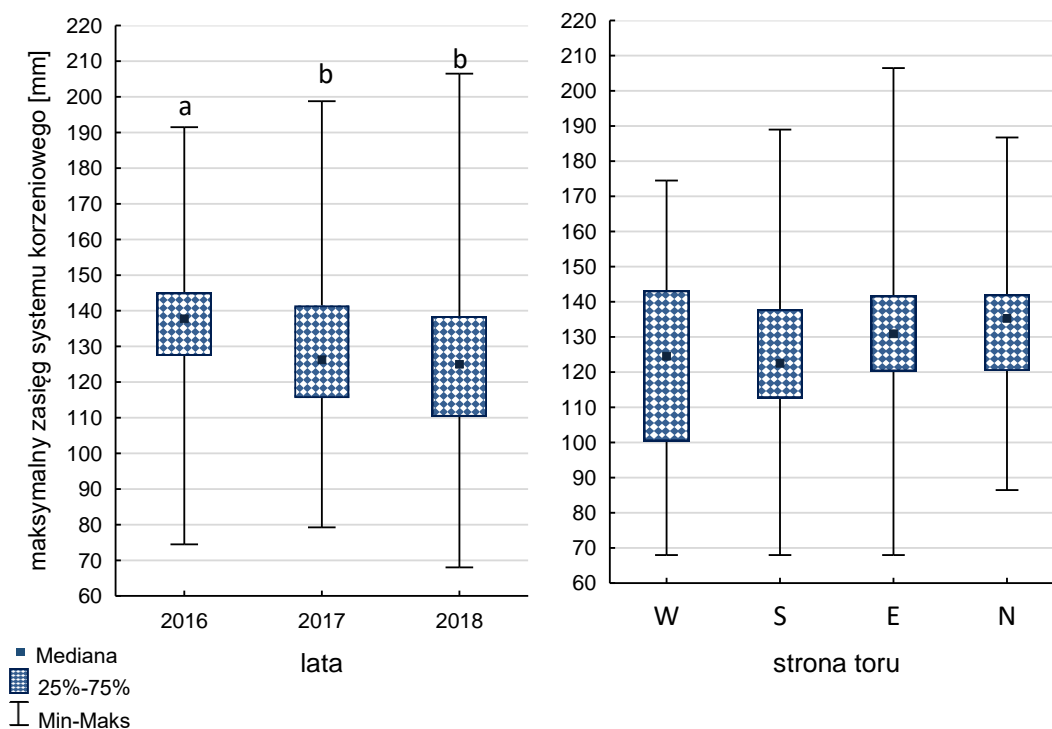


Rysunek 92. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

W latach 2017 i 2018 wykazano istotny związek pomiędzy odległością od kanatu a zasięgiem głównej masy korzeniowej (rys. 92). Większym zasięgiem charakteryzowała się murawa zlokalizowana w odległości powyżej 10 m do kanatu (B<sub>2</sub>). Minimalny zasięg głównej masy korzeniowej po obu stronach bieżni, w opisywanych latach, była taki sam. Główna masa korzeniowa sięgała głębiej po stronie zewnętrznej, osiągając głębokość 100 mm w roku 2017 i 95 mm w roku 2018.

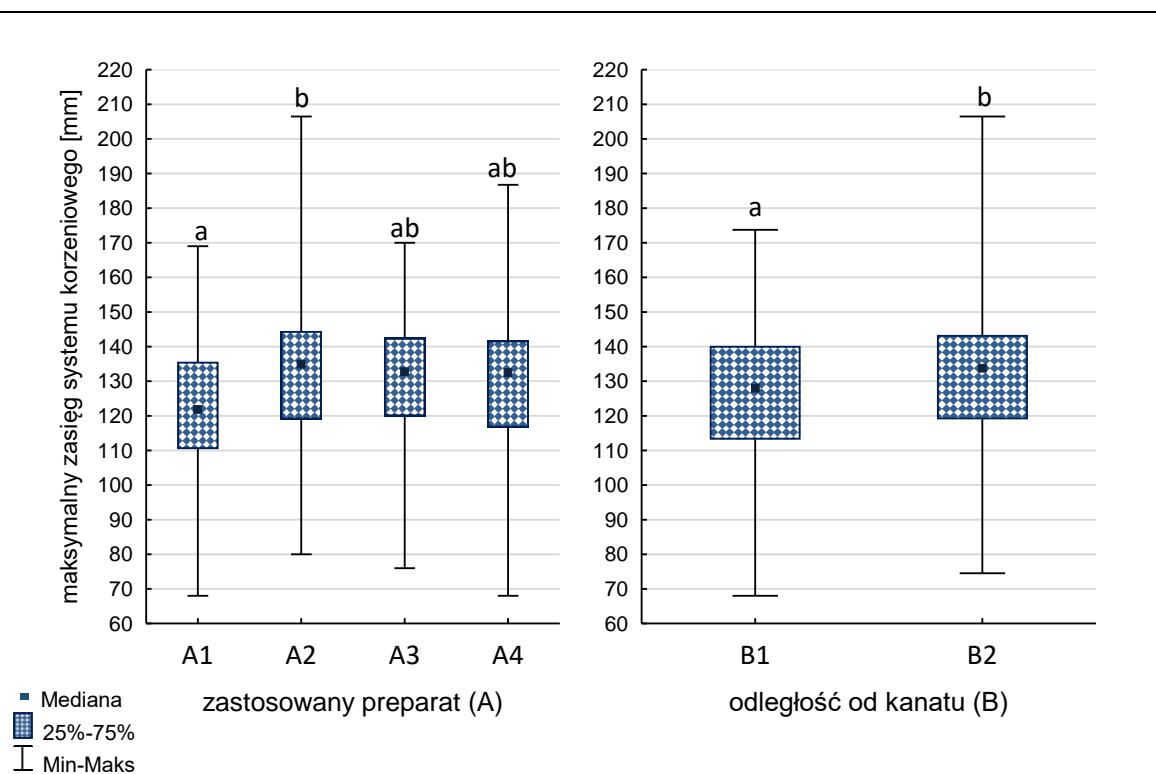
#### 4.4.4. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego

Analizując dane dotyczące najgłębszego zasięgu systemu korzeniowego wykazano różnice w pierwszym roku badań względem kolejnych dwóch lat prowadzenia doświadczenia. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego kształtował się zmiennie w odniesieniu do zastosowanych preparatów oraz odległości od kanatu.



Rysunek 93. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

W 2018 roku murawa charakteryzowała się największym zasięgiem systemu korzeniowego, sięgającym 205 mm (rys. 93). Według mediany wartości wszystkich pomiarów najgłębiej korzeniła się murawa w 2016 roku. Analizując wyniki z całego okresu badań strona toru nie wpływała istotnie na różnice w maksymalnym zasięgu systemu korzeniowego traw. Mediana ocen tego parametru oscylowała w granicach 123 mm do 135 mm.



Rysunek 94. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

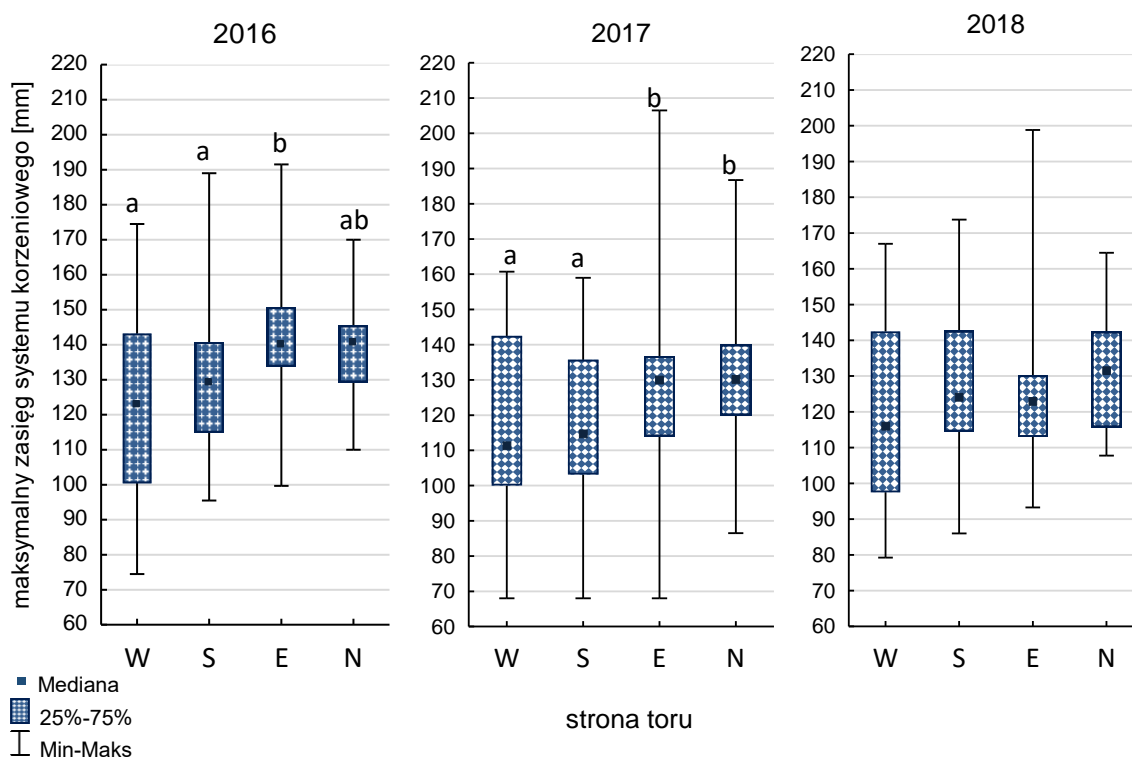
Rozpatrując trzyletnie wyniki badań, maksymalny zasięg systemu korzeniowego, kształtował się zmiennie, względem zastosowanych preparatów (rys. 94). Najgłębiej korzeniła się murawa po zastosowaniu biopreparatu (A<sub>2</sub>), najpłycej na poletkach kontrolnych. Jednak analizując zmienną w poszczególnych latach badań nie wykazano istotnych zależności w maksymalnym zasięgu korzeni, a stosowanym preparatem (tab. 40). Odległość od kanatu miała istotny wpływ na maksymalny zasięg systemu korzeniowego, najgłębiej korzeniły się trawy w odległości powyżej 10 metrów od kanatu.

Tabela 40. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla maksymalnego zasięgu systemu korzeniowego, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystyczne ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	p	H	p	Z	p
2016	10,27532	0,0465	7,228399	0,0650	-2,26365	0,023596
2017	8,868344	0,0487	6,418736	0,0929	-1,30100	0,193258
2018	3,538718	0,3158	5,684779	0,1280	-2,61630	0,008889

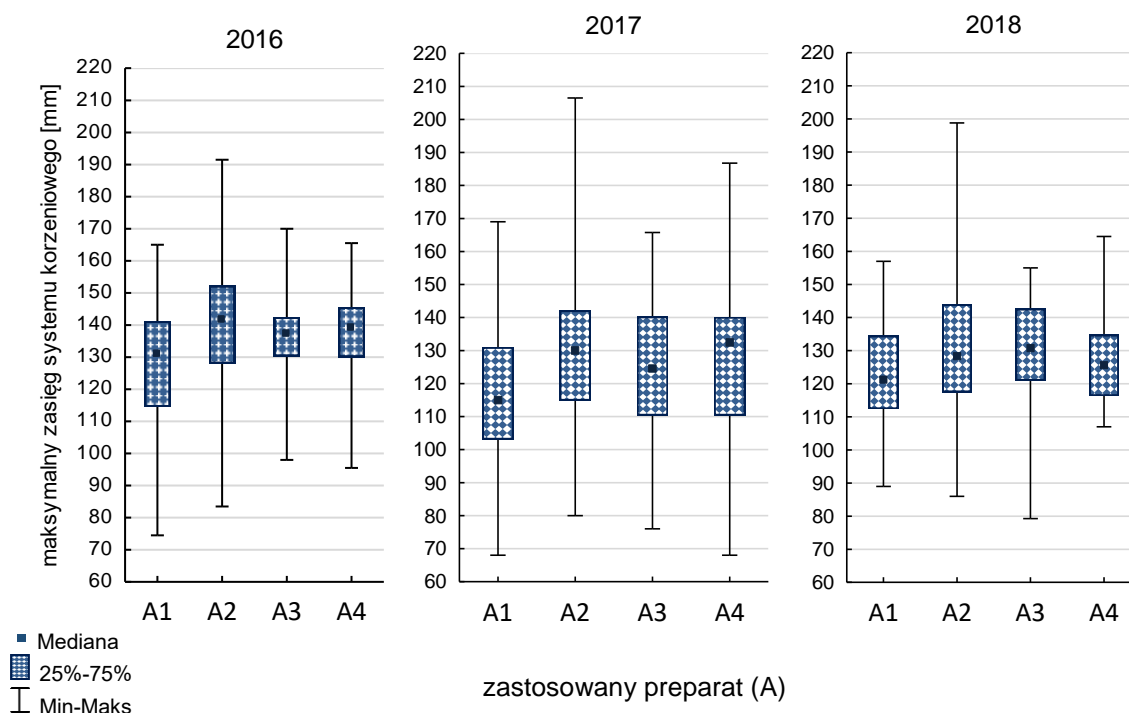
W pierwszym roku badań istotny wpływ na maksymalny zasięg systemu korzeniowego miała strona toru oraz odległość od kanatu. W drugim roku badań, strona toru wpłynęła istotnie na różnice w ocenie badanego parametru. W 2018 roku odnotowano istotne

różnice w maksymalnym zasięgu korzeni względem odległości poletek od wewnętrznej krawędzi toru (B).



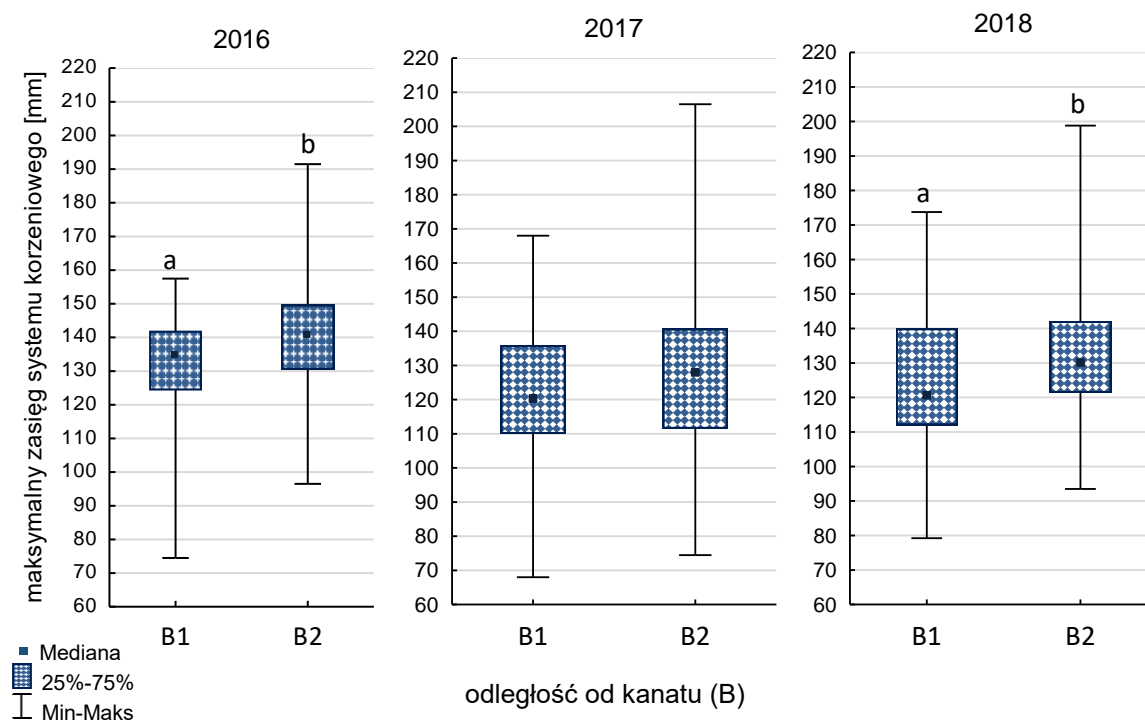
*Rysunek 95. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do strony toru wycięgowego, w poszczególnych latach badań*

W każdym roku badań, murawa budująca stronę wschodnią (E) bieżni odznaczała się najgłębszym maksymalnym zasięgiem systemu korzeniowego (rys. 95). Istotne różnice wykazano w pierwszym i drugim roku prowadzenia doświadczenia. W 2016 roku istotnie najgłębiej korzeniła się murawa po stronie wschodniej bieżni, natomiast w 2017 roku istotne różnice wykazano między stronami wschodnią (E) i północną (N), a stronami zachodnią (W) i południową (S) bieżni. W 2018 roku nie wykazano istotnych różnic w maksymalnym zasięgu systemu korzeniowego względem stron toru.



Rysunek 96. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) w poszczególnych latach badań

W poszczególnych latach badań nie wykazano istotnego wpływu stosowanych preparatów na wartość maksymalnego zasięgu systemu korzeniowego (rys. 96). Mediana wartości analizowanej cechy osiągała zbliżoną wartość we wszystkich latach obserwacji, niezależnie od stosowanych preparatów.

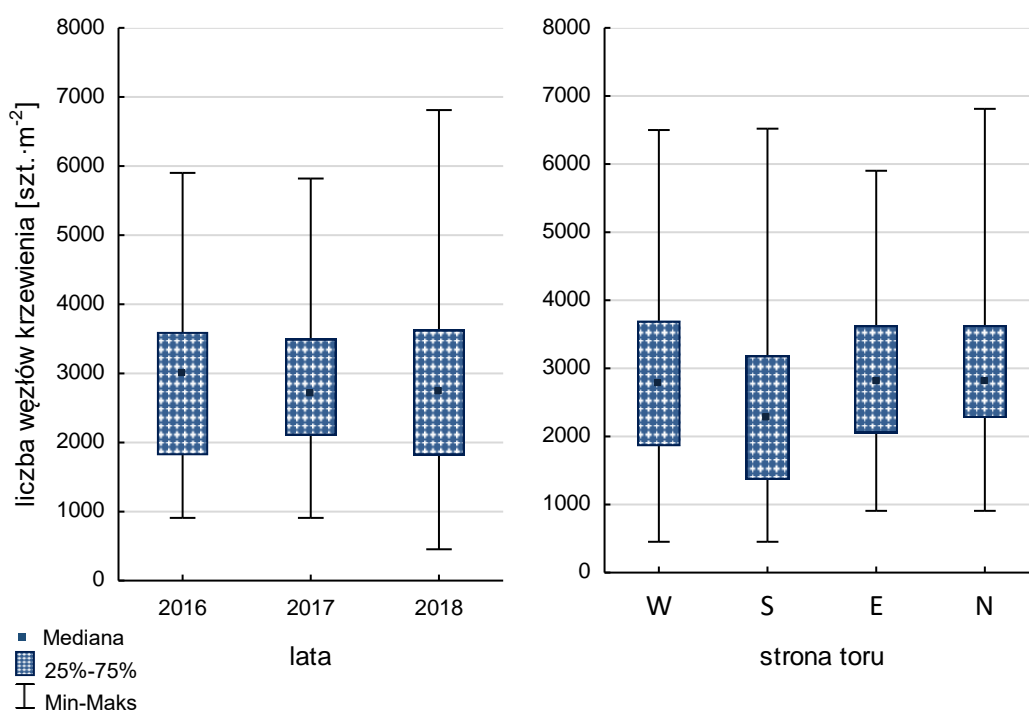


Rysunek 97. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

W każdym roku badań, najgłębiej krzewiły się murawy w odległości powyżej 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru (B). Natomiast istotne różnice względem tego czynnika wykazano w pierwszym i ostatnim roku badań (rys. 97).

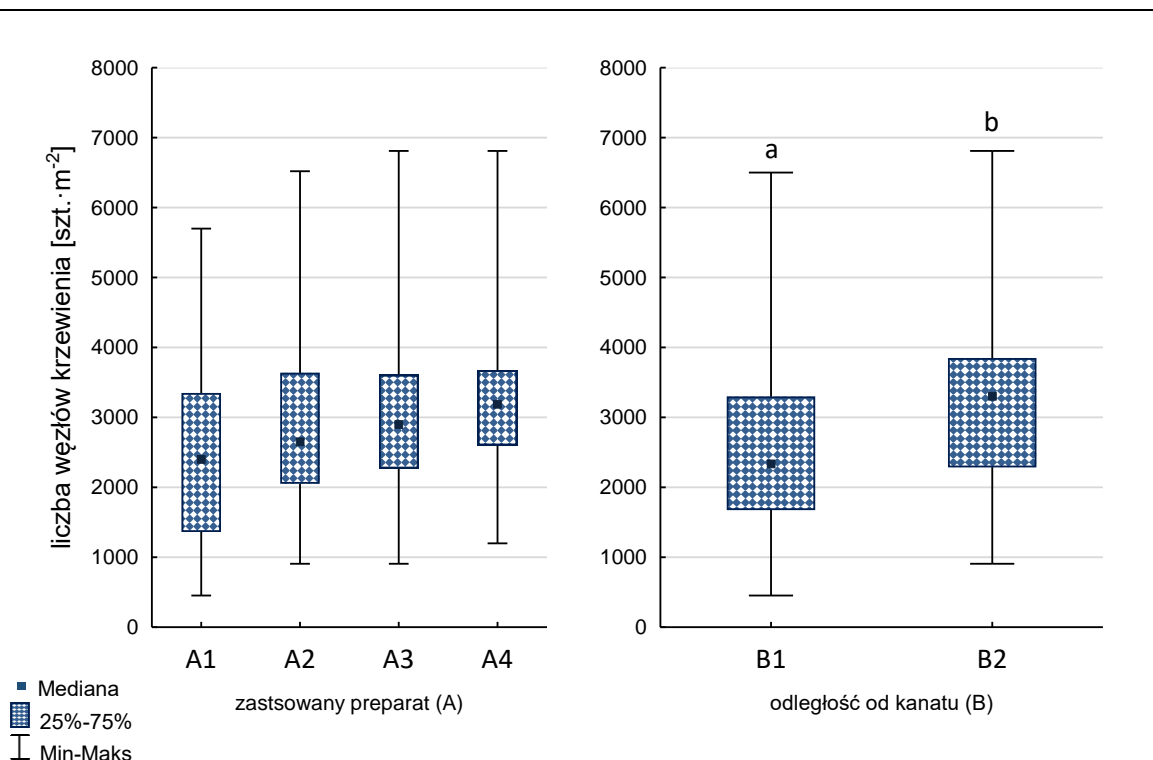
#### 4.4.5. Liczba węzłów krzewienia

Liczba węzłów krzewienia, w okresie prowadzenia badań nie wykazywała istotnych zależności względem większości badanych czynników. Jedynie w pierwszych dwóch latach prowadzenia doświadczenia liczba węzłów krzewienia była zależna od odległości od kanatu, a w ostatnim roku badań od położenia poletek względem stron toru.



Rysunek 98. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

W odniesieniu do całego, trzyletniego okresu prowadzenia badań, zarówno rok ich prowadzenia jak i strona toru nie miały istotnego wpływu na kształtowanie liczby węzłów krzewienia w obszarze badanych poletek (rys. 98). W roku 2018 odnotowano największy zakres liczby węzłów krzewienia.



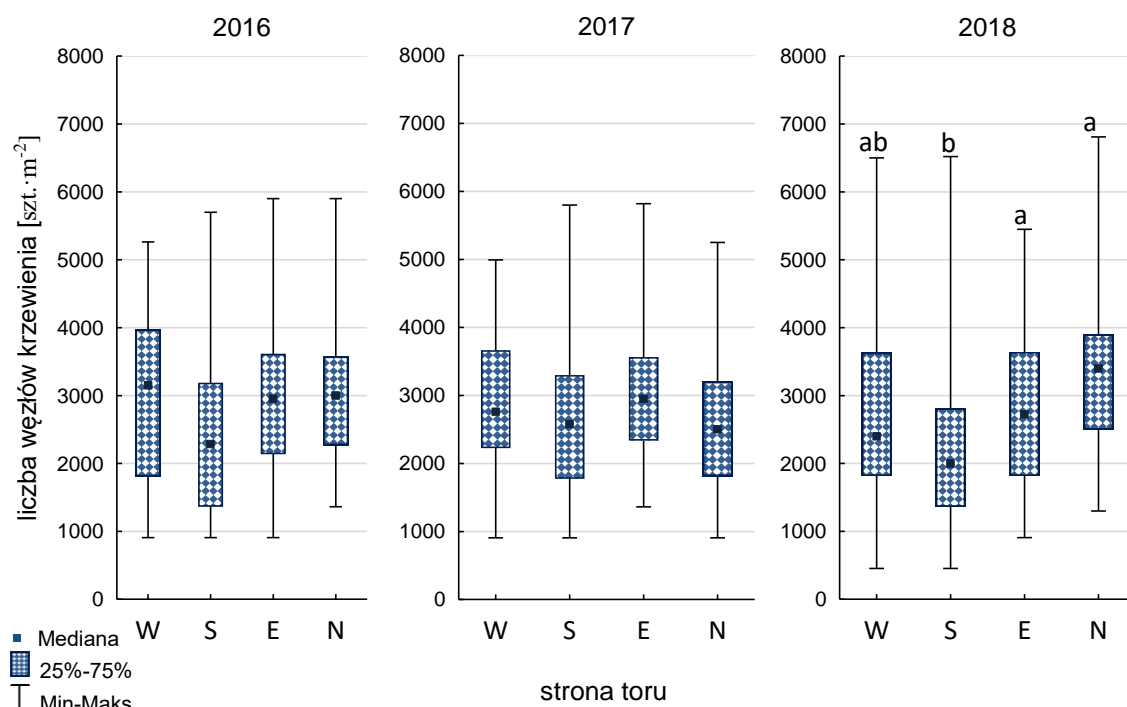
Rysunek 99. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

Nie wykazano istotnego wpływu zastosowanego preparatu na liczbę węzłów krzewienia w odniesieniu do całego okresu doświadczenia (rys. 99). Mediana dla poszczególnych kombinacji kształtowała się w zakresie 2400 do 3200 węzłów na 1m<sup>2</sup>. Odległość od kanatu wykazywała istotny wpływ na liczbę węzłów krzewienia. Ich liczba była większa po zewnętrznej stronie toru, mediana wartości dla poszczególnych odległości była równa kolejno 2300 i 3300 węzłów krzewienia

Tabela 41. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby węzłów krzewienia, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystyczne ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

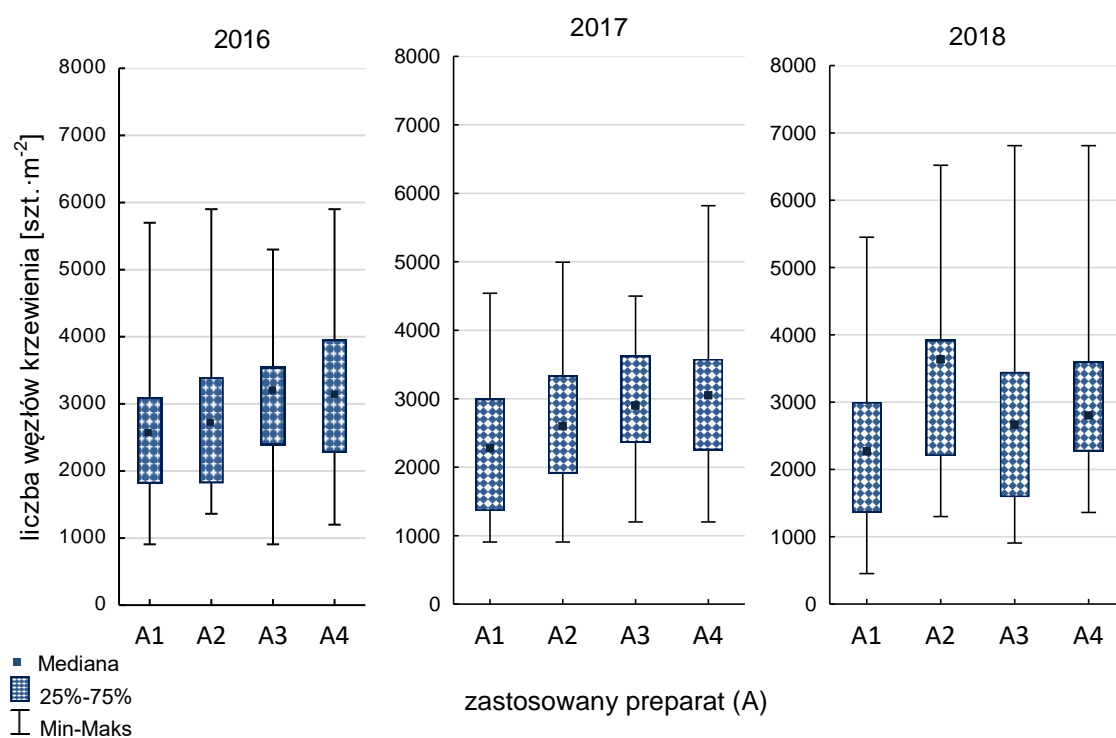
Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	5,609506	0,1322	3,542539	0,3327	-3,37641	0,000734
2017	3,507470	0,3198	7,518800	0,0571	-2,33513	0,019537
2018	12,83973	0,0450	8,027240	0,0526	-1,46723	0,142315

Na liczbę węzłów krzewienia w obrębie badanych poletek miały wpływ dwa czynniki. W latach 2016 i 2017 była to odległość od kanatu (tab. 41), w ostatnim roku badań strona toru wykazała istotny wpływ na wartości tej cechy.



Rysunek 100. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

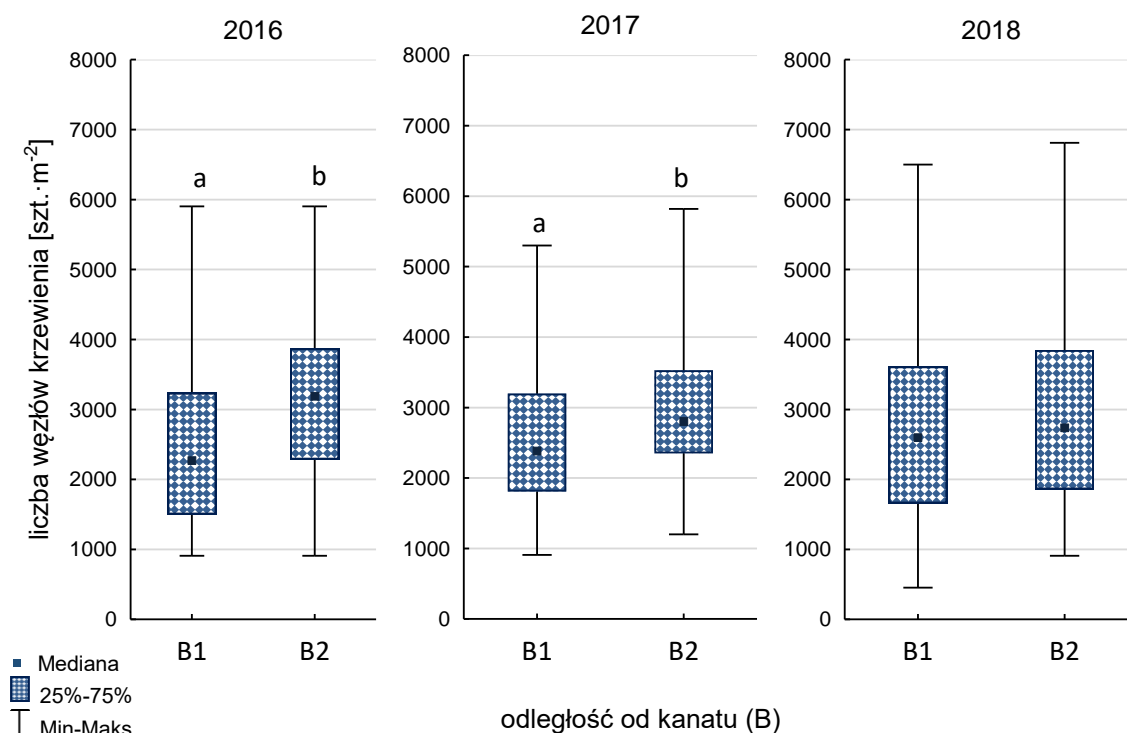
W roku 2018 na murawie budującej południową (S) stronę bieżni odnotowano istotnie mniejszą liczbę węzłów krzewienia w stosunku do pozostałych stron (rys. 100). Zakres pomiarów w tej kombinacji był szeroki i sięgał od 500 do 6500 węzłów na 1 m<sup>2</sup> lecz mediana wyników wynosiła jedynie 2000 sztuk węzłów na 1 m<sup>2</sup>.



Rysunek 101. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań



W poszczególnych latach badań nie wykazano istotnego wpływu zastosowanego preparatu na liczbę węzłów krzewienia (rys. 101). Najczęściej odnotowywaną liczbą węzłów była wartość zbliżona do 3000 sztuk na 1 m<sup>2</sup>.

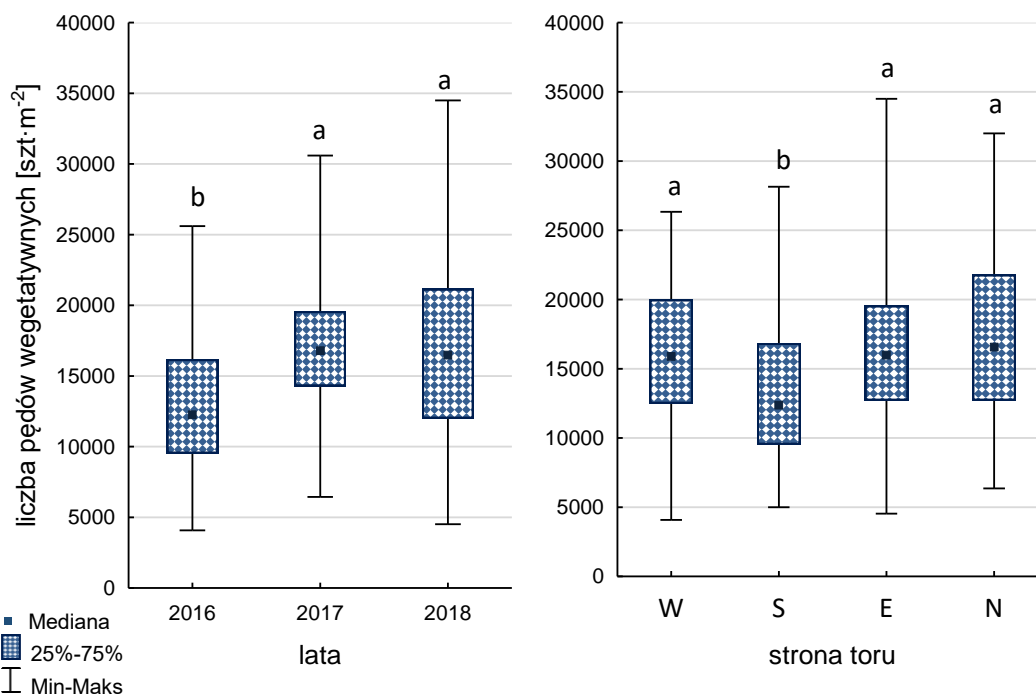


Rysunek 102. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

W pierwszych dwóch latach badań liczba węzłów krzewienia była istotnie zależna od odległości od kanatu (rys. 102). W roku 2016 mediana oceny na poletkach powyżej 10 metrów od kanatu była większa o 900 sztuk i wynosiła 3300 węzłów. W kolejnym roku liczba węzłów krzewienia na zewnętrznej części bieżni zmniejszyła się spadając do 2800 na 1 m<sup>2</sup>, różnica nadal była istotna.

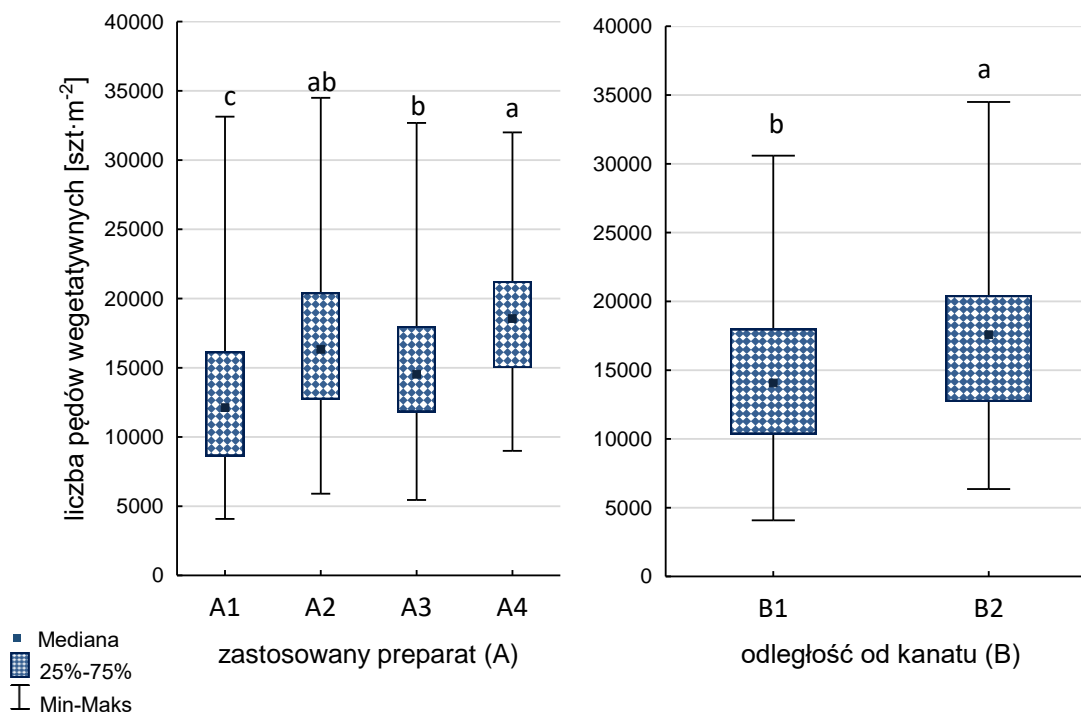
#### 4.4.6. Liczba pędów wegetatywnych

Liczba pędów wegetatywnych to parametr, który był istotnie modyfikowany przez badane czynniki. W ujęciu trzyletnim modyfikowały go wszystkie badane czynniki. Odnotowano także wpływ poszczególnych zmiennych w określonych badaniach.



Rysunek 103. Liczba pędów w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

Uwzględniając pełen okres badań wykazano istotny wpływ poszczególnych lat na kształtowanie liczby pędów wegetatywnych (rys. 103). W pierwszym roku badań wartość tego parametru była istotnie niższa niż w latach kolejnych, w których mediana liczby pędów przekroczyła 15000 sztuk na 1 m<sup>2</sup>. Na murawie położonej w południowej (S) części toru odnotowano istotnie niższą wartość tego parametru.



Rysunek 104. Liczba pędów w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

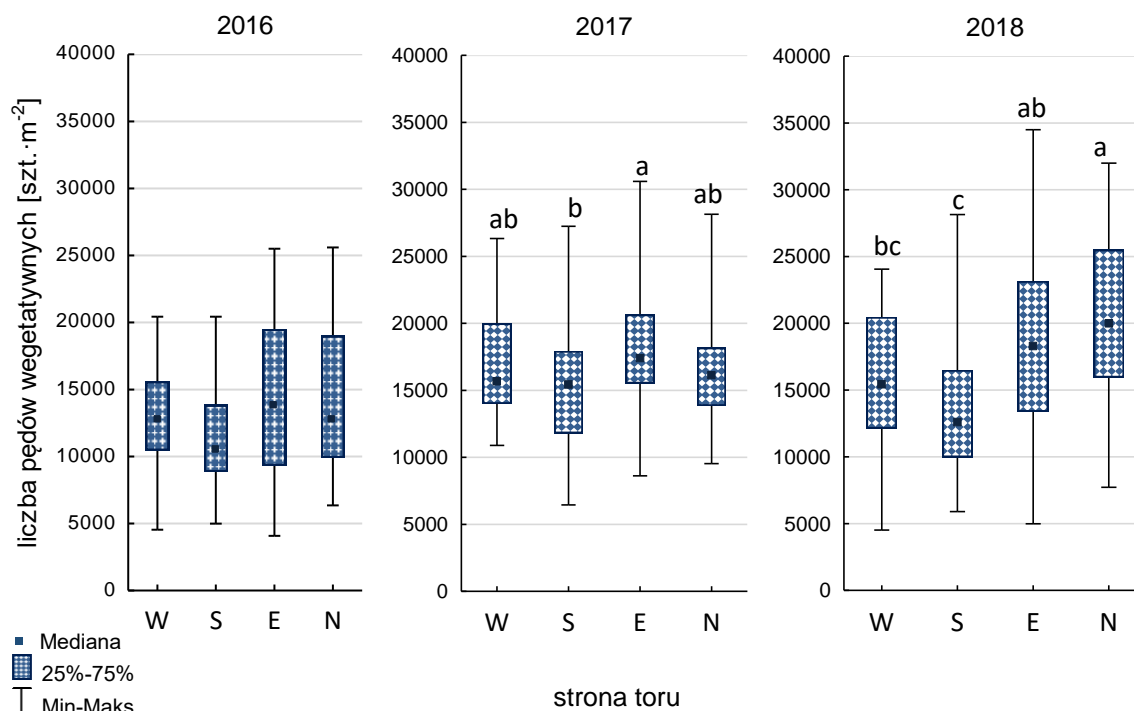
Rozpatrując trzyletni okres badań wykazano, że czynnik A – stosowany preparat istotnie wpłynął na liczbę pędów wegetatywnych. Najmniejszą liczbą pędów charakteryzowały się poletka kontrolne (A<sub>1</sub>) (rys. 104), natomiast największa te traktowane połączeniem biopreparatu i haloizytu (A<sub>4</sub>). Pozostałe kombinacje wykazywały wartości pośrednie, istotnie wyższe od kontroli.

Istotnie większą liczbę pędów odnotowano także rozpatrując czynnik B – odległość od kanatu. W okresie prowadzenia doświadczenia, poletka położone w odległości powyżej 10 metrów od kanatu posiadały istotnie większą liczbę pędów wegetatywnych.

*Tabela 42. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby pędów, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym*

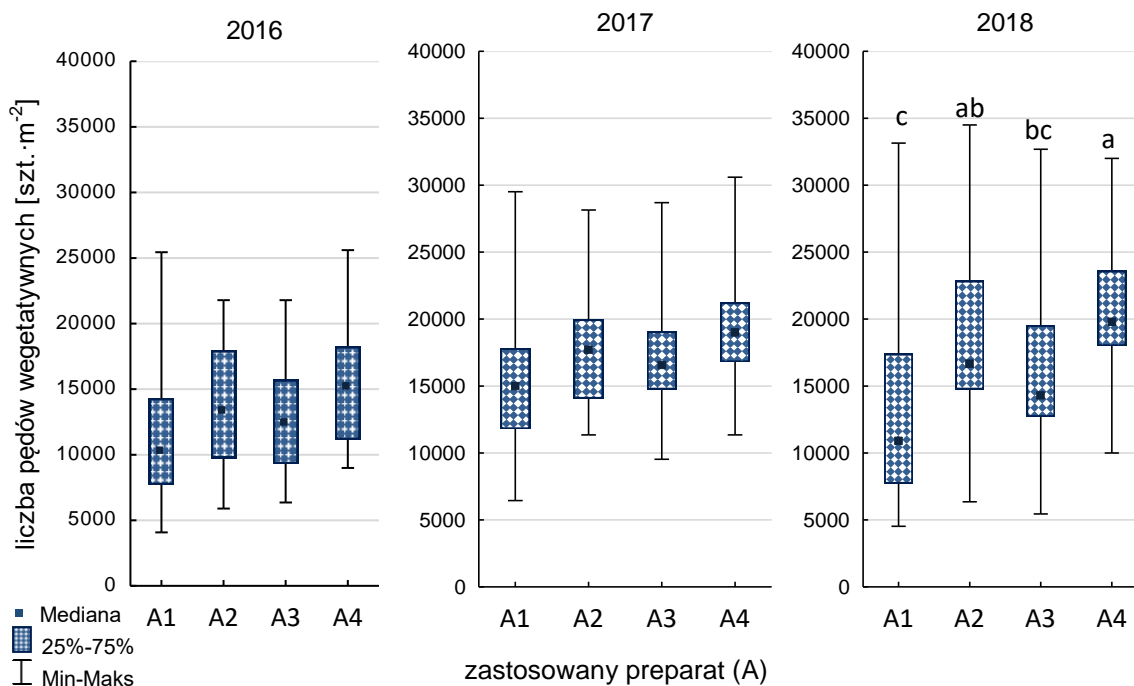
Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	5,690380	0,1277	5,529171	0,1427	-3,20724	<b>0,001340</b>
2017	11,76531	<b>0,0082</b>	6,254193	0,0764	-2,43759	<b>0,014786</b>
2018	21,24899	<b>&lt;0,001</b>	22,85970	<b>&lt;0,001</b>	-3,37880	<b>0,000728</b>

W poszczególnych latach badań określone czynniki wpływały istotnie na kształtowanie się liczby pędów traw. W każdym roku badań odległość od kanatu była czynnikiem determinującym wartość tego parametru (tab. 42). W ostatnim roku badań zastosowany preparat wpłynął istotnie na liczbę pędów. Strona toru wykazała istotny wpływ w drugim i trzecim roku badań.



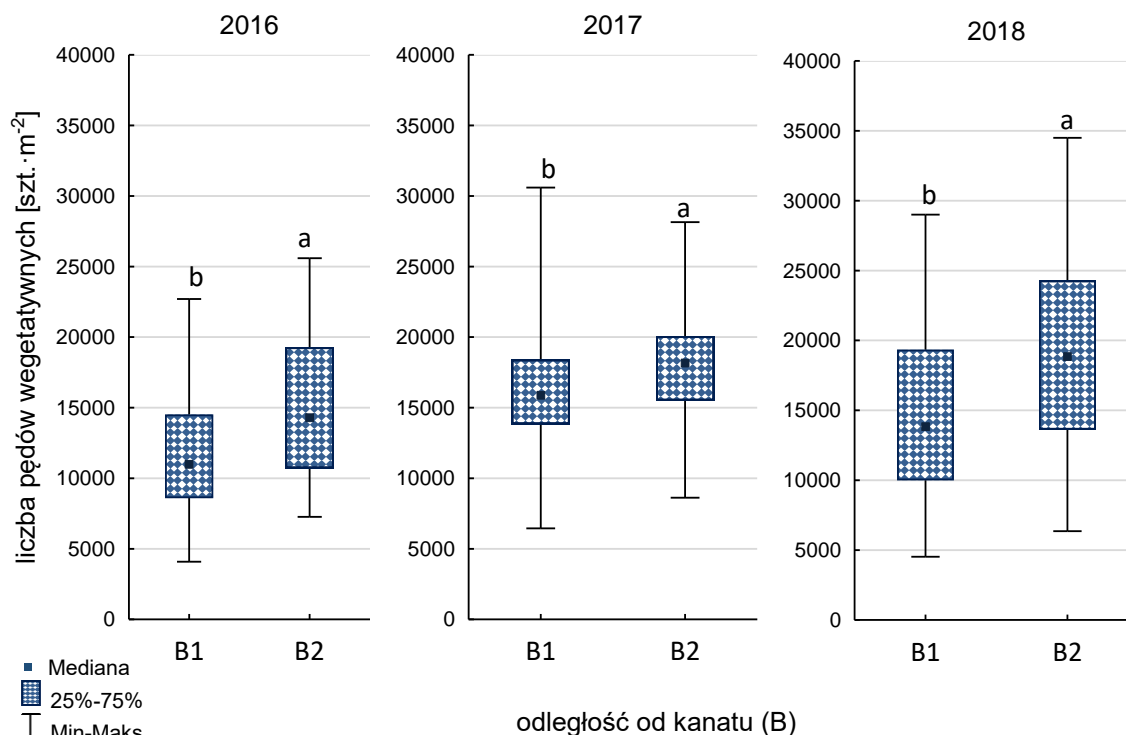
Rysunek 105. Liczba pędów w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

W pierwszym roku obserwacji liczba pędów na całej powierzchni bieżni była zbliżona i nie wykazano zależności między stroną toru a badanym parametrem (rys. 105). W roku 2017 najwyższą wartością cechowała się murawa położona we wschodniej części toru. W roku 2018 wysoka liczba pędów utrzymała się po stronie wschodniej. Jednocześnie odnotowano istotny wzrost liczby blaszek liściowych po stronie północnej.



Rysunek 106. Liczba pędów w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań

W ostatnim roku badań wykazano istotny wpływ zastosowanych preparatów na liczbę pędów wegetatywnych traw w odniesieniu do kontroli (rys. 106). Największą liczbą pędów charakteryzowały się fragmenty bieżni traktowane biopreparatem (A<sub>2</sub>) oraz połączeniem biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>). W przypadku tego ostatniego mediana pomiarów osiągnęła niespełna 2000 pędów na 1 m<sup>2</sup>.

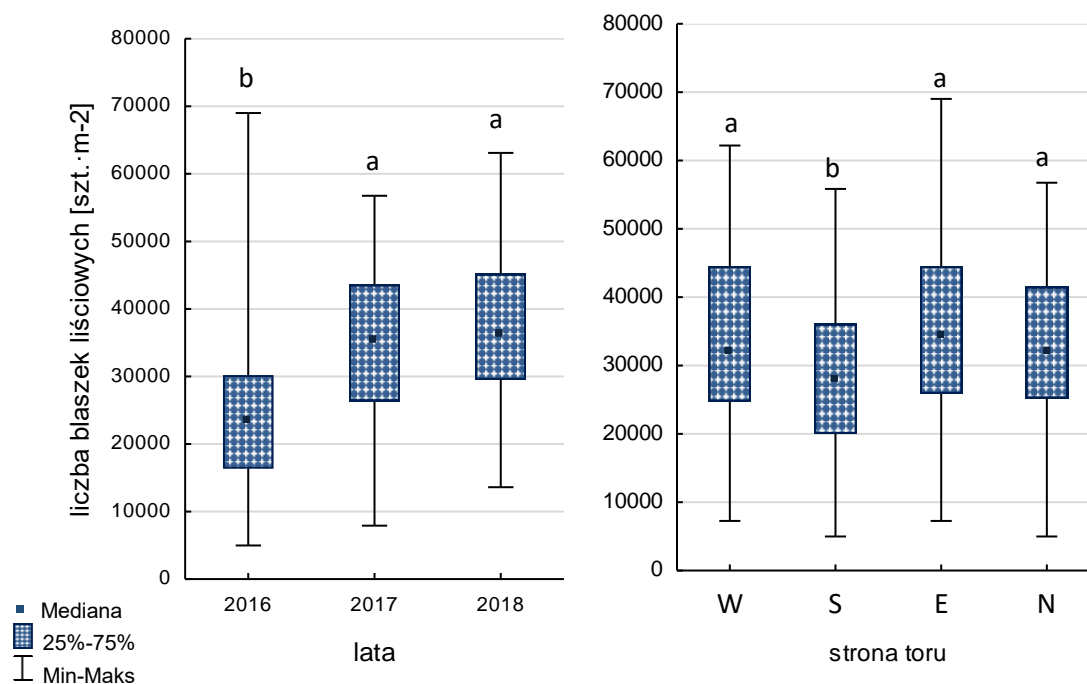


Rysunek 107. Liczba pędów w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

Liczba pędów wegetatywnych w kolejnych latach różniła się. Pod względem odległości od kanatu przez trzy kolejne lata prowadzenia obserwacji wykazano, że liczba pędów w każdym roku była znacząco wyższa na poletkach położonych w odległości większej niż 10 m od kanatu (rys. 107).

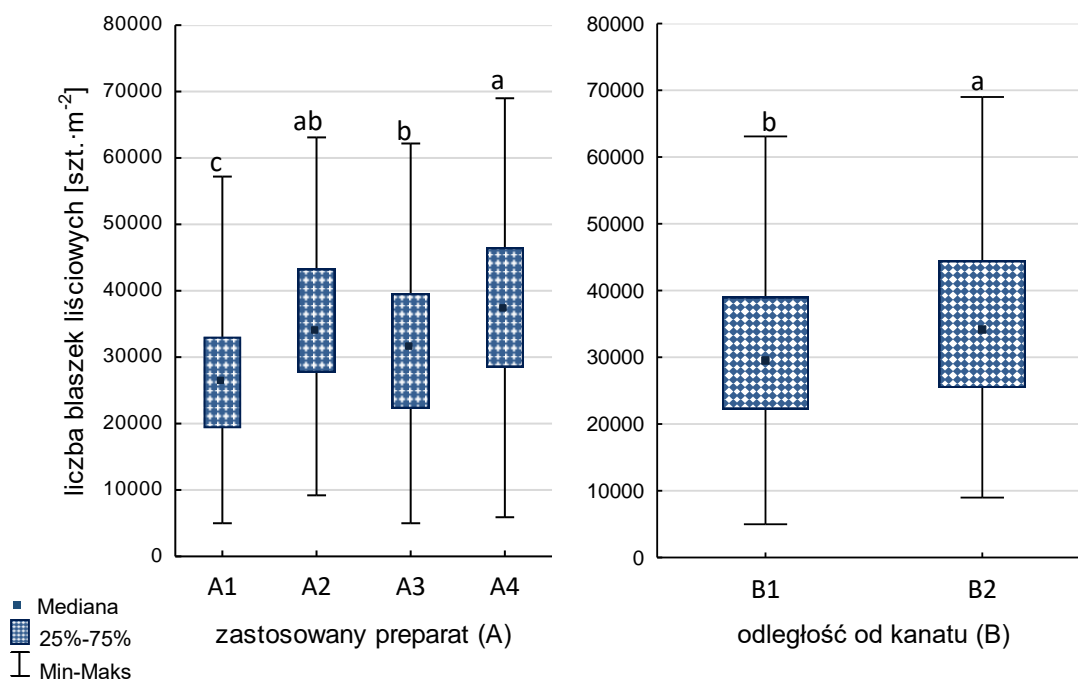
#### 4.4.7. Liczba blaszek liściowych

Na tę ważną cechę morfometryczną bezpośrednio rzutującą na ocenę jakości darni w okresie prowadzenia badań, istotnie wpływały czynniki badawcze podjęte w pracy. Zarówno w odniesieniu do całego okresu trwania doświadczenia jak i w obrębie lat badań.



Rysunek 108. Liczba blaszek liściowych w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego

W kontekście całego okresu trwania doświadczenia rok badań wykazywał istotny wpływ na kształtowanie się liczby blaszek liściowych (rys. 108). Mediana liczby blaszek w pierwszym roku badań była niższa o ponad 10000 sztuk na 1 m<sup>2</sup> niż w latach kolejnych. Odnotowano istotnie mniejszą liczbę blaszek liściowych w obrębie murawy leżącej po południowej stronie toru. Nie wykazano różnic pomiędzy pozostałymi stronami świata.



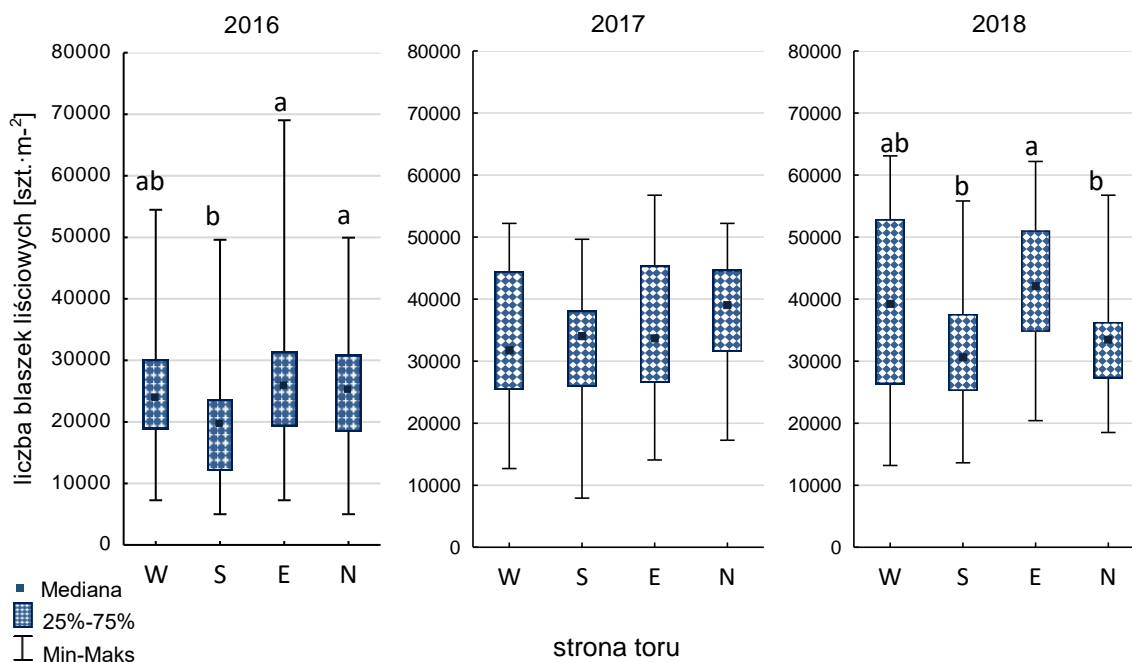
Rysunek 109. Liczba blaszek liściowych w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B)

W całym okresie prowadzenia doświadczenia zastosowany preparat wykazywał istotny wpływ na liczbę blaszek liściowych (rys. 109). Zastosowanie każdego z preparatów zwiększyło liczbę blaszek w stosunku do kontroli. Najwyższą liczbą odznaczała się murawa traktowana połączeniem biopreparatu i haloizytu. Większa liczba blaszek liściowych w odniesieniu do trzech lat badań została odnotowana na poletkach zlokalizowanych w odległości większej niż 10m od kanatu.

Tabela 43. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby blaszek liściowych, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym

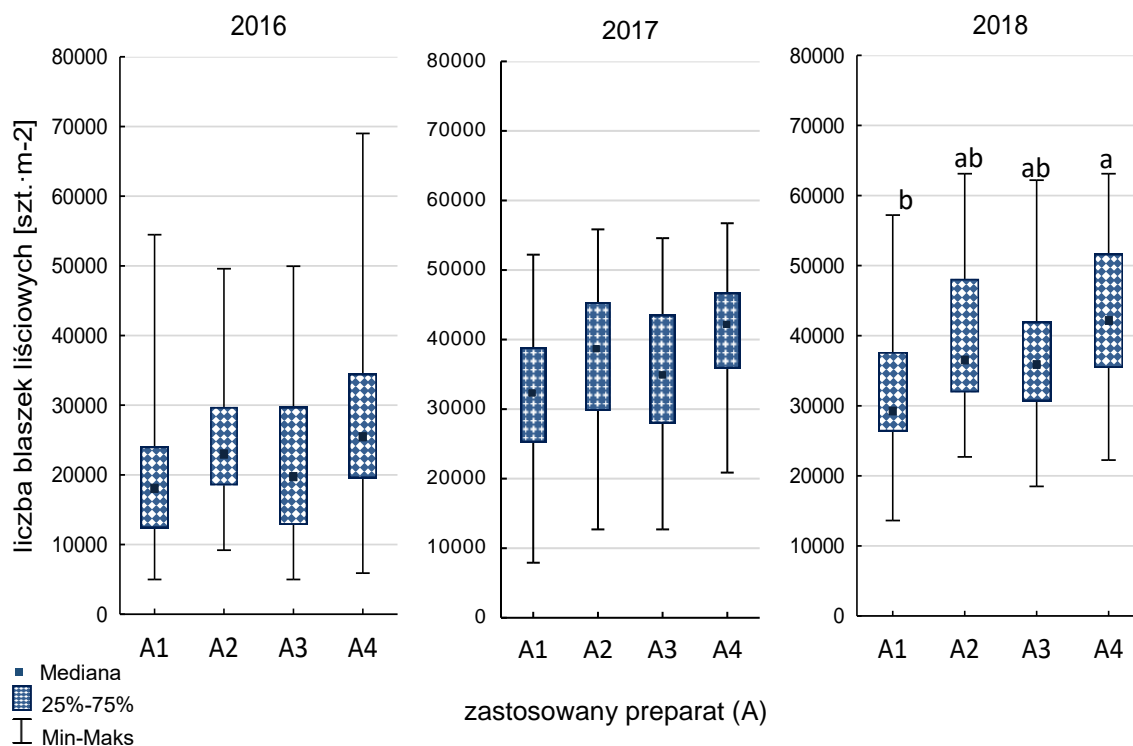
Rok	Strona toru		Preparat (A)		Odległość od kanatu (B)	
	H	<i>p</i>	H	<i>p</i>	Z	<i>p</i>
2016	12,73943	0,0452	7,542191	0,0617	-1,99678	0,045850
2017	5,754830	0,1242	0,698172	0,8574	-3,45743	0,000545
2018	24,19002	<0,001	18,34341	0,0004	-1,26764	0,204926

Nie we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia określone czynniki wykazywały istotny wpływ na badaną cechę. Strona toru istotnie wpłynęła na liczbę blaszek liściowych w pierwszym i ostatnim roku badań (tab. 43). Istotny wpływ preparatu na tę cechę wykazano jedynie w trzecim roku badań natomiast odległość od kanatu była istotnym czynnikiem w dwóch poprzednich latach.



Rysunek 110. Liczba blaszek liściowych w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań

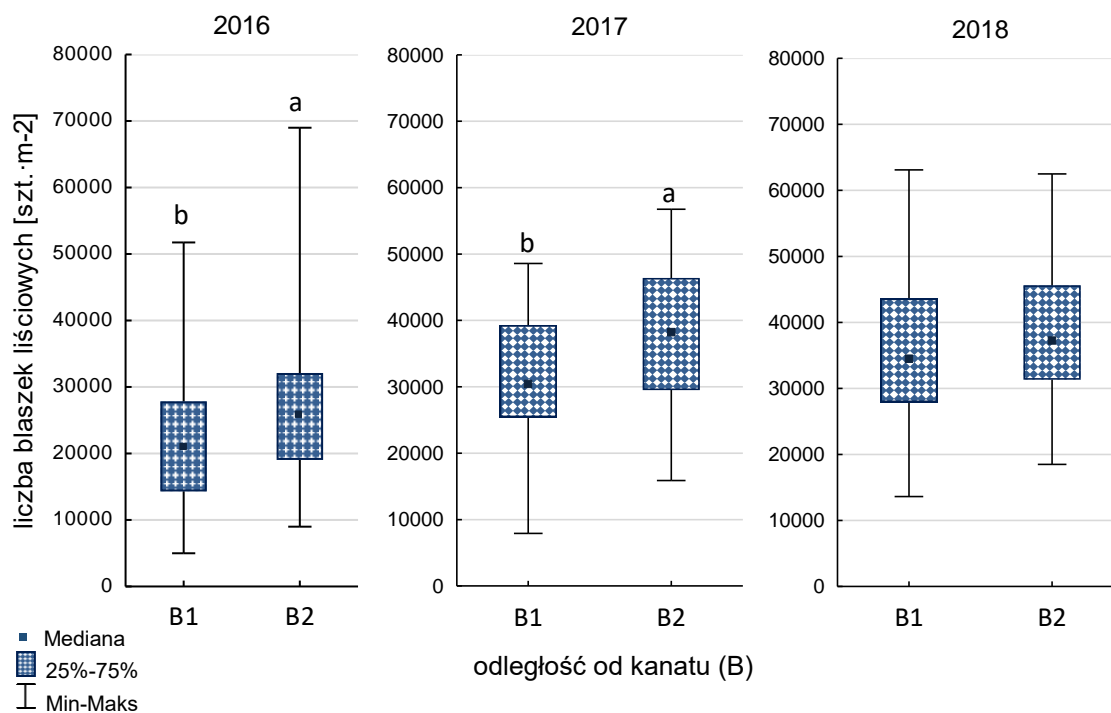
Najmniejszą liczbą blaszek liściowych w roku 2016 charakteryzowała się murawa po stronie południowej bieżni (rys. 110). W roku kolejnym nie wykazano różnic pomiędzy stronami. W ostatnim roku badań liczba blaszek liściowych po stronie południowej nadal pozostawała najniższa, lecz w tym roku nie różniła się ona istotnie od strony północnej.



*Rysunek 111. Liczba blaszek liściowych w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań*

W ostatnim roku badań wykazano istotny wpływ biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>) na zwiększenie liczby blaszek liściowych w odniesieniu do murawy kontrolnej (A<sub>1</sub>) (rys. 111). Mediana wartości dla kontroli wynosiła w tym roku badań 30000 blaszek liściowych na 1 m<sup>2</sup> natomiast przy zastosowaniu biopreparatu z haloizytem (A<sub>4</sub>) wartość ta była o 12000 blaszek większa.



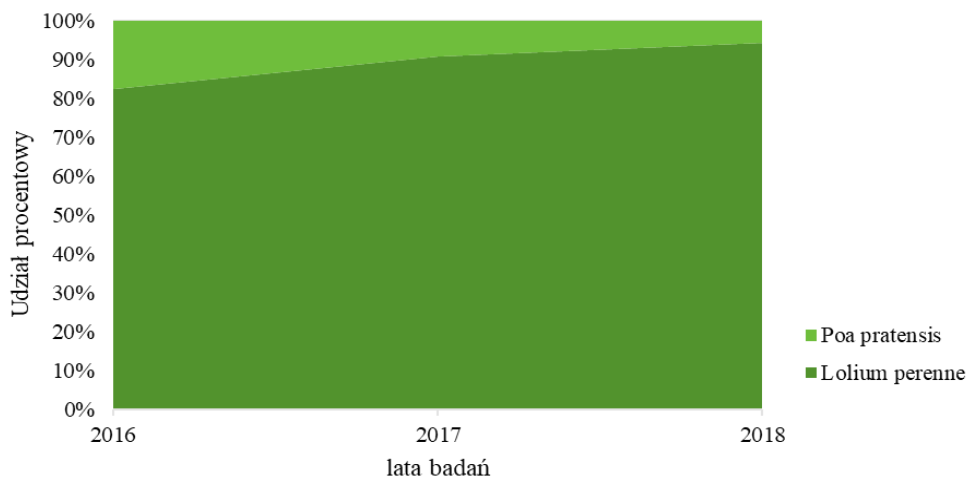


Rysunek 112. Liczba blaszek liściowych w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań

W pierwszych dwóch latach badań odnotowano istotnie większą liczbę blaszek liściowych na poletkach zlokalizowanych po zewnętrznej stronie toru w odległości powyżej 10 metrów od kanatu (rys. 112). W ostatnim roku badań istotne różnice zanikły a wartości były zbliżone.

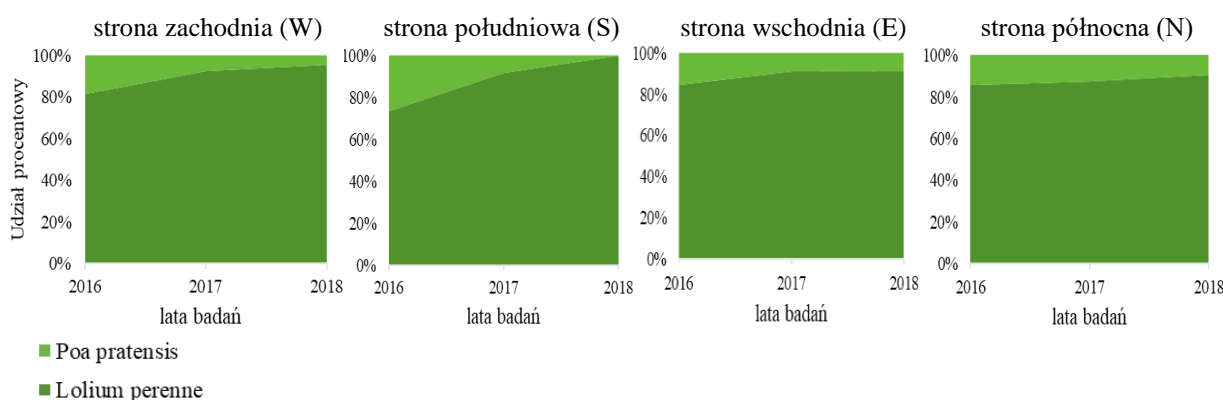
#### 4.5. Analiza składu gatunkowego murawy na bieżni głównej

Podczas realizacji badań, w składzie gatunkowym murawy na bieżni głównej, występowały dwa pożądane gatunki traw; życica trwała i wiechlina łąkowa. W składzie florystycznym dominowała życica trwała (83% - 94 %).



Rysunek 113. Zmiany składu gatunkowego murawy na bieżni głównej toru wyścigowego

W latach prowadzenia badań (2016-2018) skład gatunkowy nieznacznie ulegał zmianie, zachowując dominujący udział *Lolium perenne* w runi (rys. 113). Z każdym rokiem badań udział wiechliny łąkowej malał, w 2016 roku wynosił 17%, w kolejnych latach kształtował się na poziomie 10% i 6%. W pierwszym roku doświadczenia odnotowano obecność gatunku niepożądanego *Poa annua*, jego występowanie było sporadyczne i nie przekraczało poziomu dopuszczalnego przez normę DIN 18035-4 (1%).



Rysunek 114. Zmiany składu gatunkowego murawy, w części zachodniej, południowej, wschodniej i północnej toru

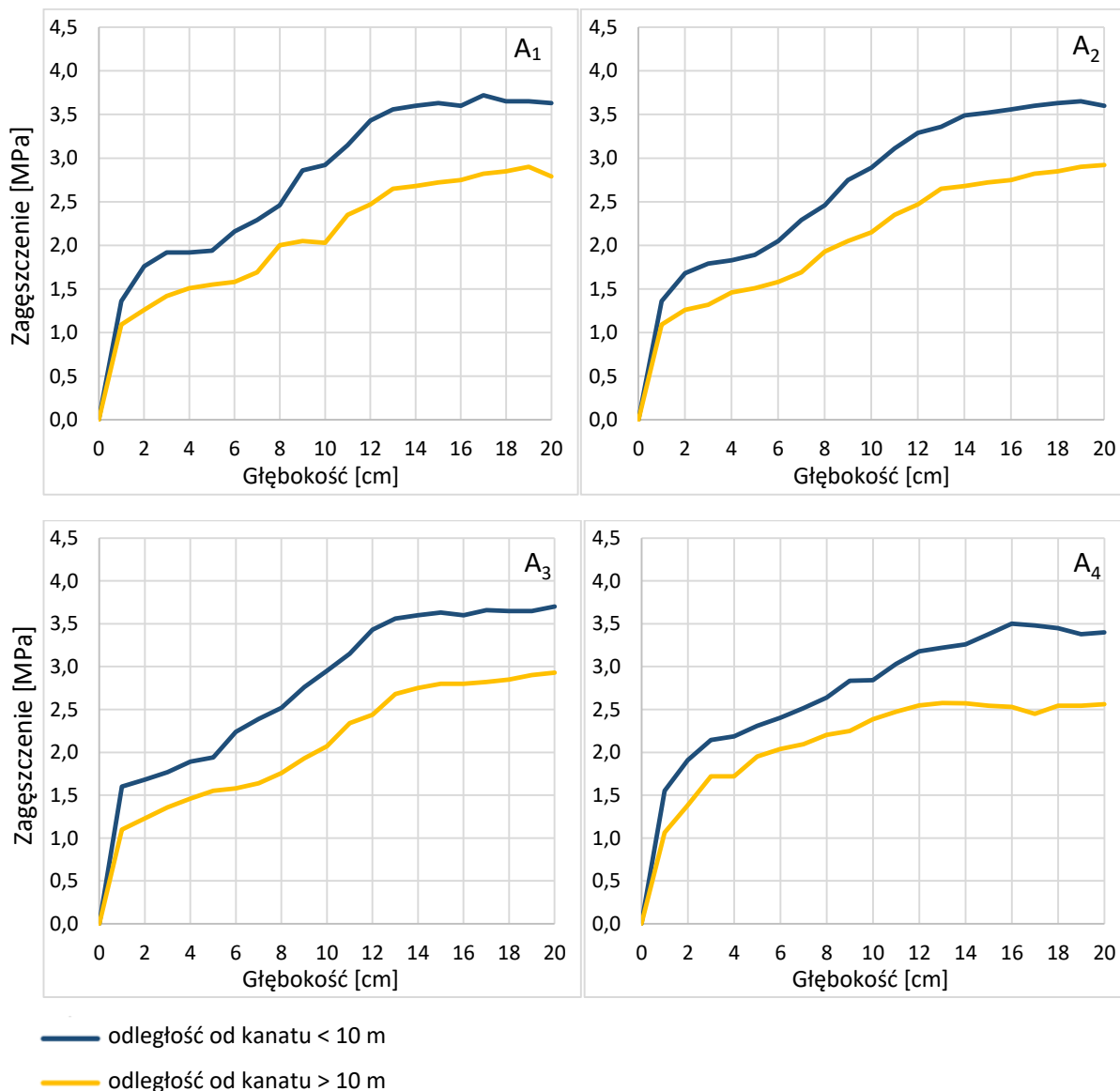
Analizując udział poszczególnych gatunków w murawie, na określonych stronach toru, zaobserwowano tendencję malejącą obecności wiechliny łąkowej w runi (rys. 114). W roku rozpoczęcia badań największy udział *Poa pratensis* odnotowano w południowej (S) części toru (28%), natomiast w 2018 roku nie stwierdzono obecności tego gatunku. Na pozostałych stronach toru udział życicy trwałej i wiechliny łąkowej, w pierwszym i kolejnych latach badań znajdował się na zbliżonym poziomie.

Udział gatunków dwuliściennych w runi był niewielki. Wśród gatunków niepożądanych w murawie odnotowano występowanie babki zwyczajnej (*Plantago major* L.), babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.), gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media* L.) Vill.), koniczyny białej (*Trifolium repens* L.), mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg) oraz żółtlicy drobnokwiatowej (*Galinsoga parviflora* Cav.).

#### 4.6. Analiza zagęszczenia wierzchniej warstwy podłoża wegetacyjnego

Na przestrzeni całego okresu trwania badań nie wykazano wpływu zastosowanego preparatu na kształtowanie się zagęszczenia wierzchniej warstwy podłoża. Po zewnętrznej stronie toru (powyżej 10 m od kanatu) niezależnie od zastosowanego preparatu,

zagęszczenie na głębokości 2-4 cm (ry. 115) przekraczało granicę optymalnego zakresu dla prawidłowego rozwoju korzeni (1,5 MPa).



Rysunek 115. Średnia trzyletnich pomiarów zagęszczenia wierzchniej warstwy podłoża dla poletek: A<sub>1</sub> - kontrolnych; A<sub>2</sub> - po zastosowaniu biopreparatu; A<sub>3</sub> - po zastosowaniu haloizytu; A<sub>4</sub> - po zastosowaniu biopreparatu w połączeniu z haloizytem

W głębszych warstwach gęstość nie przekraczała górnej granicy 3 MPa, która uniemożliwia prawidłowy rozwój systemu korzeniowego. Po stronie wewnętrznej toru (do 10 m od kanatu) bez względu na zastosowany preparat zagęszczenie wykraczało ponad graniczną wartość optymalną 1,5 MPa od głębokości 1cm. We wszystkich przypadkach na głębokości 10 cm zagęszczenie przybierało wartości wyższe niż 3 MPa prowadzące do zaburzeń w prawidłowym rozwoju systemu koczreniowego.

## 5. DYSKUSJA

W ostatnich latach, w wielu pracach naukowych podejmowano tematykę związaną z biostymulacją roślin [Nerissa i in. 2016; Chrysargyis 2018; Di Stasio i in. 2018; Frioni i in. 2018; Rathinapriya i in. 2020]. W przeprowadzonym doświadczeniu dokonano oceny wartości cech użytkowych i funkcjonalnych murawy na torze wyścigów konnych, poddanej działaniu haloizytu oraz substancji o charakterze biostymulującym. Na podstawie trzyletnich wyników obserwacji murawy sportowej wykazano szereg zależności związanych z przyjętymi czynnikami badawczymi jak również środowiskiem wzrostu roślin.

Aspekt ogólny stanowi syntetyczną cechę, na której kształtowanie ma wpływ wiele pozostałych cech bonitacyjnych. Według Laudańskiego [2004] w wieloletnim doświadczeniu, jednoznaczna interpretacja ogólnego wyglądu murawy, w całościowym zestawieniu jest trudna, ze względu na dużą zmienność warunków pogodowych specyficznych dla poszczególnych sezonów badawczych. Odnajduje to potwierdzenie w przeprowadzonych badaniach, gdzie wartość aspektu ogólnego murawy na przestrzeni całego okresu trwania doświadczenia była zmienna. Najwyższą wartość estetyczną murawy notowano latem, w ostatnich dwóch latach obserwacji. Co może znaleźć uzasadnienie w odbywających się w tym czasie przerwach sezonowych. Jak podają Czarnecki i in. [2013] stan, jakość oraz zdolność regeneracji darni zależne są od intensywności oraz częstotliwości użytkowania. Znacząco lepszym aspektem ogólnym odznaczała się murawa w zewnętrznej części toru. Zgodnie z tym jak podaje Czarnecki i in. [2013], przyczyną tego stanu rzeczy mógł być tor poruszania się koni w trakcie zawodów. Konie podczas gonitw poruszają się najczęściej bliżej wewnętrznej krawędzi toru, przez co murawa w tej części bieżni jest bardziej obciążona. Wszystkie zastosowane preparaty wykazywały pozytywny wpływ na wartość aspektu ogólnego murawy, za wyjątkiem pierwszego roku doświadczenia. Wyniki wskazują jednocześnie na wysoki udział warunków środowiskowych w kształtowaniu aspektu ogólnego w porównaniu do przeprowadzonych zabiegów biostymulacji.

Wielu autorów podkreśla ważność tego parametru [Prończuk i Prończuk 2008; Mańkowski i in. 2009; Starczewski i Affek-Starczewska 2011] i jego ścisłą korelację z przezimowaniem roślin, wybarwieniem oraz zadarnieniem powierzchni [Jankowski i in 2012; Wolski i in. [2015] zaznaczają również, że właściwy stan murawy oprócz zwiększenia bezpieczeństwa, wpływa pozytywnie na oglądalność i widowiskowość zmagani sportowych.

Inni autorzy [Diesburg i in. 1997] stwierdzili, że walory wizualne murawy nie są krytycznym parametrem w przypadku muraw intensywnie użytkowanych. Doszli do wniosku, że najważniejszą cechą użytkową murawy sportowej jest równomierne zadarnienie

stabilizujące podłoże, ograniczające pylenie i błoto oraz eliminujące występowanie chwastów. Do podobnych wniosków doszli Harkot i Czarnecki [1999] oraz Jankowski i in. [2011]. Według powyższych autorów zadarnienie jest ważnym kryterium w ocenie traw gazonowych. Równomiernie zagęszczona i darń rzutuje na wyższą wartość użytkową muraw [Jankowski i in. 2012] oraz determinuje jej przydatność na tereny sportowe [Grabowski i in. 2020]. W podjętych badaniach najwyższy stopień zadarnienia przypadają na okres wiosenny (zadarnienie dobre). Wyniki te znajdują odzwierciedlenie w pracy Wolskiego i in. [2015], gdzie najwyższą wartość zadarnienia na boisku piłkarskim notowano również wiosną. Podobne wyniki badań przedstawiają Grabowski i in. [2020], w których gęstość zadarnienia murawy sportowej była najwyższa wiosną oraz jesienią. Grabowski i in. [1999] uznali, że wartość tego parametru jest w dużej mierze zależna od pory roku. Potwierdzono to w przeprowadzonych badaniach. Ponadto jesienne siewy uzupełniające prowadzone na torze wyścigów konnych, mogły przyczynić się do wyższych wartości stopnia zadarnienia wiosną.

Literatura przedmiotu donosi o pozytywnym wpływie biostymulatorów na omawianą cechę. W pracy przedstawionej przez Talar-Krasa i Świerszcz [2015] zadarnienie po zastosowaniu biostymulatora opartego o kwasy humusowe było wyższe w porównaniu do kontroli. W badaniach własnych lepszym zadarnieniem charakteryzowały się poletka na których zastosowano biopreparat, haloizyt oraz ich połączenie. Tendencja ta pojawiła się w drugim roku badań i trwała do ich zakończenia. W dotychczasowej literaturze naukowej brakuje doniesień wiążących bezpośrednio zadarnienie z zastosowaniem biostymulatorów opartych o wyciągi z *Ascophyllum nodosum*. Odległość od kanatu także determinowała stopień zadarnienia murawy, co podobnie jak aspekt ogólny związane jest z różnym stopniem eksploatacji murawy po stronie wewnętrznej i zewnętrznej toru.

O stopniu zadarnienia, jak podają Grabowski i in. [2006] decydują szybkie wschody traw, wpływając bezpośrednio na wizualny odbiór murawy. Przeprowadzony test kiełkowania *Lolium perenne* L. w warunkach laboratoryjnych wykazał, że traktowanie nasion biopreparatem znacząco spowalniało proces kiełkowania. Autorzy Dmytryk i in. [2014] donoszą, że zbyt duże dawki biostymulatorów mogą wpływać hamująco na rozwój roślin we wczesnych stadiach wzrostu. Ghaderiardakani i in [2019] przedstawili wyniki w których wyciąg z wodorostu *Ulva intestinalis* w stężeniu 0,5–1% hamował kiełkowanie nasion *Arabidopsis thaliana*. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami innych autorów [Sivritepe i Sivritepe 2008], gdzie ekstrakt z wodorostów w wysokich stężeniach hamował kiełkowanie nasion i wzrost siewek. Ograniczone kiełkowanie wystąpiło u nasionach pieprzu traktowanych ekstraktem z *Ascophyllum* sp. w stężeniu 0,4%. Ponadto obecność

materii organicznej w biopreparacie, zastosowanym w badaniach własnych, mogła sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów patogenicznych dla siewek traw. To z kolei mogło opóźnić i limitować kiełkowanie ziarniaków. Najlepszym kiełkowaniem wykazały się nasiona potraktowane haloizytem. W czwartym dniu od wysiewu nasion różnica w liczbie kiełkujących zairaniaków traw, między obiektami kontrolnymi a traktowanymi haloizytem wynosiła 83%. Na wynik ten mogły mieć wpływ silne właściwości sorpcyjne minerału, który w swojej strukturze unieruchamiał cząstki mogące utrudniać lub spowalniać kiełkowanie. Powyższe wnioski można oprzeć na badaniach Bellani i in. [2016], gdzie wykazano, że właściwości sorpcyjne haloizytu zniwelowały fitotoksyczny wpływ nanocząstek palladu na kiełkowanie nasion rzodkiewki.

Zdaniem wielu autorów [Domański 1998; Jankowski i in. 2012a; 2018] zabarwienie liści jest jedną z istotniejszych cech wartości użytkowej traw gazonowych. Równie ważna jest stabilność koloru w trakcie okresu wegetacyjnego [Grabowski i in. 2003; Jankowski 2018] oraz pod wpływem czynników stresowych [Kozłowski 2007; Jankowski 2012]. Powyższe cechy w dużej mierze zależne są od gatunków i odmian traw, w badaniach Jankowskiego i in. [2012b] wykazano zależność koloru murawy od składu gatunkowego mieszanki, w miarę zmniejszania się udziału życicy trwałej w mieszance pogorszała się kolorystyka murawy. Podobną zależność odnotowali w swoich badaniach Starczewski i Affek-Starczewska [2011]. W badaniach własnych, w składzie gatunkowym murawy dominowała życica trwała (83% - 94 %), a kolor w zależności od pory roku, najwyższe wartości przyjmował wiosną. W kolejnych porach roku wartość tego parametru przyjmowała tendencję spadkową, w każdym roku badań. Dużą zmienność koloru względem okresu wegetacyjnego, potwierdzają badania Talar-Krasy i Świerszcza [2015], gdzie również wiosną murawa uzyskała najwyższe wartości. Obecność *Lolium perenne* w mieszance pozwala na uzyskanie ciemnozielonego wybarwienia murawy, jednak stabilność koloru liści życicy trwałej jest niska. Wykazanano korelację pomiędzy stosowaniem preparatu na bazie ekstraktu *Ascophyllum nodosum* a kolorem murawy. Zastosowanie zarówno biopreparatu jak i połączenia biopreparatu z haloizytem wpłynęło na poprawę koloru murawy w stosunku do kontroli. Murawa przyjmowała kolor trawiastozielony. Również Hunter [2004], w swoich badaniach, zaobserwował pozytywny wpływ stosowania komercyjnego biostymulatora z wyciągiem z *A. nodosum* na kolor traw; najlepszym efektem kolorystycznym odznaczały się rośliny nawożone i biostymulowane. Według Jankowskiego i in. [2012a] cecha ta zależna jest między innymi od warunków siedliskowych oraz zawartości i stopnia wykorzystania mikro- i mikro-składników przez

rośliny. Ciemnozielone wybarwienie liści warunkowane jest wysoką nitrofilnością oraz poziomem chlorofilu w liściach będąc wysoce zależnym od środowiska wzrostu. Jak podają Calvo i in. [2014] biopreparaty ułatwiają asymilację składników pokarmowych przez co wpływają na metabolizm roślin. W badaniach własnych stosowanie biopreparatu wpłynęło korzystnie na wybarwienie murawy.

Według Jankowskiego i in. [2012a] najlepiej prezentuje się murawa o ciemnozielonej i wąskiej blaszce liściowej. W przeprowadzonych badaniach delikatność blaszki liściowej była wyrównana we wszystkich latach badań. Murawa w okresie letnim charakteryzowała się najsmuklejszymi blaszkami liściowymi, co jest zbieżne z wynikami Sawickiego [2003]. Nie odnotowano korelacji ujemnej, o której piszą Prończuk i in. [2003], między smukłością liścia a stopniem zadarnienia murawy. Laudański i in. [2004] twierdzą, iż o walorach wizualnych w 70% decyduje gęstość runi, natomiast barwa (20%) oraz delikatność blaszki liściowej (10%) są parametrami mniej istotnymi.

Istotnym elementem determinującym jakość muraw na przestrzeni lat jest ich przezimowanie, czyli odporność traw na warunki wzrostu panujące jesienią, zimą oraz w czasie przedwiośnia [Jankowski i in. 2012a]. Stan murawy po zimie był zróżnicowany względem lat badań. W drugim roku doświadczenia stopień przezimowania murawy był najniższy, murawa przezimowała przeciętnie. Najwyższe oceny tego parametru odnotowano w ostatnim roku badań, gdzie przezimowanie traw oceniono jako dobre do bardzo dobrego. Według Grabowskiego i in. [2020] przezimowanie traw trudno jednoznacznie określić ze względu na znaczne zróżnicowanie czasu trwania sezonu wegetacyjnego.

O wielu cechach użytkowych jak i ogólnym wyglądzie murawy w dużym stopniu decyduje stan zdrowotny roślin [Olszewska 2006]. Zdrowotność traw jest w znacznym stopniu związana z cechami gatunkowymi i odmianowymi [Czembor 2008]. Zależności pomiędzy odpornością na rdze i pleśń śniegową a cechami fenotypowymi form gazonowych żyvcicy trwałej ale także z uwarunkowaniami środowiskowymi. W trakcie prowadzenia badań objawy chorobowe zdiagnozowano jedynie w pierwszych dwóch latach badań. Zaobserwowano występowanie rdzy żdźbłowej zbóż i traw jedynie w terminie letnim i jesiennym. Wynika to z epidemiologii tej choroby, która wykazuje objawy na trawach latem i jesienią [Kryczyński i Weber 2011; Karakkat i in. 2018]. Podatność traw na choroby w prowadzonym doświadczeniu malała wraz z biegiem lat, jednak nie wykazano związku pomiędzy tą tendencją, a zastosowanymi preparatami. Wielu autorów [Khan i in. 2009; Ciepela i in. 2015; Battacharyya i in. 2015] podkreślają wpływ biostymulatorów na zmianę składu biochemicznego i wzrost odporności roślin na stres abiotyczny. W trakcie

wiosennych pomiarów, w żadnym roku badań nie stwierdzono występowania pleśni śniegowej wywoływanej przez *Microdochium nivale*. Prawdopodobnie przyczyniły się do tego warunki pogodowe. Zimy w trakcie trwania badań nie obfitowały w długo utrzymującą się pokrywą śnieżną, która jak podają Płaskowska i in. [2009] oraz Van Dyke [2019] sprzyja rozwojowi choroby.

W przypadku muraw sportowych oprócz aspektów wizualnych istotne są cechy funkcjonalne muraw. Ocenie podlegają interakcje zachodzące pomiędzy zawodnikiem, a murawą. W przypadku torów wyścigów konnych, również między kopytem końskim, a silnie eksploatowaną murawą. Analizie podlegają takie cechy jak: odbojność, sprężystość, sztywność [Canaway i in. 1990] oraz ścinanie. Sztywność, czyli jak określił Turgeon [2005] odporność liści traw gazonowych na nacisk jest jedną z ważniejszych cech warunkujących przydatność muraw sportowych. Podobnie jak sprężystość czyli zdolność powrotu do pozycji wyjściowej i ścinanie opisujące odporność darni na zrywanie przez siłę oddziałującą poziomo do powierzchni darni. W przypadku torów wyścigów konnych, gdzie siły oddziałujące na darń przybierają bardzo duże wartości, są to szczególnie istotne parametry. Wszystkie trzy cechy są uzależnione od wielu czynników, między innymi składu gatunkowego darni [Kazimierska 2014], a także od składu chemicznego samych roślin w momencie pomiaru. W badaniach wykazano istotne różnice w sztywności, sprężystości oraz ścinaniu zależnie od pory roku. Najwyższe (bardzo dobre) wartości sztywności oraz sprężystości murawy odnotowano wiosną każdego roku badań. Ścinanie w okresie wiosennym, według przyjętej skali, było dobre, a najwyższe wartości parametru notowano latem. Może to wynikać ze zmian w składzie biochemicznym roślin na przestrzeni roku. Jak wykazali Hadders i Olson [1997], Gordon [2006], Branco i in. [2012], skład traw zmienia się wraz z przebiegiem pór roku. Zimą odnotowuje się większą ilość suchej masy, zawartość błonnika czy krzemu. Uzyskane wyniki wskazują, że rośliny traktowane biostymulatorem oraz biostymulatorem w połączeniu z haloizytem wykazywały wyższą sztywność, sprężystość oraz wytrzymałość na ścinanie. Autorzy wskazują, że biostymulatory oparte na algach wpływają na zmiany w składzie biochemicznym roślin [Ciepiela i in. 2015] oraz zwiększenie suchej masy traw [Michalak i in. 2016]. Jak podają Battacharyya i in. [2015]; Michalak i in. [2016]; Colla i in. [2020] traktowanie roślin ekstraktami z alg zwiększa przyswajalność składników pokarmowych przez rośliny. Może to pośrednio wpływać na lepsze wartości sztywności, sprężystości i ścinania biostymulowanej darni.

Odbojność stanowi ważną cechą muraw sportowych [Grabowski 2020]. W przeprowadzonych badaniach nie wykazano związku pomiędzy zastosowanym



preparatem a odbojnością murawy. Wykazano natomiast związek pomiędzy odbojnością a określonymi fragmentami toru. Murawa po stronie zachodniej była twardsza w stosunku do pozostałych stron. Może wynikać to z intensywniejszej eksploatacji, gdyż w tej części toru znajduje się meta przez co każdy wyścig kończy się w zachodniej części toru. Badania mechanicznego kopyta, w doświadczeniu Di i in. [2001] wykazały, że stąpanie po murawie w okresie ośmiu miesięcy zwiększyło gęstość nasypową podłoża (z 1,18 do 1,29 Mg m<sup>-3</sup>) i zmniejszyło makroporowatość (średnica > 30 μm) (z 16,5% do 10% v / v) w górnej 10 cm warstwie gleby. W badaniach własnych, murawę znajdującą się w odległości do 10 metrów od kanatu, na całej długości toru, określono jako twardą. Tę leżącą powyżej 10 metrów od kanatu określono jako miękką. Różnica w odbojności również wynika ze stopnia eksploatacji i zagęszczenia wierzchniej warstwy gleby. W trakcie wyścigów zarówno na zakrętach jak i na prostych fragmentach toru, konie najczęściej poruszają się po wewnętrznej stronie toru.

Przeprowadzona analiza zagęszczenia wierzchniej warstwy gleby potwierdziła powyższą zależność. Na całej długości toru zagęszczenie po wewnętrznej stronie było wyższe niż po stronie zewnętrznej, przekraczając graniczne wartości dla prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego. Autorzy [Stypczyńska i in. 2017, Grabowski i in. 2020] podkreślają że nadmierne zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby wpływa na ogólną ocenę murawy. Jest też główną przyczyną degradacji muraw. Doniesienia te znalazły potwierdzenie w przeprowadzonych badaniach. Aspekt ogólny badanej murawy po stronie wewnętrznej toru był niższy niż po stronie zewnętrznej. Podobna zależność została wykazana przy ocenie zadarnienia. Murawa oddalona powyżej 10 m od kanatu wykazywała się lepszym zadarnieniem niż ta zlokalizowana na nadmiernie zagęszczonej glebie, przy kanacie. Wyniki te znajdują potwierdzenie w pracy Stypczyńskiej i in. [2017] gdzie wykazano że nadmierne zagęszczenie podłoża wpłynęło negatywnie na stopień zadarnienia badanych nawierzchni trawnikowych. Zbyt duże zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby utrudnia rozwój systemu korzeniowego [Grabowski 2020]. Potwierdzają to przeprowadzone badania, gdzie zasięg głównej masy korzeniowej po wewnętrznej, nadmiernie zagęszczonej stronie toru był płytszy w odniesieniu do strony zewnętrznej. Podobna zależność dotyczyła maksymalnego zasięgu korzeni. Należy podkreślić, że zastosowany biopreparat wpłynął pozytywnie na zwiększenie zasięgu głównej masy korzeniowej niezależnie od zagęszczenia gleby. Znajduje to potwierdzenie w literaturze, gdzie badacze [Ghaderiardakani i in 2019; Mukherjee i Patel 2020] podkreślają wpływ wyciągów z alg morskich na promocję wzrostu korzeni wielu gatunków roślin. Jednakże stosowanie preparatu na bazie *Ascomyllum*

*nodosum* oraz haloizytu nie wpłynęło istotnie na kształtowanie się grubości poziomu darniowego. Minimalna grubość poziomu darniowego w dojrzałości technicznej do eksploatacji wynosi 25 mm [Wolski i in 2015a]. W ostatnim roku badań odnotowano najgrubszy poziom darniowy, spełniający powyższą normę, gdzie mediana wartości wynosiła 26 mm.

Styrczyńska i in. [2017] w swoich badaniach podkreślają, że gatunki traw, które wykazują największą odporność na zwiększone zagęszczenie podłoża i intensywnie użytkowane są *L. perenne* i w mniejszym stopniu *F. rubra*. Znalazło to potwierdzenie w analizie składu murawy na torze wyścigów konnych. Życica trwała była gatunkiem dominującym, a jej udział w runi zwiększał się z 83% w pierwszym roku badań, do 94% w roku ostatnim.

Istnieje badanie określające wpływ filcu (martwej materii organicznej) na parametry funkcjonalne murawy. Wyniki doświadczenia McCarty i in. [2005] jednoznacznie wskazują na dobroczynne działanie filcu. Niewielka ilość martwej materii organicznej, jak wskazują autorzy, jest wysoce pożądana ze względu na polepszenie sprężystości darni. Ponadto filc zapobiega nadmiernemu zachwaszczeniu oraz pełni rolę bufora przed skrajnymi temperaturami oraz nadmierną utratą wody. Samaranayake i in. [2008] udowodnili, że warstwa filcu, ogranicza negatywne działanie sił ugniatających na boiskach piłkarskich. Jednak przy znacznie większych obciążeniach występujących na torach wyścigów konnych zależność ta nie znajduje odzwierciedlenia. W badaniach własnych nie zaobserwowano zależności między grubością warstwy filcu, a zwiększoną sprężystością murawy. Golińska i Goliński [2002] podkreślają jednak, iż zbyt gruba, powyżej 7 mm warstwa filcu, czyli niezgodnie z normą DIN 18035-4 [2007], powoduje wypiętrzanie się węzła krzewienia traw, wpływając na zwiększenie podatności muraw na czynniki stresowe. Podczas trzyletnich obserwacji, warstwa filcu przekraczała dopuszczalną normę w ostatnim roku badań. Ponadto w miejscach silniej eksploatowanych, o większym zagęszczeniu gleby (w odległości do 10 metrów od kanatu), zaobserwowano tendencję do większego odkładania się martwej materii organicznej.

Sportowe nawierzchnie trawiaste, dla zwiększenia bezpieczeństwa zawodników powinny cechować się wyrównaną i gęstą darnią. Odpowiadają za to trzy wartości: liczba węzłów krzewienia, liczba pędów wegetatywnych oraz liczba blaszek liściowych na jednostkę powierzchni [Aldahir 2014]. Zastosowany preparat nie wykazał wpływu na liczbę węzłów krzewienia. Zauważono zależność pomiędzy ich liczbą a odległością od kanatu. W odległości do 10 m od kanatu liczba węzłów krzewienia była mniejsza a jej mediana

wynosiła 2300szt/m<sup>2</sup>. Powyżej 10 m od kanatu mediana liczby węzłów krzewienia wynosiła 3300szt/m<sup>2</sup>. Znalazło to przełożenie w zadarnieniu i wartościach aspektu ogólnego. Te wartości znajdują odzwierciedlenie w badaniach Martyniak [2006], w których odnotowano najlepszą wartość aspektu ogólnego i zadarnienia murawy kostrzewowej przy liczbie węzłów krzewienia odpowiadającej 3170 na 1m<sup>2</sup>. Z większej liczby węzłów krzewienia wynikała także większa liczba pędów wegetatywnych i blaszek liściowych po zewnętrznej stronie toru. Na liczbę pędów i blaszek liściowych w ostatnim roku badań pozytywnie wpłynęły również zabiegi z użyciem biostymulatora oraz biostymulatora z haloizytem. Przyczyną tej reakcji mogła być podkreślana w literaturze [Khan i in 2009; Shukla i in. 2019; Merwad 2020] zdolność biostymulatorów opartych na algach do stymulowania wzrostu części nadziemnych roślin w tym traw. Nie wyklucza się również sprzyjającego wpływu warunków pogodowych. Brak presji ze strony patogenów traw w 2018 roku, także mógł przyczynić się do zwiększonej liczby blaszek liściowych i pędów wegetatywnych w ostatnim roku badań.

W przeprowadzonych badaniach wykazano dodatni wpływ biopreparatu na szereg cech użytkowych i funkcjonalnych. Uzyskane rezultaty były zbliżone w przypadku stosowania biostymulatora oraz jego połączenia z haloizytem. Castrol i in [2014] wykazali, że stosowanie fungicydów w połączeniu z haloizytem przedłuża ich uwalnianie i działanie. Wyniki badań własnych nie wskazują na działanie synergistyczne oraz wydłużone uwalnianie biopreparatu w połączeniu z haloizytem.

## 6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Zastosowanie preparatu na bazie ekstraktu z *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis oraz haloizytu wpłynęło na poprawę poszczególnych cech użytkowych oraz funkcjonalnych murawy intensywnie eksploatowanej.
2. Ocena wschodów życicy trwałej w warunkach kontrolowanych wykazała istotny wzrost tempa kiełkowania oraz liczby kiełkujących nasion poddanych działaniu haloizytu. Zastosowanie biopreparatu wpłynęło na opóźnienie kiełkowania i zmniejszenie liczby skiełkowanych nasion.
3. W ocenie cech użytkowych murawy zabiegi z zastosowaniem biopreparatu, haloizytu oraz połączenia biopreparatu z haloizytem wpłynęły na poprawę zadarnienia. Najwyższe wartości koloru oraz syntetycznej oceny użytkowej murawy wyrażonej jako aspekt ogólny uzyskano po zastosowaniu biopreparatu oraz połączenia biopreparatu z haloizytem.
4. Wykazano znaczącą poprawę cech funkcjonalnych murawy takich jak sztywność, sprężystość i ścinanie po zastosowaniu biopreparatu oraz połączenia biopreparatu z haloizytem. Zastosowanie samego haloizytu wpłynęło na zwiększenie sztywności i sprężystości murawy jednak uzyskane efekty były gorsze niż w przypadku biostymulacji.
5. Trawy cechowały się małą podatnością na choroby. Jedyną występującą jednostką chorobową była rdza źdźbłowa zbóż i traw, a zastosowanie biopreparatu i haloizytu nie wykazało wpływu na stopień porażenia traw przez patogeny.
6. Analiza morfometryczna wykazała zwiększenie zasięgu głównej masy korzeniowej po aplikacji biopreparatu.
7. Zastosowanie biopreparatu w połączeniu z haloizytem nie wykazało spotęgowanego działania w kierunku polepszenia cech użytkowych murawy. Efekt synergistyczny współdziałania obu substancji odnotowano wyłącznie w odniesieniu do sprężystości murawy. W przypadku pozostałych cech funkcjonalnych obecność haloizytu nie wpłynęła na intensyfikację działania biostymulującego.
8. Odległość od kanatu i związane z nią nadmierne zagęszczenie podłoża w odległości do 10 metrów od wewnętrznej krawędzi toru, wpływa negatywnie na poszczególne cechy użytkowe i funkcjonalne murawy takie jak aspekt ogólny, zadarnienie i odbojność.
9. Muraw w odległości do 10 metrów od kanatu, charakteryzowała się większą kumulacją warstwy filcu, mniejszą liczbą węzłów krzewienia, pędów oraz blaszek liściowych.

Zasięg głównej masy korzeniowej oraz maksymalny zasięg systemu korzeniowego po wewnętrznej stronie toru były płytsze w odniesieniu do strony zewnętrznej, o mniejszym zagęszczeniu podłoża.

10. Strona zachodnia bieżni toru wyścigowego z metą kończąca każdy bieg, charakteryzowała się największym zagęszczeniem podłoża, najgorszym zadarnieniem, kolorem oraz odbojnością odpowiadającą murawie twardej.
11. W składzie gatunkowym murawy toru wyścigów konnych dominowała życica trwała. Z każdym rokiem badań udział *Lolium perenne* L. w runi wzrastał.



*Fotografia 1. Kanat oraz znaczniki wyznaczające poletkę doświadczalną na torze wyścigów konnych Partynice*



*Fotografia 2. Oprysk poletek doświadczalnych (lipiec 2016 r.)*



*Fotografia 3. Penetrologger*



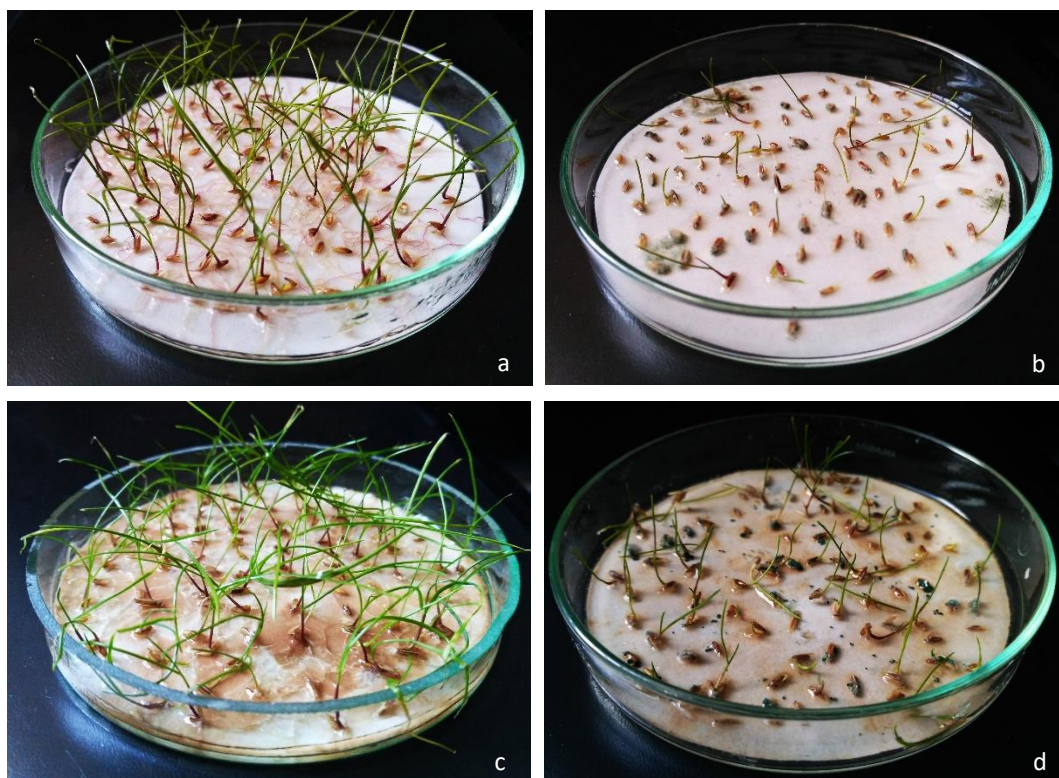
*Fotografia 4. Urządzenie ścinające - pomiar wytrzymałości darni na ścinanie*



*Fotografia 5. Ślady kopyt na murawie bieżni głównej*



*Fotografia 6. Mosiężne kopyto do pomiaru odbojności*



*Fotografia 7. Ziarniki traw na szalkach Petriego w 14 dniu doświadczenia. Traktowane: a. wodą destylowaną; b. biopreparatem; c. haloizytem; d. biopreparatem z haloizytem*



*Fotografia 8. Wyścig na bieżni głównej Wrocławskiego Toru Wyścigów Konnych Partynice*



## BIBLIOGRAFIA

1. Alam Z., M., Braun G., Norrie J., Hodges M. 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Can. J. Plant Sci.* 93, 23-36.
2. Aldahir P. C. F., McElroy J. S. 2014. Review of sports turf research related to playability and safety standards. *Agronomy Journal*, 106: 1297-1308.
3. Anastopoulos I., Mittal A., Usman M., Mittal J., Yu G., Núñez-Delgado A., Kornaros M. 2018. A review on halloysite-based adsorbents to remove pollutants in water and wastewater. *Journal of Molecular Liquids*, 269, 855-868.
4. Arthur R. M., 2010. Comparison of Racing Fatality Rates on Dirt, Synthetic, and Turf at Four California Racetracks. Proceedings of the 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Baltimore, Maryland, USA, 4-8 December 2010.
5. Bac B. H., Dung N. T. 2016. Finding nanotubular halloysite at Lang Dong kaolin deposit, Phu Tho province. *Vietnam Journl of Earth Science* 37:299-306.
6. Bac S., Koźmiński C., Rojek M. 1998. *Agrometeorologia*. Wydanie 2 zm. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 32-33.
7. Balcerkiewicz S. 2007. Trawy w zbiorowiskach roślinnych Polski. W: *Księga Polskich Traw* pod red. L. Freya. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków, 229–246.
8. Banaszkiwicz B., Grabowska K., Szwejkowski Z. 2004. Charakterystyka opadów atmosferycznych na terenie województwa warmińsko-mazurskiego w latach 2000-2002. *Acta Agrophysica*, 3 (1), 5-11.
9. Battacharyya D. Zamani M., Pramod B., Prithiviraj R. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196(30): 39-48.
10. Beard J.B. 1973. *Turfgrass: science and culture*. Prentice Hall. Engelwood Cliffs. NJ.
11. Bellani L., Giorgetti L., Riela B., Lazzara G., Scialabba A., Massaro M. Ecotoxicity of halloysite nanotube-supported palladium nanoparticles in *Raphanus sativus* L. *Environ Toxicol Chem*, 35(10):2503-2510.
12. Berthier P. 1826. Analyse de l'halloysite. *Ann. Chim. Phys.*, 32, ss. 332-335.
13. Blunden G. 1977. Cytokinin Activity of Seaweed Extracts. In: Faulkner D.J., Fenical W.H. (eds) *Marine Natural Products Chemistry*. Nato Conference Series, vol 1. Springer, Boston, MA.

14. Bostan C., Butnariu M., Butu M., Ortan A., Butu A., Rodio S., Parvu C. 2013. Allelopathic effect of *Festuca rubra* on perennial grasses. *Romanian Biotechnological Letters*, 18(2), 8190-8196.
15. Branco A. F., Viana K. B., Castañeda R. D., Prohmann P. E., Coneglian S. M., Mouro G. F. 2012. Chemical composition and crude protein fractions of Coastcross grass under grazing on winter, spring and summer in Southern Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 34(2): 183-187.
16. Brown P., Saa S. 2015. Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.*, 6, 671, 1-3.
17. Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A., Vernieri P., Ferrante A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31(1): 1-17.
18. Butler, T., Hunter A. 2007. Impact of seaweed extract on turfgrass growth and nutrition on a golf green to USGA specification. *International Society for Horticultural Science-Hort. Plants in Urban and Peri-Urban Life. Acta Hort.* 762, 81-90.
19. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383:3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
20. Canaway P.M. 1990. A comparison of different methods of establishment using seed and sod on the cover and playing quality of turf football. *Journal of Sports. Turf Research Institute.* Nr 66: 9-28.
21. Casler M. D., Duncan R. R. 2003. Kentucky bluegrass. *Turfgrass biology, genetics, and breeding.* Willey&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 27-37.
22. Castroa S., I., Raposoa B. G., Gila M. J., Lacerdaa S. V., Navarroa H. S., Rolfob C., Graciaa N. L., Soltysic J., Dante R., C. 2014. Halloysite for adsorption/desorption of fungicides in apple golden. *Konf. naukowo – techniczna. Sorbenty mineralne, Gliwice.*
23. Chivers I 2008. Turfgrass sports surfaces and their relationship to player injuries. *Acta Hort.*783: 115-132.
24. Chmielewska M., Eysymontt D., Eysymontt R., 2007. 100 lat Toru Wyścigów Konnych Wrocław – Partynice 1997-2007. *Semata Sp. z o.o.*, s 35-80.
25. Chojnacka K. 2015. Innovative bio-products for agriculture. *Open Chem.*, 932-937.
26. Christians N. E., Patton A. J., Law Q. D. 2016. Sports turf management. In: *Fundamentals of Turfgrass Management*, 5th edition, ss. 472
27. Chrysargyris A., Xylia P., Anastasiou M., Pantelides I., Tzortzakis N. 2018. Effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on lettuce growth, physiology and fresh-cut salad storage under potassium deficiency. *J. Sci. Food Agric.*, 98, 5861–5872. doi: 10.1002/jsfa.9139.

28. Ciepiela G. A., Godlewska A., Jankowska A. 2015. The effect of seaweed *Ecklonia maxima* extract and mineral nitrogen on fodder grass chemical composition. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 2301–2307.
29. Clarke A. F. 2009. Review of Safety of Turf Versus Non-Turf (Synthetic and Dirt) Racing Surfaces. *Proc. Am. Ass. Equine Practnrs*, 55, 183- 186.
30. COBORU. 2019. Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce, ss 85.
31. Craigie J. S. 2011 Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23, 371-393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>.
32. Czarnecki J., Białczyk W., Cudzik A., Brennenstul M., Wolski K. 2013. Użytkowanie obiektu sportowego a zmiany jego parametrów wytrzymałościowych raz stanu i jakości murawy. *Inżynieria Rolnicza*, 2(143): 43-51.
33. Czarnecki Z. 2002. Zmiany zadarnienia mieszanek trawiastych w okresie czteroletniego intensywnego użytkowania. *Przegląd Naukowy Inż. i Kszt. Środ. 1 (24)*: 163-168.
34. Czembor E. 2008. Zależność pomiędzy odpornością na rdze i pleśń śniegowa a cechami fenotypowymi form gazonowych zycicy trwałej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 247, 99-117.
35. De Pascale S., Roupheal Y., Colla G. 2017. Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *Eur J Hortic Sci.*, 82:277–285. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>
36. Di H. J., Cameron K. C., Milne J., Drewry J. , Smith N. P., Hendry T., Moore S., Reijnen B. 2001. A mechanical hoof for simulating animal treading under controlled conditions. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 44, 111-116.
37. Di Stasio E., Van Oosten M. J., Silletti S., Raimondi G., dell’Aversana E., Carillo P. 2018. *Ascophyllum nodosum*-based algal extracts act as enhancers of growth, fruit quality, and adaptation to stress in salinized tomato plants. *J. Appl. Phycol.*, 30, 2675–2686. doi: 10.1007/s10811-018-1439-9.
38. Diesburg K.L., Christians N. E., Moore R., Branham B., Danneberger K. T., Reicher Z. J., Voigt T., Minner D. D., Newman R. 1997. Species for Low-Input Sustainable Turf in the U.S. Upper Midwest. *Agronomy Journal*, 89(4): 690-964.
39. DIN 18035-4. 2007. Sportplätze. Tom 4. Rasenflächen, Beuth Verlag. Berlin.
40. Dmytryk A., Roj E., Wilk R., Chojnacka K., Górecki H. 2014. Effect of new biostimulants on the initial phase of plant growth. *Przem. Chem.* 93(6): 1020-1025.

41. Domański P. 1997. Koncepcja nowoczesnej oceny odmian traw w Polsce. COBORU, Słupia Wielka, Biuletyn oceny odmian, 28, 29-35.
42. Domański P. 1998. Metodyka badań wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych. Trawy darniowe: kostrzewa czerwona, tymotka łąkowa, wiechlina łąkowa, życica trwała. COBORU. Słupia Wielka: 1-35.
43. Domański P. J. 2005. Charakterystyka odmian trawnikowych. COBORU Słupia Wielka, COBO – 14/2005, n. 150, ss. 28.
44. Domański P. J., Andrzejewska J., Iwicki R. 2011. Effect of utilization intensity on growth of lawn cultivars of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* 10(3), 15-26.
45. Domański P. J., Golińska B. 2003. Perspektywy *Lolium perenne* w użytkowaniu trawnikowym i darniowym. *Łąk. Pol.* 6: 37-45.
46. Domański P.J. 2002. Gatunki i odmiany traw w mieszankach na trawniki i boiska sportowe. *Przegląd Naukowy Inż. i Kszt. Środ. Rocznic* 11. 1 (24): 83-105.
47. Drzeniecka-Osiadacz A., Kryza M., Szymanowski M. 2010. Środowisko Wrocławia. Informator 2010. Wyd. LEMITOR Ochrona Środowiska, Wrocław, 25-38.
48. du Jardin P. 2012. The science of plant biostimulants – a bibliographic analysis. Report on biostimulants. Contract 30-CE0455515/00-96, April 2012, ss. 37.
49. du Jardin P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic.*, 196: 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
50. du Jardin P. 2019. Biostimulants: 5 keys to understanding the changes entailed by the new European Fertilising Products Regulation. *Natural Technology*, Seipasa.
51. Dubicka M., Szymanowski M., Rosiński D. 2006. Klimat Wrocławia [w:] Cichocki Z. (red.) Środowisko Wrocławia – informator 2006, Instytut Ochrony Środowiska, Oddział we Wrocławiu, Wrocław.
52. Dubicki A., Dubicka M., Szymanowski M. 2002. Klimat Wrocławia. Informator o Stanie Środowiska Wrocławia. Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław.
53. Duller S., Thorogood D., Bonos S. A. 2010. Breeding Objectives in Amenity Grasses. In: *Fodder Crops and Amenity Grasses. Handbook of Plant Breeding*, Springer, New York, 5, 137-160.
54. Dunn J. H., Ervin E. H., Fresenburg B. S. 2002. Turf performance of mixtures and blend of Tall Fescue, Kentucky Bluegrass, and Perennial Ryegrass. *HortScience* 37 (1), 214-217.

55. Dz. Urz. UE L 170/1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003.
56. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2019/C 13/01.
57. EBIC 2016. Towards an optimal regulatory framework for biostimulants. European Biostimulants Industry Council, EBIC position paper, 8.04.2016, v. 6.
58. Fan D., Hodges M., Critchley A. T., Prithiviraj B. 2013. A Commercial Extract of Brown Macroalga (*Ascophyllum nodosum*) Affects Yield and the Nutritional Quality of Spinach In Vitro. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37-41.
59. Fan G., Bian X., Li H., Meng Z., Liu S. 2009. Growth responses of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) to trinexapac-ethyl applied in spring and autumn. *Front. Agric. China*, 2(3), 186-189.
60. Feuerstein U. 1994. Differences between forage grass and lawn grass breeding. *Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions. Developments in Plant Breeding* 2, 185-186.
61. Fortina M., Maniscalco P., Carulli C., Meccariello L., Colasanti G. B., Carta S. 2019. Jockey injuries during the Siena "Palio". A 72-year analysis of the oldest horse race in Italy. *Injury*, 1-4.
62. Frey L. 2000. Trawy niezwykłe (wybrane zagadnienia z historii, taksonomii i biologii *Poaceae*). *Łąkarstwo w Polsce* 3, 9–20.
63. Frey L. 2007. *Księga polskich traw*. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków, ss. 426.
64. Frioni T., Sabbatini P., Tombesi S., Norrie J., Poni S., Gatti M., Palliotti A. 2018. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. *Scientia Horticulturae* 232:97-106. doi: 10.1016/j.scienta.2017.12.054.
65. Fry J., Huang B. 2004. *Applied turfgrass science and physiology*. John Wiley & Sons. Inc. Hoboken. New Jersey, 310.
66. Gajda M., Hempel A. 1997. *Trawniki. Porady praktyków o zakładaniu i pielęgnacji*. Wydawnictwo Plantpress. Kraków. 1-106.
67. Gawrońska H., Przybysz A. 2011. Biostymulatory: mechanizmy działania i przykłady zastosowań. *Mat. Konferencyjne „Targi sadownictwa i warzywnictwa”*, Warszawa 5-6.01.2011, 7-13.

68. Ghaderiardakani F., Collas E., Damiano D. K., Tagg K., Graham N. S. Coates J. C. 2019. Effects of green seaweed extract on *Arabidopsis* early development suggest roles for hormone signalling in plant responses to algal fertilisers. *Scientific Reports* 9, 1983.
69. Golińska B., Goliński P. 2002. Predyspozycje *Festuca rubra* do odkładania filcu na trawnikach. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW*. 1 (24): 173-178.
70. Gordon F. J. 2006. A comparison of spring and autumn produced dried grass for milk production. Article in *Grass and Forage Science* 29(2):113 – 116.
71. Grabowski K., Grzegorzczak S., Benedycki S., Kwietniewski H. 1999. Ocena wartości użytkowej wybranych gatunków i odmian traw gazonowych do obsiewu nawierzchni trawiastych. *Fol. Univ. Agric. Stetin* 197. *Agricultura* (75): 81-88.
72. Grabowski K., Grzegorzczak S., Benedycki S., Kwietniewski H. 2002. Wzrost i rozwój niektórych odmian traw w siewie czystym i mieszankach przeznaczonych na trawniki sportowe w roku siewu. *Przegląd Nauk. Inż. i Kszt. Środ.* 1(24): 113-121.
73. Grabowski K., Grzegorzczak S., Benedycki S., Kwietniewski H. 2003. Walory użytkowe gazonowych odmian *Lolium perenne*. *Łąk. Pol.* 6: 69-79.
74. Grabowski K., Grzegorzczak S., Kwietniewski H., Kozikowski A. 2006. Walory użytkowe wybranych gatunków i odmian traw przeznaczonych na trawniki rekreacyjne. *Łąkarstwo w Polsce* 9, 41-50.
75. Grabowski K., Grzegorzczak S., Łachacz A., Olszewska M. 2020. Functional Characteristics of a Grass Sward as per an Athletic Field at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 29(5): 3589–3596.
76. Grabowski K., Grzegorzczak S., Marks E., Kwietniewski H., Głowacka A. 2010. Kierunki zmian składu gatunkowego runi na trawnikach rekreacyjnych. *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 9(3), 27-34.
77. Gugęła M., Zarzecka K., Sikorska A., Mystkowska I., Dołęga H. 2017. Wpływ herbicydów i biostymulatorów wzrostu na organiczenie zachwaszczenia i plonowanie ziemniaka jadalnego. *Fragm. Agron.*, 34(4): 59-66.
78. Guillard K., Inguagiato C. J. 2017. Normalized difference vegetative index response of noniffigated Kentucky bluegrass and Tall Fescue lawn turf receiving seaweed extracts. *Hort. Sci.*, 52(11): 1615-1620.
79. Hadders G., Olsson R. 1997. Harvest of grass for combustion in late summer and in spring. *Biomass and Bioenergy*, 12(3): 171-175.

80. Halpern M., Bar-Tal A., Ofek M., Minz D., Muller T., Yermiyahu U. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy*, 141-174.
81. Harkot W., Czarnecki Z. 1999. Przydatność polskich odmian traw gazonowych do zadarniania powierzchni w trudnych warunkach glebowych. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*, 197, *Agricultura* 75, 117-120.
82. Harkot W., Czarnecki, Z. 2000. Intensywność odrastania polskich odmian traw gazonowych na glebie mineralnej o zniszczonej mechanicznie wierzchniej warstwie. *Łąkarstwo w Polsce*, 3: 59-64.
83. Harkot W., Gawryluk A., Czarnecki Z., Powroźnik M., Wańkiewicz W. 2015. Początkowy wzrost i rozwój wybranych gazonowych odmian *Lolium perenne* w różnych warunkach siedliskowych. *Łąkarstwo w Polsce* 18, 99-112.
84. Hitchens P. L., Morrice-West A. V., Stevenson M. A., Whitton R. C. 2019. Meta-analysis of risk factors for racehorse catastrophic musculoskeletal injury in flat racing. *The Veterinary Journal*, 245: 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.11.014>
85. Hitchens P. L., Ryan K., Koch S. I., Scollay M. C., Peterson M. L. 2019a. A sustainable structure for jockey injury data management for the North American horse racing industry. *Injury*, 50(8): 1418-1422.
86. Hofman W. 2015. *Hipologia podręcznik dla oficerów kawalerii i artylerii*. Wyd. Napoleon V, Oświęcim.
87. Hunter A. 2004. The influence of liquid seawlawn Turf Receiving Seed products on turf grass growth and development. *Acta Hort.* 661: 271-277.
88. Ignatieva M., Ahrne K. 2013. Biodiverse green infrastructure for the 21 century: from „green deserts of lawns to biophilic citeis. *Journal of architecture and urbanism*. 37 (1): 1-9.
89. Ignatieva M., Eriksson F., Eriksson T., Berg P., Hedblom M. 2017. The lawn as a social and cultural phenomenon in Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 21, 213-223.
90. International Federation of Horseracing Authorities. 2017. *Annual Report*, ss. 57.
91. Jacobs S. W. L., Whalley R. D. B, Wheeler, D. J. B. 2008. *Grasses of New South Wales*, 4th ed, University of New England, Armidale, N.S.W. ss. 450.
92. James I. T. 2015. *Natural turf sports surfaces. The Science and Engineering of sport surfaces*, 1st edition, 158-178.
93. Jankowski K., Ciepela G. A., Jodełka J., Kolczarek R. 2008. *Tereny zadarnione*. Wyd. Akademia Podlaskiej, ss. 189. Puhalla J., Krans J., Goatley M. 1999. *Sports fields: a*

- manual for design, construction and maintenance. Wiley&Sons Inc., Hoboken, New Jersey, ss. 528.
94. Jankowski K., Czeluściński W., Jankowsja J., Sosnowski J. 2012b. Kolorystyka muraw trawnikowych w wyniku zastosowania zróżnicowanych dawek odpadu popieczarkowego. *Łąkarstwo w Polsce*. 15: 77-85.
95. Jankowski K., Jankowska J., Sosnowski J. 2012a. Lawn color in the aspect of hydrogel and mineral fertilizers applied. *Acta Sci. Pol. Agric*, 11(1): 43-52.
96. Jankowski K., Malinowska E., Wiśniewska-Kadzajjan B., Jankowska J., Truba M., Czelusoński W., Koper O., Góral P., Kania P., Matsyra A. 2018. The effects of soil conditioners on grass colour throughout the growing season. *Applied Ecology and Environmental Research* 16(4):3981-3992.
97. Jankowski K., Sosnowski J., Jankowska J., Kowalczyk R. 2012. Zadarnienie muraw trawnikowych w zależności od głębokości umieszczania hydrożelu w podłożu oraz rodzaju pokrywy glebowej. *Inżynieria Ekologiczna*. 30: 249-256.
98. Jankowski K., Sosnowski J., Szczykutowicz A. 2011. Zadarnienie muraw trawnikowych założonych na bazie kostrzewy czerwonej przy zastosowaniu hydrożeli w podłożu. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 54, 2.
99. Jin X., Zhang R., Su M., Li H., Yue X., Qin D., Jiang Z. 2019. Functionalization of halloysite nanotubes by enlargement and layer-by-layer assembly for controlled release of the fungicide iodopropynyl butylcarbamate, *Royal Science of Chemistry* 9, 42062-42070.
100. Kachel-Jakubowska M, Szymanek M., Dziwulska-Hunek A. 2015. Nanotechnologia – możliwości rozwoju i zastosowań. *Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Produkcją, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, artykuły IZIP 2015, t. I*, 92-103.
101. Kamble R., Ghang M, Gaikawald S., Panda B. K. 2012. Halloysite Nanotubes and Applications: A Review. *Journal of Advanced Scientific Research*, 3(2): 25-29.
102. Kanapeckas J., Lemežienė N., Stukonis V., Tarakanovas P. 2008. Drought tolerance of turfgrass genetic resources. *Biologija*, 54(2), 121-124.
103. Karakkat B. B, Jackson V. L, Koch P. L. Incidence and Distribution of *Puccinia coronata* and *P. graminis* on Turfgrass in the Midwestern United States. *Plant Disease* 102(5): 955-963.



104. Karczewska A., Kabała C. 2008. Metody analiz laboratoryjnych gleb i roślin. Metodyka obowiązująca w laboratoriach Zakładu Ochrony Środowiska INGOŚ. Wydanie 4. Wrocław, 1-45.
105. Kazimierska N. 2014. Wartość użytkowa mieszanki traw gazonowych przeznaczonych na boiska piłkarskie. Rozprawa doktorska. Wrocław: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 93-103.
106. Kazimierska N., Wolski K., Biernacik M., 2016. The influence of various lawn grasses mixture and sowing rate on the sport turf quality indicator. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CXIX, 621: 7–18.
107. Khan W., Rayirath U. P., Subramanian S., Jithesh M. N., Rayorath P., Hodges D. M., Critchley A. T., Craigie J. S., Norrie J., Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development, *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386–399.
108. Kondracki J. 2011, *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, str. 172-173.
109. Kozłowski S. 2007. Trawy w polskim krajobrazie. W: *Księga polskich traw* (red. L. Frey) Instytut Botaniki im. W. Szafera. PAN. Kraków: 389-411.
110. Kozłowski S. 2012. Trawy Właściwości, występowanie i wykorzystanie. PWRiL, ss. 400.
111. Kozłowski S., Goliński P., Golińska B. 2000. Pozapaszowa funkcja traw. *Łąkarstwo w Polsce*. 3:79-94.
112. Kozłowski S., Goliński P., Swędryński A. 1998. Trawy w barwnej fotografii i zwięzłym opisie ich specyficznych cech. *Wyd. Literackie „Parnas” Inowrocław*. ss. 344.
113. Kryczyński S., Weber Z. 2011. *Fitopatologia Tom 2 Choroby roślin uprawnych*. Wyd. PWRiL, ss. 448.
114. Lamp C. A., Forbes S. J., Cade J. W. 2001. *Grasses of temperate Australia – A field guide*. Inkata Press and CH Jerram & Associates Science Publishers. s.310.
115. Larsen S. U., Bibby B. M. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Science*, 44, 891–899.
116. Ludański Z., Prończuk M., Prończuk M. 2004. Propozycja syntezy cech użytkowych w ocenie wartości trawnikowej odmian *Festuca* spp. *Biuletyn IHAR*, 233, 181–192.
117. Levis S. R., Deasy P. B., 2003. *Use of coated microtubular halloysite for the sustained release of diltiazem hydrochloride and propranolol hydrochloride*. *Int J Pharm.*, 6, 253(1-2): 145-57.

118. Locher W. P., De Bakker H. 1990. *Bodemkunde van Nederland*. Malmberg, Den Bosch.
119. Lovatt C. J. 2015. Use of a Natural Metabolite to Increase Crop Production. U.S. Patent Application, 14, 120.
120. Lvov Y. M., Schukin D. G., Möhwald H., Price R. R. 2008. Halloysite Clay Nanotubes for Controlled Release of Protective Agents. *ACS Nano*, 2(5): 814-820.
121. Łojek J., Łojek M., Łojek A. 2014. Praktyka treningu wyścigowego koni pełnej krwi angielskiej na torze służewieckim w Warszawie. *Przegląd hodowlany*, 2: 24-28.
122. MacKinnon M. C., Bonder D., Boston R. C., Ross M. W. 2014. Analysis of stress fractures associated with lameness in Thoroughbred flat racehorses training on different track surfaces undergoing nuclear scintigraphic examination. *Equine Vet J.*, 47(3): 296-301.
123. Mańkowski D., Laudański Z., Martyniak D., Flaszka M. 2009. Struktura wielo cechowej zmienności odmianowej wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 254, 189–200.
124. Martyniak D. 2003. Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) w świetle literatury. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 228, 135-144.
125. Martyniak D. 2006. Wpływ gęstości siewu nasion za zadarnienie i wygląd trawnika *Festuca rubra* L. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXVIII nr 545*, 165-173.
126. McCurty L. 2018. *Golf Turf Management*, 1st edition. CRC Press, ss. 760.
127. Merwad A. R. M. A. 2020. Mitigation of salinity stress effects on growth, yield and nutrient uptake of wheat by application of organic extracts. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. DOI: 10.1080/00103624.2020.1751188.
128. Michałak I., Chojnacka K., Dmytryk A., Wilk R., Gramza M., Rój E. 2016. Evaluation of supercritical extracts of algae as biostimulants of plant growth in field trials. *Front. Plant Sci.*
129. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa M., Zając M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 442. ISBN 83-85444-83-1.
130. Mocek A., Drzymała S., Maszner P., 1997: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. Akad. Roln. w Poznaniu, 416.
131. Mohajerani A., Kurmus H., Tran L., Arachchillegedar C. M., Mirzababaei M., Arulrajah A. 2018. Clegg impact hammer: an equipment for evaluation of the strength

- characteristics of pavement materials, turf, and natural and artificial playing surfaces: a review, *Road Materials and Pavement Design*, 1-19. DOI: 10.1080/14680629.2018.1502092
132. Monaco P. 2018. A breakdown of track surfaces in the horse racing world. *The Spectrum*, 12, 9.
133. Moreira R., Sineiro J., Chenlo F., Arufe S., Díaz-Varela D. 2017. Aqueous extracts of *Ascophyllum nodosum* obtained by ultrasound-assisted extraction: effects of drying temperature of seaweed on the properties of extracts. *J. Appl. Phycol.*, 29 3191–3200. 10.1007/s10811-017-1159-6.
134. Morris K. N., Shearman R. C. 1998. NTEP turfgrass evaluation guidelines.
135. Mukherejee A., Patel J. S. 2020. Seaweed extract: biostimulator of plant defense and plant productivity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17, 553–558.
136. Musiał E., Rojek M.S. 2007. Ewapotranspiracja potencjalna i opady atmosferyczne we Wrocławiu-Swojcu w wieloleciu 1965–2000. *Acta Agrophysica* 9, 3: 685–698.
137. Nerissa A., Ramkisson A., Ramsbhag A., Jayara J. 2016. *Ascophyllum* extract application causes reduction of disease levels in field tomatoes grown in a tropical environment. *Crop Protection*. 83, 67-75.
138. Newell A. J., Wood A. D. 2000. Selection of grass species, cultivars and mixtures for lawn tennis. *Journal of Turfgrass Science* 76, 53-62.
139. O'Connor S., Warrington G., McGoldrick A., Cullen S. 2017. Epidemiology of Injury Due to Race-Day Jockey Falls in Professional Flat and Jump Horse Racing in Ireland, 2011–2015. *J Athl Train*, 52(12): 1140-1146.
140. Oikawa M., Kusunose R. 2005. Fractures sustained by racehorses in Japan during flat racing with special reference to track condition and racing time. *The Veterinary Journal*, 170: 369-374.
141. Okinawa M., Kusunose R. 2005. Fractures sustained by racehorses in Japan during flat racing with special reference to track condition and racing time. *Vet J.*, 170(3): 369-374.
142. Olszewska M. 2006. Wpływ nawożenia azotem na przebieg procesów fizjologicznych, indeks zieloności liścia oraz plonowanie kupkówki pospolitej i życicy trwałej. *Łąkarstwo w Polsce* 9, 151-160.
143. Parkin T. D. H., Clegg P. D., French N. P., Proudman C. J., Riggs C. M., Singer E. R., Webbon P. M., Morgan K. L. 2004. Horse-level risk factors for fatal distal limb fracture in racing Thoroughbreds in the UK. *Equine Vet J.*, 36(6): 513-519.

144. Peeters A., 2009. Importance, evolution, environmental impact and future challenges of grasslands and grassland-based systems in Europe. *Grassland Science*, 55, 1-13.
145. Penetrologger – instrukcja obsługi 2010.06.15. S.A. GEOMOR-TECHNIK, Szczecin, ss. 35.
146. Peterson M. L., McIlwraith C. W., Reiser R. F. 2008. Development of a system for the in-situ characterisation of thoroughbred horse racing track surfaces. *Biosystems engineering* 101: 260-269.
147. Peterson M. L., Roepstorff L., Thomason J. J., Mahaffey C., McIlwraith C. 2012. Current progress and future challenges to optimize consistency and performance of track surfaces for fewer horse injuries. *Racing surfaces testing laboratory*, ss. 1-36.
148. Piłskowska E., Moszczyńska E., Wolski K. 2009. Badania zdrowotności gatunków i odmian traw gazonowych przeznaczonych do zakładania muraw piłkarskich. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Rolnictwo*, 95, 43-50.
149. PN-ISO 10390:1997. Jakość gleby - Oznaczanie pH. SZŚ, Sektor Zdrowia, Środowiska i Medycyny.
150. PN-R-04020:1994. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego magnezu. SRZ, Sektor Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa.
151. PN-R-04022:1996. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego potasu. SRZ, Sektor Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa.
152. PN-R-04023:1996. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu. SRZ, Sektor Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa.
153. PN-R-04032:1998. Gleby i utwory mineralne - Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego. Sektor Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa, ss. 12.
154. PN-R-04033:1998. Gleby i utwory mineralne - Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Sektor Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa, ss. 5.
155. Posmyk M. M., Szafrńska K. 2016. Biostimulators: a new trend towards solving an old problem. *Front. Plant Sci.* 7:748, 1-6.
156. Prithiviraj B., Kant P., Narayanan J. M., Khan W., Hankins S., Neily W. 2011. Bioactive compounds of *Ascophyllum nodosum* and their use for alleviating salt induced stress in plants. U.S. Patent No. 12/936,074. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. doi: 10.1016/s1369-5274(99)80048-4.
157. Proctor C. A., Weisenberg D. V., Reicher Z. J. 2015. Kentucky Bluegrass and Perennial Ryegrass mixtured for establishing midwest lawns. *Hort Science* 50 (1), 137-140.

158. Prokopiuk K., Żurek G. 2011. Ocena wpływu odmian wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) na jakość mieszanek przeznaczonych do zadarniania terenów zacienionych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 262, 183-195.
159. Prończuk M., Prończuk M., Laudański Z., Prończuk S., 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca* ssp. w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. *Biul. IHAR*, 225, 239-257.
160. Prończuk S. 1994. Stan hodowli i nasiennictwa traw gazonowych w Polsce. *Genet. Pol.* 35 A: 329-339.
161. Prończuk S. 1998. Typy i rodzaje trawników – zakładanie i użytkowanie. Materiały pokonferencyjne „Miasto-ogród, sto lat rozwoju idei”. Dolnośląskie Wydawnictwo Naukowe, Wrocław, 57-64.
162. Prończuk S., Prończuk M. 2008. Ocena przydatności życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na trawniki okresowo zacieniane. *Biuletyn Instytutu Hodowli Aklimatyzacji Roślin*, 248, 135-134.
163. Puhalla J., Krans J., Goatley M. 1999. *Sports fields: a manual for design, construction and maintenance*. Wiley&Sons Inc., Hoboken, New Jersey, ss. 528.
164. Pylak M., Oszust K., Frąc M. 2019. Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. *Rev Environ Sci Biotechnol* 18, 597–616 (2019) doi:10.1007/s11157-019-09500-5.
165. Radomski C. 1987. *Agrometeorologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 438-450.
166. Rathinapriya P., Satish L., Pandian S., Rameshkumar R., Balasangeetha M., Rakkammal K., Remesh M. 2020. Effects of liquid seaweed extracts in improving the agronomic performance of foxtail millet. *Journal of Plant Nutrition*, 1-19. doi:10.1080/01904167.2020.1799002.
167. Raza A., Razzaq A., Mehmood S. S., Zou X., Zhang X., Lv Y., Xu J. 2019. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants (Basel)*, 8(2): 34.
168. Ring K. 2013. Evaluation of synthetic racetracks relating to falls and injuries to jockeys. *Australian Jockeys Association*, 1-8.
169. Robin D., Chateau H., Pacquet L., Falala S., Valette J. P., Pourcelot P, Ravary B, Denoix JM, Crevier-Denoix N. 2009. Use of a 3D dynamometric horseshoe to assess the effects of an all-weather waxed track and a crushed sand track at high speed trot: preliminary study. *Equine Vet J.*, 41(3): 253-256.

170. Rooney M. F., Hill E. W., Kelly P. V., Porter R. K. 2018. The “speed gene” effect of *myostatin* arises in Thoroughbred horses due to a promoter proximal SINE insertion. PLoS ONE 13(10): e0205664. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205664>
171. Rosanowski S. M., Chang Y., Stirk A. J., Verheyen K. L. P. 2017. Descriptive epidemiology of veterinary events in flat racing Thoroughbreds in Great Britain (2000 to 2013). Equine Veterinary Journal, 49, 275–281.
172. Rosanowski S. M., Chang Y., Stirk A. J., Verheyen K. L. P. 2018. Risk factors for race-day fatality in flat racing Thoroughbreds in Great Britain (2000 to 2013). PLoS One, 13(3).
173. Rutkowska B., Pawluśkiewicz M. 1996. Trawniki. Poradnik zakładania i pielęgnacji. PWRiL, ss. 246.
174. Rutkowska B., Stypiński P. 2003. Właściwości determinujące wykorzystanie *Lolium perenne* jako trawy trawnikowej. Łąk. w Pol. 6: 145-153.
175. Ruzzi, M., Aroca, R., 2015. Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. Sci. Hortic. 196, 124–134.
176. Sakiewicz, P.; Lutynski, M.; Soltys, J.; Pytlinski, A. (2016). "Purification of Halloysite by Magnetic Separation". Physicochemical Problems of Mineral Processing. 52(2): 991–1001. doi:10.5277/ppmp160236.
177. Salehi H., Khosh-Khui M. 2004. Turfgrass Monoculture, Cool-Cool, and Cool-Warm Season Seed Mixture Establishment and Growth Responses. HortScience, 39(7), 1732-1735.
178. Samaranyake, H.; Lawson, T.; Murphy, J. 2008. Traffic Stress Effects on Bentgrass Putting Green and Fairway Turf. Crop Sci, 48, 1193-1202.
179. Sampoux J.P., Baudouin P., Bayle B., Bèguier V., Bourdon P., Chosson J.F., de Bruijn K., Deneufbourg F., Galbrun C., Ghesquière M., Noël D., Tharel B., Viguiè A. 2012. Breeding perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for turf usage: an assessment of genetic improvements in cultivars released in Europe. 1974 – 2004. Grass and Forage Science. 68: 33-48.
180. Sawicki B. 2003. Ocena handlowych mieszanek traw gazonowych w warunkach gleb lekkich. Biul. IHAR, 225, 329-337.
181. Scott N, Chen H. 2013. Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems. Industrial Biotechnology, 9(1): 17–18.
182. Setterb J. J., Garcia T. C., Campbell I. P., Reese J. L., Morgan J. M., Kim S. Y., Hubbard M., Stover S. M. 2009. Hoof accelerations and ground reaction forces of Thoroughbred

- racehorses measured on dirt, synthetic, and turf track surfaces. *American Journal of Veterinary Research*, 70(10): 1220-1229.
183. Setterbo J. J., Fyhrie P. B., Hubbard M., Upadhyaya S. K., Stover S. M. 2013. Dynamic properties of a dirt and a synthetic equine racetrack surface measured by a track-testing device. *Equine Vet J.*, 45(1): 25-30.
184. Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. 2013. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465–490. doi:10.1007/s10811-013-0101-9.
185. Sherratt P.J, Street J.R., Gardner D. 2001. Cool-Season Turfgrasses for Sports Fields and Recreational Areas. Extension Fact Sheet. Horticulture and Crop Science. Ohio State Univ., 1-5.
186. Shukla P.S., Mantin E. G., Adil M., Bajpai S., Critchley A. T., Prithiviraj B. 2019. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management *Frontiers in plant science* 10, 655.
187. Sivritepe N., Sivritepe H. O. 2008. Organic Priming with Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*) Affects Viability of Pepper Seeds, *Asian Journal of Chemistry*, 20(7): 5689-5694.
188. Skowera B. Puła J. 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. *Acta Agrophysica* 3(1), 171-177.
189. Starczewski K., Affek-Starczewska A. 2011. Wpływ udziału życicy trwałej w mieszankach trawnikowych na aspekt ogólny terenów zadarnionych. *Fragm. Agron.*, 28(4), 60–69.
190. Stebbins G. L. 1956. Cytogenetics and Evolution of the Grass Family. *American Journal of Botany*, 43(10), 890-905.
191. Stypczyńska Z., Dziamski A., Schmidt J. 2017. Wpływ zagęszczenia gleby na dynamikę wzrostu mieszanek traw gazonowych. *Acta Agroph.*, 24(1): 135-147.
192. Stypiński P. 2016. Trawy w życiu człowieka. *Łąkarstwo w Polsce* 19, 245-261.
193. Swan P., Otago L., Finch C. F., Payne W. R. 2009. The policies and practices of sports governing bodies in relation to assessing the safety of sports grounds. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 12, 171-176.

194. Symons J. E., Garcia T. C., Stover S. M. 2014. Distal hindlimb kinematics of galloping Thoroughbred racehorses on dirt and synthetic racetrack surfaces. *Equine Vet J.*, 46 (2): 227-232.
195. Talar-Krasa M., Świerszcz S. 2015. Wpływ stosowania biostymulatora na wartość wizualną murawy. *Episteme Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, 26(5): 365-373.
196. Talar-Krasa M., Wolski K., Biernacik M. 2019. Biostimulants and possibilities of their usage in grassland. *Grassland Science*, 65(4): 205-209.
197. Tan D., Yuan P., Annabi-Bergaya F., Liu D., Wang L., Liu H., He H. 2014. Loading and in vitro release of ibuprofen in tubular halloysite. *Appl. Clay Sci.*, 96, 50-55.
198. Tarajko-Kowsalska J. 2018. Hipodromy jako wielofunkcyjne, sportowo-rekreacyjne przestrzenie zielone w strukturze współczesnych miast. *Środowisko mieszkawo*, 22: 166-172.
199. Thomason J. J., Peterson M. L. 2008. Biomechanical and mechanical investigations of the hoof-track interface in racing horses. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, 24(1): 52-77.
200. Thorogood D. 2003. Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Turfgrass Biology Genetics and Breeding. 7: 75-105.
201. Torre L. A., Battaglia V., Caradonia F. 2016. An overview of the current plant biostimulant legislations in different European Member States. *J. Sci. Food Agric.*, 96: 727-734.
202. Trąba Cz. 2014. Zróżnicowanie zbiorowisk trawiastych w Polsce. *Łąkarstwo w Polsce* 17, 127-143.
203. Trzaskowska E., Adamiec P. 2010. Rola roślinności w kształtowaniu panoram i widoków miasta. *Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr.* 6, 122-132.
204. Trzaskowska E., Adamiec P. 2012. Wartość estetyczna trawników ekstensywnych na wybranych obiektach Lublina. *Łąkarstwo w Polsce* 15, 193-203.
205. Turgeon A. J. 2010. Turfgrass management. Eighth edition (international). Pearson Education International, New Jersey, ss. 436.
206. Urbański P. 2001. Trawy rabatowe. PWRiL, Warszawa, ss. 80.
207. Vamplew W. 2016. The Turf: A Social and Economic History of Horse Racing (Classics in Social History) 2nd edition. Edward Everett Root, ss. 320.
208. Van Dyke A. 2008. Do humic substances influence moisture retention and phosphorus uptake in putting greens? A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master science, Utah State University, Logan, Utah 2008, 3-22.



209. Van Dyke A. 2020. Controlling Snow Molds with civitas turf defense in Utah. *Applied Turfgrass Science-Briefs*, 1, 1-4.
210. Voss D. H. 2002. The Royal Horticultural Society Colour Chart 2001. *Journal American Rhododendron Society* 56(1), 10-11.
211. Wang Q., Zhang J., Zheng Y., Wang A. 2013. Adsorption and release of ofloxacin from acid- and heat-treated halloysite. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 1(113): 51-8. doi: 10.1016/j.colsurfb.2013.08.036.
212. Warda M. 2000. The effect of soil conditions on the maintenance of *Lolium perenne* and *Trifolium repens* in pasture sward. *Grassland Science in Europe*, 5: 104-106.
213. Wincewicz-Bosy M. 2011. Wyścigi konne jako element gospodarki światowej. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego*, t. 11(26): 177-188.
214. Wolski K., Gawęcki J., Bartmanski A., Sokulska D., Baranowski M., 2006. Analiza przydatności gatunków i odmian traw gazonowych oraz ich mieszanek do zakładania muraw piłkarskich. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*, s. Rolnictwo 545, 285-291.
215. Wolski K., Talar-Krasa M, Dradrach A, Szymura M., Biernacik M., Świerszcz S. 2015. Ocena użytkowa murawy piłkarskiej na przykładzie KŚ AZS we Wrocławiu. *Łąkarstwo w Polsce*, 18, 241-254.
216. Wolski K., Talar-Krasa M., Świerszcz S. 2015a. Raport końcowy – Tor wyścigów konnych Śłużewiec, 1-63.
217. Wysocki C. 2002. Przyrodniczo-techniczne uwarunkowania w opracowaniach projektowych trawników sportowych. *Przeł. Nauk. Inż. i Kształt. Środ.* 1 (24): 34-43.
218. Wysocki Cz., Sikorski P. 2014. Fitosocjologia stosowana w ochronie i kształtowaniu krajobrazu. *Wyd. SGGW*, ss. 504.
219. Xiang M., Fry, J. 2019. 2017 National Turfgrass Evaluation Program Perennial Ryegrass Test: 2018 Data. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 5(5): 1-9. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7772>
220. Yakhin O. I., Lubyantsev A. A., Yakhin I. A., Brown P. H. 2017. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.*, 7: 2049.
221. Yuan P., Tan D., Annabi-Bergaya F. 2015. Properties and applications of halloysite nanotubes: recent research advances and future prospects. *Applied Clay Science*, 112-113: 75-93.

222. Yuan Y., Macquarrie D. 2015. Microwave assisted extraction of sulfated polysaccharides (fucoidan) from *Ascophyllum nodosum* and its antioxidant activity. Carbohydr. Polym. 129 101–107. 10.1016/j.carbpol.2015.04.057.
223. Zatwierdzony Roczny Plan Gonitw 2016. WTWK-Partynice, Polski Klub Wyścigów Konnych.
224. Zatwierdzony Roczny Plan Gonitw 2017. WTWK-Partynice, Polski Klub Wyścigów Konnych.
225. Zatwierdzony Roczny Plan Gonitw 2018. WTWK-Partynice, Polski Klub Wyścigów Konnych.
226. Zhang X., Ervin E. H. 2004. Cytocinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytcinins and drought resistance. Crop Sci. 44, 1737-1745.
227. Zhang X., Ervin E. H., Schmidt R. E. 2003. Physiological effects of liquid applications of seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128, 492-496.
228. Zhang Y, Chen Y, Zhang H, Zhang B, Liu J. 2013. Potent antibacterial activity of a novel silver nanoparticle-halloysite nanotube nano-composite powder. J Inorg Biochem, 118: 59–64.
229. Żyłka D., Prończuk S., Prończuk M.: 2001. Porównanie kępowych i rozłogowych podgatunków kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) pod względem przydatności na użytkowanie trawnikowe i nasienne. Zesz. Probl. PNR 474, 103–112.

Strony internetowe:

- <https://wiedza.pkn.pl/web/wiedza-normalizacyjna/nanotechnologia> [dostęp: 20.05.2019]
- <https://www.ifhaonline.org/> [dostęp: 16.09.2019]

## SPIS TABEL

Tabela 1. Zestawienie miesięcznych sum opadów atmosferycznych i średnich dobowych temperatur powietrza w latach badań oraz średnie dla wielolecia .....	27
Tabela 2. Wartość współczynnika hydrotermicznego Sielianiowa w okresie wegetacyjnym, w latach prowadzenia badań.....	28
Tabela 3. Tabela 3. Skład granulometryczny warstwy wegetacyjnej do 0,2 m .....	29
Tabela 4. Wartości średnie zagęszczenia [MPa] w wierzchniej warstwie gleby (0-0,2 m)	33
Tabela 5. Średnia zawartość azotu, fosforu, potasu oraz odczyn w wierzchniej warstwie gleby (0-20 cm) badanych powierzchni toru w kolejnych latach badań .....	34

Tabela 6. Zawartość węgla organicznego, magnezu i żelaza w wierzchniej warstwie gleby ...	34
Tabela 7. Terminy wykonanych oprysków badanymi substancjami.....	36
Tabela 8. Program nawożenia mineralnego w okresie wegetacyjnym.....	38
Tabela 9. Dawki składników pokarmowych dostarczanych z nawozami mineralnymi.....	38
Tabela 10. Wschody życicy trwałej ‘Libero’ [szt.] w warunkach kontrolowanych, w zależności od zastosowanego preparatu (A1- kontrola, A2 – biopreparat, A3 – haloizyt, A4 – biopreparat z haloizytem) oraz terminu obserwacji, z uwzględnieniem wyników testu Kruskala-Wallisa. Poziom istotności $p < 0,05$ oznaczono kolorem czerwonym .....	45
Tabela 11. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla badanych cech użytkowych murawy, w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz pory roku i lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	47
Tabela 12. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech użytkowych murawy względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	47
Tabela 13. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla aspektu ogólnego, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	50
Tabela 14. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla aspektu ogólnego względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	50
Tabela 15. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla zadarnienia, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	57
Tabela 16. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla zadarnienia względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	57
Tabela 17. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla koloru, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	63
Tabela 18. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla koloru względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	63
Tabela 19. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla podatności na choroby, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	70
Tabela 20. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla podatności na choroby względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	70

Tabela 21. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla delikatności liścia, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	76
Tabela 22. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla delikatności liścia względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	76
Tabela 23. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla przezimowania, w zależności, zastosowanego preparatu i strony toru wyścigowego w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	81
Tabela 24. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla przezimowania względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	82
Tabela 25. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla badanych cech funkcjonalnych murawy, (Szt – sztywność, Spr – sprężystość, O – odbojność, Ś – ścinanie) w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz pory roku i lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	85
Tabela 26. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech funkcjonalnych murawy względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	85
Tabela 27. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla sztywności (Szt) traw, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	88
Tabela 28. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla sztywności (Szt) traw względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	88
Tabela 29. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla sprężystości (Spr) traw, w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	94
Tabela 30. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla sprężystości (Spr) traw względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	94
Tabela 31. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla odbojności (O), w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	100
Tabela 32. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla odbojności (O) względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	100

Tabela 33. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla ścinania ( $\dot{S}$ ) w zależności od pory obserwacji, strony toru wyścigowego oraz zastosowanego preparatu w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	107
Tabela 34. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla ścinania ( $\dot{S}$ ) względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu) w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	107
Tabela 35. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla badanych cech morfometrycznych, w zależności od stosowanego preparatu, strony toru wyścigowego oraz lat obserwacji. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	110
Tabela 36. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla badanych cech morfometrycznych względem odległości od wewnętrznej krawędzi toru (kanatu). Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	110
Tabela 37. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla grubości warstwy filcu, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	112
Tabela 38. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla grubości poziomego darniowego, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	116
Tabela 39. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla zasięgu głównej masy korzeniowej, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	119
Tabela 40. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla maksymalnego zasięgu systemu korzeniowego, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystyczne ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym ....	123
Tabela 41. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby węzłów krzewienia, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystyczne ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	127
Tabela 42. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby pędów, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym .....	131
Tabela 43. Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla liczby blaszek liściowych, w zależności od strony toru wyścigowego i zastosowanego preparatu oraz testu U Manna-Whitneya w zależności od odległości od kanatu, w poszczególnych latach badań. Różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) przedstawiono w kolorze czerwonym.....	135

## SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Schemat budowy nanocząsteczkowego haloizytu według Bac i Dung [2016]	23
Rysunek 2. Krzywa składu granulometrycznego warstwy wegetacyjnej, na której prowadzono doświadczenie, w odniesieniu do krzywych granulometrycznych niemieckiej normy DIN 18035-4 .....	29
Rysunek 3. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony zachodniej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej.....	31
Rysunek 4. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony południowej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej.....	31
Rysunek 5. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony wschodniej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej.....	32
Rysunek 6. Zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby dla strony północnej WTWK Partynice na poszczególnych szerokościach bieżni głównej.....	32
Rysunek 7. Schemat położenia poletek na bieżni głównej [M. Biernacik].....	35
Rysunek 8. Schemat doświadczenia na Wrocławskim Torze Wyścigów Konnych.....	37
Rysunek 9. Wschody życicy trwałej ‘Liberio’ w okresie od 3 do 14 dnia od daty wysiewu nasion, w zależności od zastosowanego preparatu, z oznaczeniem grup jednorodnych testem Tukeya. ....	46
Rysunek 10. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od roku oraz pory roku.....	48
Rysunek 11. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od badanej strony toru wyścigowego .....	49
Rysunek 12. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu .....	49
Rysunek 13. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku .....	51
Rysunek 14. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	52
Rysunek 15. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	53
Rysunek 16. Ocena aspektu ogólnego (Ao) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu .....	54
Rysunek 17. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od roku oraz pory roku.....	55
Rysunek 18. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od strony toru wyścigowego .....	55
Rysunek 19. Ocena zadarnienia (Z) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu .....	56
Rysunek 20. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności .....	57

Rysunek 21. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	58
Rysunek 22. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	59
Rysunek 23. Ocena zadarnienia (Z) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu.....	60
Rysunek 24. Ocena koloru murawy (K) w zależności od roku badań oraz pory roku.....	61
Rysunek 25. Ocena koloru murawy (K) w zależności od strony toru wyścigowego.....	62
Rysunek 26. Ocena koloru murawy (K) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu.....	62
Rysunek 27. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności....	64
Rysunek 28. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	65
Rysunek 29. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	66
Rysunek 30. Ocena koloru murawy (K) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu.....	67
Rysunek 31. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od roku oraz pory roku....	68
Rysunek 32. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od strony toru wyścigowego.....	69
Rysunek 33. Ocena podatności na choroby (Pch) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu.....	69
Rysunek 34. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, .....	71
Rysunek 35. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	72
Rysunek 36. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	72
Rysunek 37. Ocena podatności na choroby (Pch) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu.....	73
Rysunek 38. Ocena delikatności liścia (Dl) w zależności od roku oraz pory roku.....	74
Rysunek 39. Ocena delikatności liścia (Dl) w zależności od strony toru wyścigowego.....	75
Rysunek 40. Ocena delikatności liścia (Dl) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu.....	75
Rysunek 41. Ocena delikatności liścia (Dl) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku.....	77

Rysunek 42. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	78
Rysunek 43. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	78
Rysunek 44. Ocena delikatności liścia (DI) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu.....	79
Rysunek 45. Ocena przezimowania (P) w zależności od roku badań oraz pory roku.....	80
Rysunek 46. Ocena przezimowania (P) w zależności od zastosowanego preparatu oraz odległości od kanatu.....	81
Rysunek 47. Ocena przezimowania (P) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	82
Rysunek 48. Ocena przezimowania (P) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu.....	83
Rysunek 49. Ocena przezimowania (P) w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu.....	84
Rysunek 50. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od roku oraz pory roku.....	86
Rysunek 51. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od badanej strony toru wyścigowego.....	87
Rysunek 52. Ocena sztywności (Szt) traw w zależności od zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B).....	87
Rysunek 53. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku.....	89
Rysunek 54. Ocena sztywności (Szt) w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru.....	89
Rysunek 55. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A).....	90
Rysunek 56. Ocena sztywności (Szt) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B).....	91
Rysunek 57. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od roku oraz pory roku.....	92
Rysunek 58. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od strony toru wyścigowego....	93
Rysunek 59. Ocena sprężystości (Spr) traw w zależności od zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B).....	93
Rysunek 60. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku.....	95
Rysunek 61. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	96



Rysunek 62. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A) .....	96
Rysunek 63. Ocena sprężystości (Spr) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B).....	97
Rysunek 64. Ocena odbojności (O) w zależności od roku oraz pory roku .....	98
Rysunek 65. Ocena odbojności (O) w zależności od strony toru wyścigowego .....	99
Rysunek 66. Ocena odbojności (O) w zależności od zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B).....	99
Rysunek 67. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku .....	101
Rysunek 68. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od strony toru wyścigowego.....	102
Rysunek 69. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A) .....	103
Rysunek 70. Ocena odbojności (O) traw w poszczególnych latach badań, w zależności od odległości od kanatu (B).....	104
Rysunek 71. Ocena ścinania (Ś) w zależności od roku oraz pory roku.....	105
Rysunek 72. Ocena ścinania (Ś) w zależności od strony toru wyścigowego .....	105
Rysunek 73. Ocena ścinania (Ś) w zależności od zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B) .....	106
Rysunek 74. Ocena ścinania (Ś) w poszczególnych latach badań, w zależności od pory roku .....	107
Rysunek 75. Ocena ścinania (Ś) w poszczególnych latach badań, w zależności strony toru wyścigowego .....	108
Rysunek 76. Ocena ścinania (Ś) w poszczególnych latach badań, w zależności od zastosowanego preparatu (A) .....	109
Rysunek 77. Ocena ścinania (Ś) w poszczególnych latach badań, względem odległości od kanatu (B) .....	109
Rysunek 78. Grubość warstwy filcu w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego .....	111
Rysunek 79. Grubość warstwy filcu w stosunku do zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B) .....	112
Rysunek 80. Grubość warstwy filcu w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	113
Rysunek 81. Grubość warstwy filcu w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań.....	113

Rysunek 82. Grubość warstwy filcu w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań.....	114
Rysunek 83. Grubość poziomego darniowego w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego .....	115
Rysunek 84. Grubość poziomego darniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) i odległości od kanatu (B).....	115
Rysunek 85. Grubość poziomego darniowego w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	116
Rysunek 86. Grubość poziomego darniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań.....	117
Rysunek 87. Grubość poziomego darniowego w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań.....	117
Rysunek 88. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego .....	118
Rysunek 89. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B).....	119
Rysunek 90. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	120
Rysunek 91. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań.....	121
Rysunek 92. Zasięg głównej masy korzeniowej w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań.....	121
Rysunek 93. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego.....	122
Rysunek 94. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B) .....	123
Rysunek 95. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	124
Rysunek 96. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do zastosowanego preparatu (A) w poszczególnych latach badań .....	125
Rysunek 97. Maksymalny zasięg systemu korzeniowego w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań .....	125
Rysunek 98. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego .....	126
Rysunek 99. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B).....	127

Rysunek 100. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	128
Rysunek 101. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań.....	128
Rysunek 102. Liczba węzłów krzewienia w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań.....	129
Rysunek 103. Liczba pędów w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego.....	130
Rysunek 104. Liczba pędów w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B) .....	130
Rysunek 105. Liczba pędów w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań .....	132
Rysunek 106. Liczba pędów w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań .....	132
Rysunek 107. Liczba pędów w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań .....	133
Rysunek 108. Liczba blaszek liściowych w stosunku do lat badań oraz strony toru wyścigowego .....	134
Rysunek 109. Liczba blaszek liściowych w stosunku do zastosowanego preparatu (A) oraz odległości od kanatu (B).....	134
Rysunek 110. Liczba blaszek liściowych w stosunku do strony toru wyścigowego, w poszczególnych latach badań.....	135
Rysunek 111. Liczba blaszek liściowych w stosunku do zastosowanego preparatu (A), w poszczególnych latach badań.....	136
Rysunek 112. Liczba blaszek liściowych w stosunku do odległości od kanatu (B), w poszczególnych latach badań.....	137
Rysunek 113. Zmiany składu gatunkowego murawy bieżni głównej toru wyścigowego.	137
Rysunek 114. Zmiany składu gatunkowego murawy, w części zachodniej, południowej, wschodniej i północnej toru.....	138
Rysunek 115. Średnia trzyletnich pomiarów zagęszczenia wierzchniej warstwy gleby dla poletek: a. kontrolnych; b. po zastosowaniu biopreparatu; c. po zastosowaniu haloizytu; d. po zastosowaniu bopreparatu w połączeniu z haloizytem.....	139

## **SPIS FOTOGRAFII**

Fotografia 1. Kanat oraz znaczniki wyznaczające poletka doświadczalne na torze wyścigów konnych Partynice .....	150
Fotografia 2. Oprysk poletek doświadczalnych (lipiec 2016 r.).....	150

Fotografia 3. Penetrologger .....	150
Fotografia 4. Urządzenie ścinające - pomiar wytrzymałości darni na ścinanie .....	151
Fotografia 5. Ślady kopyt na murawie beżni głównej .....	151
Fotografia 6. Mosiężne kopyto do pomiaru odbojności .....	151
Fotografia 7. Ziarniki traw na szalkach Petriego w 14 dniu doświadczenia. Traktowane: a. wodą destylowaną; b. biopreparatem; c. haloizytem; d. biopreparatem z haloizytem ..	152
Fotografia 8. Wyścig na torze Partynice we Wrocławiu .....	152

## **Streszczenie**

Murawy na bieżniach wyścigów konnych poddawane są dużym obciążeniom. W celu zapewnienia odpowiednich warunków dla prowadzenia gonitw konieczne jest utrzymanie równomiernie zagęszczonej, zwartej darni. Wykorzystanie biostymulatorów opartych o naturalne związki i/lub ekstrakty oraz wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań w produkcji roślinnej, może stanowić uzupełnienie dla tradycyjnego nawożenia roślin oraz stymulować wzrost i rozwój roślin w niekorzystnych warunkach środowiska.

Celem pracy była analiza wpływu biopreparatu na bazie wyciągu z alg morskich *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil oraz haloizytu na kształtowanie cech użytkowych i funkcjonalnych murawy intensywnie eksploatowanej.

W latach 2016 – 2018 na bieżni głównej toru wyścigów konnych Partynice we Wrocławiu prowadzono doświadczenie w oparciu o istniejącą murawę sportową. Jako czynnik badawczy stosowano zabiegi przy użyciu biopreparatu, haloizytu (o zdolnościach sorpcyjnych) oraz ich połączenia. Drugim analizowanym czynnikiem była lokalizacja poletek doświadczalnych na torze (do 10 m i powyżej 10 m od kanatu) związana z różnym stopniem zagęszczenia podłoża i obciążenia murawy.

Wykazano dodatni wpływ badanych substancji na kształtowanie wybranych cech użytkowych i funkcjonalnych murawy. Zastosowanie biopreparatu oraz jego połączenia z haloizytem wpłynęło na poprawę aspektu ogólnego murawy, jej zadarnienia, koloru, sztywności, sprężystości i ścinania. Biostymulator istotnie ograniczył tempo i liczbę wschodów życicy trwałej w warunkach kontrolowanych, podczas gdy zastosowanie haloizytu wpłynęło na wzrost tempa kiełkowania oraz liczby skiełkowanych nasion. Trawy cechowały się małą podatnością na choroby, a stosowanie biopreparatu i haloizytu nie wpływało na stopień porażenia traw przez patogeny. Analiza cech morfometrycznych wykazała wytworzenie bardziej rozbudowanego systemu korzeniowego na murawach poddanych działaniu biostymulatora. Murawa na wskazanych poletkach charakteryzowała się głębszym zasięgiem głównej masy korzeniowej. Podobna zależność dotyczyła odległości od kanatu. Korzenie roślin położonych powyżej 10 m od kanatu sięgały głębiej, ponadto rośliny wytwarzały większą liczbę węzłów krzewienia, pędów i blaszek liściowych.

**Słowa kluczowe:** murawa sportowa, tor wyścigów konnych, *Ascophyllum nodosum*, haloizyt, wartość użytkowa

## **Summary**

The turfgrass on horse racing tracks are subjected to heavy loads. In order to ensure appropriate conditions for running races, it is necessary to maintain an evenly compacted turf. The use of biostimulants based on natural compounds and/or extracts and the introduction of innovative solutions in plant production may complement traditional fertilization of plants and stimulate the growth and development of plants in unfavorable environmental conditions.

The aim of the study was to analyze the influence of the biopreparation based on *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil seaweed extract and halloysite on the utility and functional features of intensively exploited turf.

An experiment was conducted in 2016-2018 on the main track of the Partynice horse racing track in Wrocław, basing on the existing sports turf. Treatments with the use of biopreparation, halloysite (with sorption capacity) and their combination were used as the research factor. The second analyzed factor was the location of the experimental plots on the track (up to 10 m and more than 10 m from the canate) related to different compaction of the substrate and turf exploitation.

The positive influence of the tested substances on the shaping of selected utility and functional characteristics of the grassland was demonstrated. The use of the biopreparation and its combination with halloysite improved the overall aspect of the turf, its turf, color, stiffness, elasticity and cutting. The biostimulator significantly reduced the rate and number of emergence of perennial ryegrass seeds under controlled conditions, while the use of halloysite increased the germination rate and the number of germinated seeds. The grasses were characterized by low susceptibility to diseases, the use of biopreparation and halloysite did not affect the level of pathogen infestation. The analysis of morphometric features showed the formation of more extensive root system on the plots treated with the biostimulator. The turf in the indicated plots was characterized by a deeper reach of the main root mass. A similar dependence concerned the distance from the canate. The roots of plants located more than 10 m from the canate reached deeper, moreover, the plants produced more tillering nodes, shoots and leaves.

**Keywords:** sports turf, horse racing track, *Ascophyllum nodosum*, halloysite, utility value