

UNIwersytet śląski w Katowicach
Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

mgr inż. Katarzyna Wita

**ROZWIĄZANIA TECHNICZNE STRUKTUR MATERIAŁÓW
ODZIEŻOWYCH Z APRETURĄ BIOBÓJCZĄ**

PRACA DOKTORSKA

PROMOTOR:
PROF. DR HAB. N. T. MACIEJ HAJDUGA

BIELSKO-BIAŁA 2019

Spis treści

Wykaz wybranych skrótów i terminów	4
1. Wstęp.....	6
2. Przegląd literatury	7
2.1. Gatunki kleszczy w Polsce i na świecie	7
2.2. Budowa anatomiczna kleszczy <i>Ixodes ricinus</i>	12
2.3. Cykl życiowy kleszczy <i>Ixodes ricinus</i>	14
2.4. Występowanie kleszczy w Polsce	17
2.5. Kleszcze <i>Ixodes ricinus</i> jako wektory mikroorganizmów chorobotwórczych.....	19
2.6. Żywiciele kleszczy <i>Ixodes ricinus</i>	23
2.7. Odkleszczowe choroby zawodowe.....	25
2.8. Ochrona przed kleszczami.....	27
2.8.1. Działania edukacyjne	27
2.8.2. Działania osobiste	28
2.8.3. Działania środowiskowe	32
2.9. Ochrona psów	33
2.10. Podsumowanie przeglądu piśmiennictwa	36
3. Teza i cel pracy	39
4. Program badań.....	40
5. Badania własne.....	41
5.1. Ankietyzacja wstępna	41
5.2. Materiał wytypowany do badań	45
5.2.1. Technologia napawania	47
5.2.2. Analiza spektroskopowa	48
5.2.3. Analiza tkaniny	50
5.2.4. Badania podstawowe	67

5.3.	Badania laboratoryjne z udziałem żywych organizmów	75
6.	Część projektowa	86
6.1.	Projekt i realizacja odzieży ochronnej.....	86
6.1.1.	Koszula dla człowieka	86
6.1.2.	Kamizelka dla psa	90
7.	Badania terenowe	95
8.	Ankietyzacja po eksploatacji odzieży	99
9.	Dyskusja wyników	103
10.	Wnioski.....	113
11.	Streszczenie w języku polskim.....	115
12.	Streszczenie w języku angielskim	116
13.	Literatura	117
14.	Spis rysunków	126
15.	Spis tabel	133

Wykaz wybranych skrótów i terminów

BHP – Bezpieczeństwo i Higiena Pracy

CCD – kamera cyfrowa (ang. charge coupled device)

CIOP – Centralny Instytut Ochrony Pracy

CV – współczynnik zmienności

DEET – organiczny związek chemiczny (N,N-Dietylo-m-toluamid), stosowany jako składnik środków odstrasżających na owady i pajęczaki

Dogoterapia – metoda wspomagająca procesy związane z różnego rodzaju rehabilitacją, terapią i rozwojem z udziałem odpowiednio wyszkolonych psów

Epizootiologia – nauka o czynnikach warunkujących występowanie, przebieg i szerzenie się wśród zwierząt chorób zakaźnych

EUCALB – Europejskie Działanie w Sprawie Boreliozy (ang. European Union Concerted Action on Lyme Borreliosis)

FIR – daleka podczerwień (ang. far infrared)

GIS – Główny Inspektorat Sanitarny

IDSA – Towarzystwo Lekarzy Chorób Zakaźnych w Stanach Zjednoczonych (ang. Infectious Diseases Society of America)

ILADS – Międzynarodowa Organizacja ds. Boreliozy i Chorób Towarzyszących (ang. International Lyme and Associated Diseases Society)

IR – podczerwone promieniowanie elektromagnetyczne (ang. infrared)

Karczek – część materiału znajdująca się u góry koszuli, tuż pod kołnierzem, do której wszywa się jej tył

KMZ – kleszczowe zapalenie mózgu

LP – Lasy Państwowe

Me – mediana

MIR – średnia podczerwień (ang. mid infrared)

Napawanie – proces wykończalniczy tkanin polegający na nanoszeniu na wyroby włókiennicze określonych środków apreterskich, nadających pożądanych właściwości

NIAID – Narodowy Instytut Alergii i Chorób Zakaźnych (ang. National Institutes of Allergy and Infectious Diseases)

NIR – bliska podczerwień (ang. near infrared)

NIZP – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego

Oeko–Tex – zastrzeżony znak towarowy, nadawany przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Badań i Testowania w Dziedzinie Ekologii Tekstyliów i Skóry, potwierdzający bezpieczeństwo produktu dla człowieka i środowiska

OSHA – Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia Pracy (ang. Occupational Safety and Health Administration)

p – poziom ufności

Patka – ozdobna klapka zakrywająca kieszenie

Plisa (listwa) – fragment materiału z dziurkami na guziki, dzięki któremu możliwe jest zapinanie koszuli.

Przędza – jednolita i ciągła warstwa włókien, mniej lub bardziej sparalelizowanych i szczepionych ze sobą pod wpływem siły tarcia powstającej na skutek nadania skrętu.

PZH – Państwowy Zakład Higieny

Repelent – środek odstraszający różne gatunki zwierząt, najczęściej owady i kleszcze. Dostępne w postaci: kremów, olejków, aerozoli, płynów, lepów lub siatek, a także urządzeń emitujących światło lub dźwięk.

SD – odchylenie standardowe

SE – błąd standardowy

TBD – choroby odkleszczowe (ang. tick-borne diseases)

WHOPES – Światowa Organizacja Zdrowia (ang. World Health Organisation Pesticide Evaluation Scheme)

z.i. – źródła internetowe

1. Wstęp

Rozprawa porusza temat szkodliwego oddziaływania kleszczy, które ze względu na swoje znaczenie epidemiologiczne, epizootiologiczne, jak też bezpośrednią szkodliwość, obecnie zyskały opinię wyjątkowo groźnych pasożytów zwierząt i człowieka. Idea osadzona jest w rzeczywistości, odnosząc się do fizycznie zaistniałej sytuacji problemowej, ściśle dotyczącej człowieka oraz psa. Podejmowany problem zidentyfikowano w obszarze rosnącej liczby populacji kleszczy w całej Europie, oraz jej bezpośrednią korelację z liczbą osób oraz psów narażonych na choroby od kleszczowe. Ustalono, że dotychczas nie znaleziono rozwiązań na tyle skutecznych, które stanowiłyby przeciwwagę temu złożonemu problemowi. Powyższe posłużyło jako baza do stworzenia działań naukowych, stanowiących przedmiot badań niniejszej pracy.

Wielotorowe badania zamieszczone w pracy pozwolą odpowiedzieć na pytanie: Jak dalece odzież z apreturą biobójczą, może chronić zdrowie człowieka oraz psa? Rezultatem będzie innowacyjna odzież ochronna, tolerowana przez człowieka i psa, pozostająca w funkcji barierowej wobec szkodliwego oddziaływania inwazyjnych organizmów. Tym samym przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa pracowników będących w grupie ryzyka zawodowego, najbardziej narażonych na choroby od kleszczowe.

Po raz pierwszy docelową grupą chronioną odzieżą biobójczą będą psy. Niniejsza praca prezentuje pionierskie badania, które pozwolą zwrócić uwagę na kwestię bezpieczeństwa psów pracujących. Innowacyjna, nieistniejąca dotąd konstrukcja kamizelki dla psa przyczyni się do poszerzenia wiedzy, z zakresu profilaktyki zwierząt. Spowoduje zauważalne zmniejszenie ilości ataków i żerowania kleszczy na psach, a w konsekwencji na człowieku będącym kolejnym żywicielem pasożyta.

Realizowany temat wniesie wkład w prowadzone badania nad kleszczami oraz opracowywanie metod ochrony przed nimi. Mając świadomość, że całkowite wyeliminowanie kleszczy z biotopu jest niemożliwe oraz fakt, że ich ilość stale rośnie, powoduje że, praca ta jest realną odpowiedzią na jawiącą się coraz większą potrzebę ochrony zdrowia, w tym obszarze. Pomysł opracowania innowacyjnej odzieży biobójczej wpisuje się także, w kanon współczesnej nauki, która ma za zadanie odpowiadać na potrzeby dzisiejszego świata, przemysłu i społeczeństwa poprzez prowadzenie utylitarnych i wartościowych działań naukowych.

Dysertacja obejmuje kilka części. Rozpoczyna ją starannie opracowany i odpowiednio dobrany do poruszanego tematu pracy przegląd piśmiennictwa. Następnie celem uargumentowania realnego istnienia rozwiązywanego problemu przedstawiono wyniki ankiety wstępnej. Wytypowano materiał badawczy oraz opracowano program badań własnych, mechanicznych, mikroskopowych oraz laboratoryjnych z udziałem żywych organizmów. Równocześnie prowadzono naukowe badania terenowe z udziałem ekspertów.

2. Przegląd literatury

Przegląd literatury ma na celu uzasadnienie podjęcia tematu poprzez przedstawienie i przeanalizowanie obszaru zagrożeń związanych z kleszczami i chorobami jakie przenoszą, obecnego stanu zapotrzebowania na środki ochrony osobistej oraz charakterystyki aktualnego poziomu wiedzy i techniki w zakresie prewencji przeciw kleszczowej.

2.1. Gatunki kleszczy w Polsce i na świecie

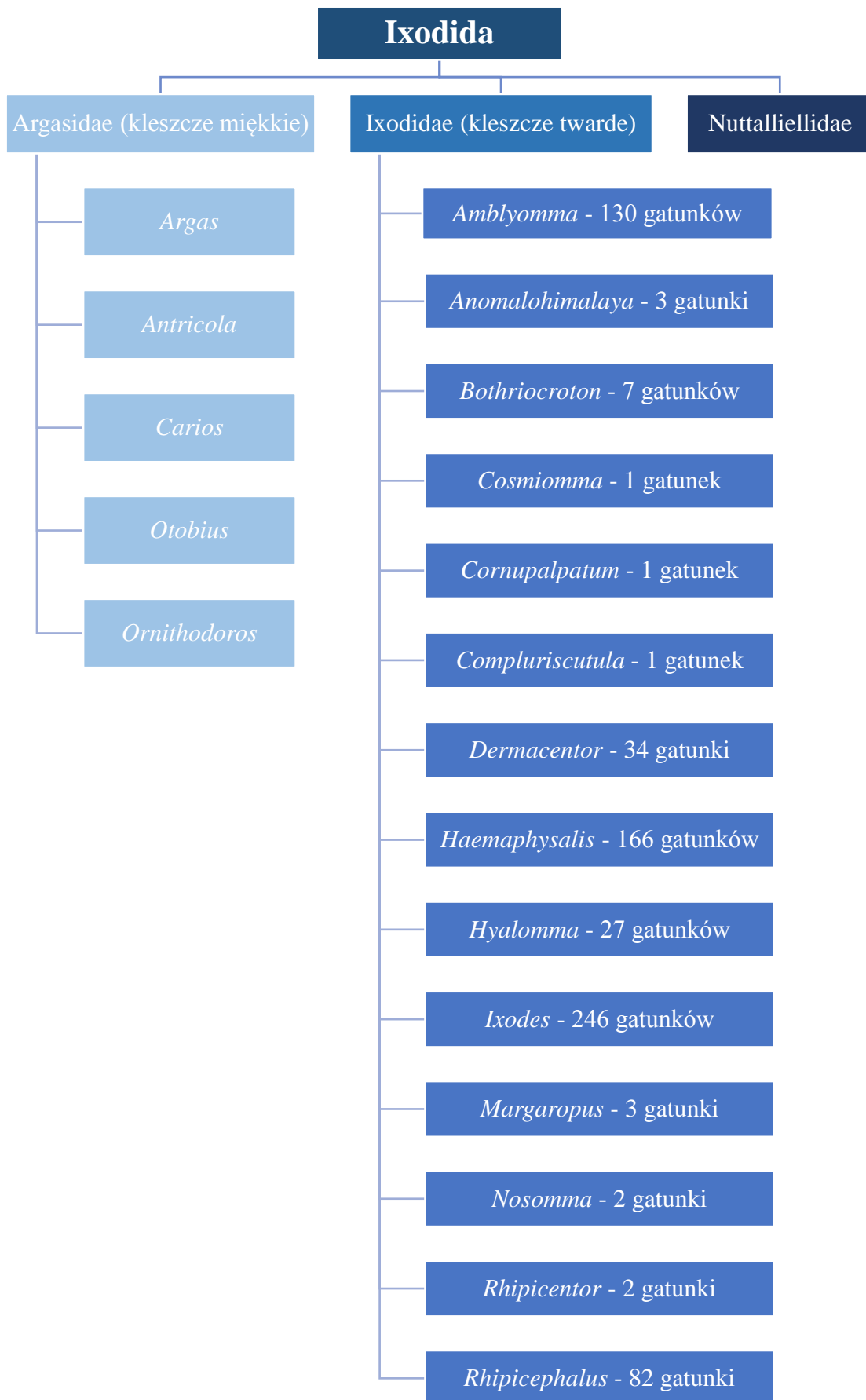
Na świecie znanych jest około 900 gatunków kleszczy, z czego ponad 70 zaliczanych jest do fauny europejskiej, a 19 z nich występuje w Polsce [1]. Szczegółową systematykę kleszczy przedstawia rys.1.



Rys.1. Systematyka kleszczy

Opisano trzy rodziny kleszczy rys.2. Dwie największe to rodziny siostrzane: *Ixodidae* (Kleszczowate) – kleszcze twarde i *Argasidae* (Obrzeżkowate) – kleszcze miękkie. Różnicuje się je, ze względu na pancerz znajdujący się na ich grzbiecie. U samców pokrywa on cały grzbiet, natomiast u samic, nimf i larw – tylko część grzbietu (rys.3-6). Kleszcze twarde występują we wszystkich regionach świata, z wyjątkiem Arktyki i Antarktydy. Mogą żyć we wszystkich typach środowisk – od silnie wilgotnych siedlisk tropikalnych po stepy, pustynie i półpustynie. W ich rodzinie wyszczególniono około 702 gatunki kleszczy. Najbardziej rozpowszechnionym gatunkiem w Polsce jest *Ixodes ricinus*, stanowiący obiekt zainteresowania badawczego tej pracy (rys.6). Kleszcze z rodziny obrzeżkowatych nie posiadają pancerza, a ich ciało jest w pełni skórzaste, pokryte brodawkami, kolcami lub płytkami. W rodzinie kleszczy miękkich wyodrębniono pięć gatunków: *Argas*, *Antricola*, *Carios*, *Otobius* oraz *Ornithodoros* (rys.7) [2].

Dokładne poznanie występowania poszczególnych gatunków kleszczy, a także ich rozprzestrzenianie geograficzne, ma ogromne znaczenie dla oceny zagrożenia zdrowia publicznego. Kleszcze stanowią potencjalne wektory i rezerwuary wielu różnych czynników chorobotwórczych [3]. Myśl ta zostanie rozwinięta w dalszych rozdziałach pracy. W związku z powyższym w pełni uzasadnione, a nawet konieczne jest monitorowanie rozkładu liczebności kleszczy, patogenów jakie przenoszą oraz ewentualnych migracji poszczególnych gatunków. Kleszcze w zależności od gatunku zaadaptowały się do życia w praktycznie każdych warunkach klimatycznych. Różnią się od siebie przede wszystkim wyglądem, preferowanym miejscem bytowania oraz chorobami jakie mogą przenosić. Wybrane gatunki kleszczy przedstawiono na kolejnych rysunkach 3-7.



Rys.2. Główny podział – rodziny kleszczy



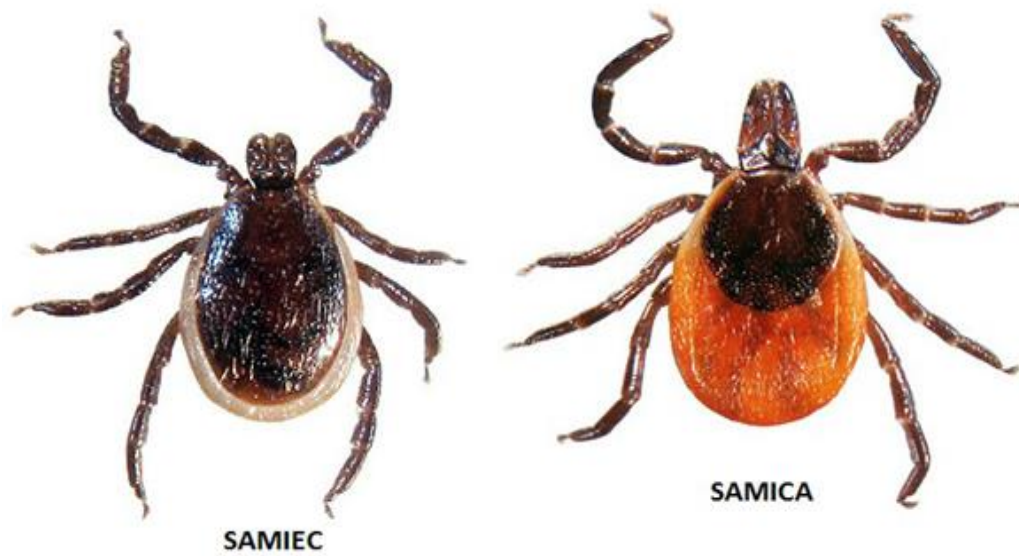
Rys.3. Kleszcz twardy – *Dermacentor andersoni* – samica i samiec [z.i.]



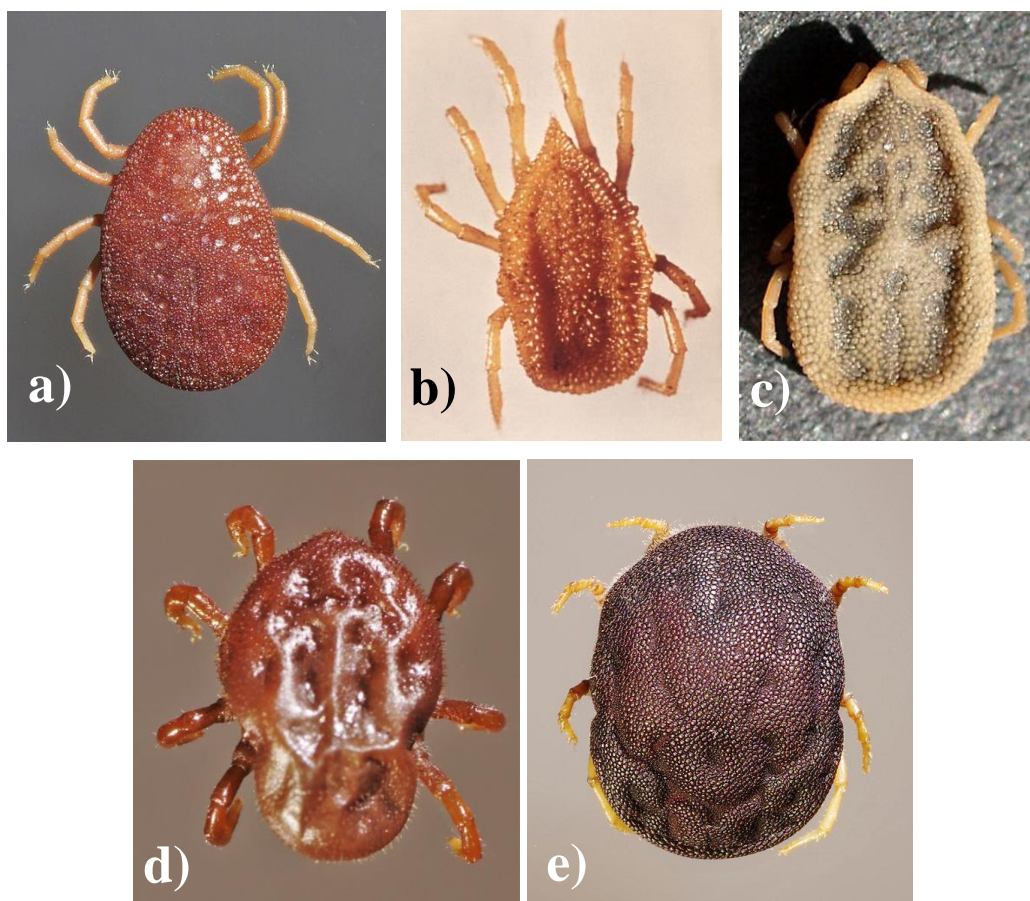
Rys.4. Kleszcz twardy – *Hyalomma rufipes* – samica i samiec [z.i.]



Rys.5. Kleszcz twardy – *Amblyomma variegatum* – samica i samiec [z.i.]



Rys.6. Kleszcz twardy – *Ixodes ricinus* [z.i.]



Rys.7. Kleszcz miękki: a) *Argas*, b) *Antricola*, c) *Carios*, d) *Otobius* e) *Ornithodoros* [z.i.]

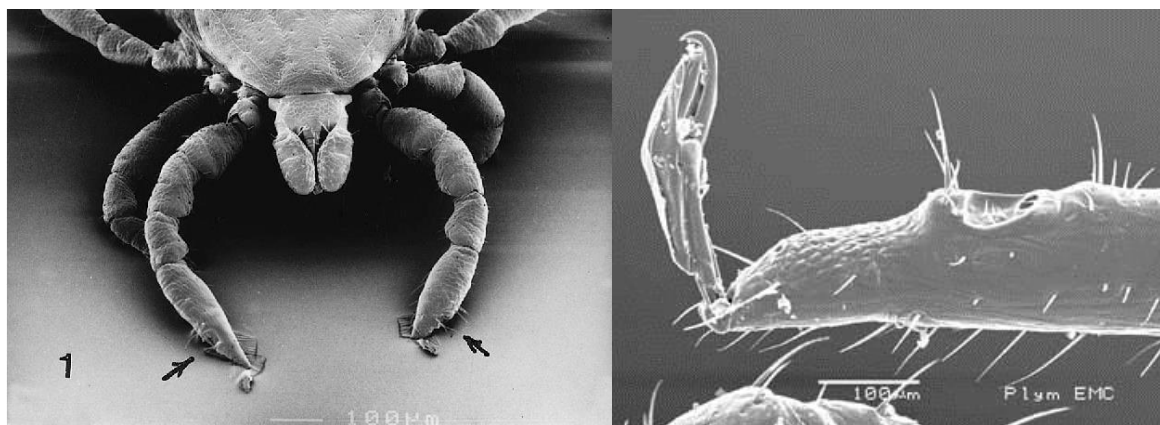
2.2. Budowa anatomiczna kleszczy *Ixodes ricinus*

Najliczniej występujący w Polsce gatunek kleszczy z rodziny *Ixodida* to *Ixodes ricinus* [4]. Zaliczany jest do kleszczy twardych. Ich ciało dzieli się na dwie części: gnatosomę – stanowiącą narząd gębowy, oraz idiosomę – stanowiącą pozostałą część ciała kleszcza [3]. Gnatosomę buduje para nogogłaszczków, para szczęk i hypostom. Hypostom mieści się między parą nogogłaszczków, które pełnią jego funkcję ochronną. Szczęki przecinają skórę żywiciela. Wyposażony w kolce hypostom, wkłuwany jest do ciała ofiary, tym samym fiksując się i utrudniając wyciągnięcie. Przystosowany jest do ssania płynów.



Rys.8. Gnatosoma: a) narząd Hallera, b) szczęki, c) hypostom, d) nogogłaszczki [z.i.]

Dorosłe kleszcze posiadają cztery pary odnóży. Pierwsza para wyposażona jest w tzw. narząd Hallera będący swoistym narządem zmysłu (rys.9). To dzięki niemu kleszcze są zdolne do odczuwania zmian wilgotności i ciepła. Potrafią rozpoznać nawet kilkadziesiąt zapachów w tym składników potu, feromonów oraz dwutlenku węgla [5].



Rys.9. Narząd Hallera [z.i.]

Budowa ciała kleszczy jest w zarysie owalna i spłaszczona grzbieto-brzusznie. Największe rozmiary osiągają samice ok. 3,0-3,5mm długości. W trakcie posiłku ich objętość ciała może się zwiększyć nawet czterokrotnie. Ze względu na znaczną ilość krwi jaką kleszcze pobierają z ciała żywiciela, (porównując np. do komara), w skrajnych przypadkach pozostają przytwierdzone do powierzchni skóry nawet do 15 dni. Tak mocne zakotwiczenie wytrzymujące, ewentualne pocieranie i drapanie miejsca wkłucia kleszcza, umożliwia mu wspomniany już hypostom. Narząd ten został sklasyfikowany w biologii jako „aparat żądłacy”. W tym miejscu pragnę wprowadzić swego rodzaju sprostowanie, ponieważ literatura fachowa zawiera pewną nieścisłość w nazewnictwie. Wymiennie, bardziej lub mniej świadomie, używa się pojęć: ugryzienie, pokłucie, użądlenie. Najczęstszą formą określającą wsunięcie i zakleszczenie hypostomu w skórze ofiary jest – pokłucie przez kleszcza. W rzeczywistości jednak kleszcze żądłają. Wyjaśnienie powyższej kwestii ma na celu zwrócenie uwagi na w pełni świadome zamiennie stosowanie owego nazewnictwa w tej rozprawie. Kontynuując, podczas samego aktu przecinania skóry i żądlenia ofiary, kleszcz wpuszcza do rany ślinę zawierającą substancję znieczulającą, a także hamującą krzepnięcie krwi oraz układ odpornościowy. Stąd moment samego wkłucia może zostać nie zauważony. Brak codziennego sprawdzania ciała może skutkować żerowaniem kleszcza przez długi okres czasu (rys.10).

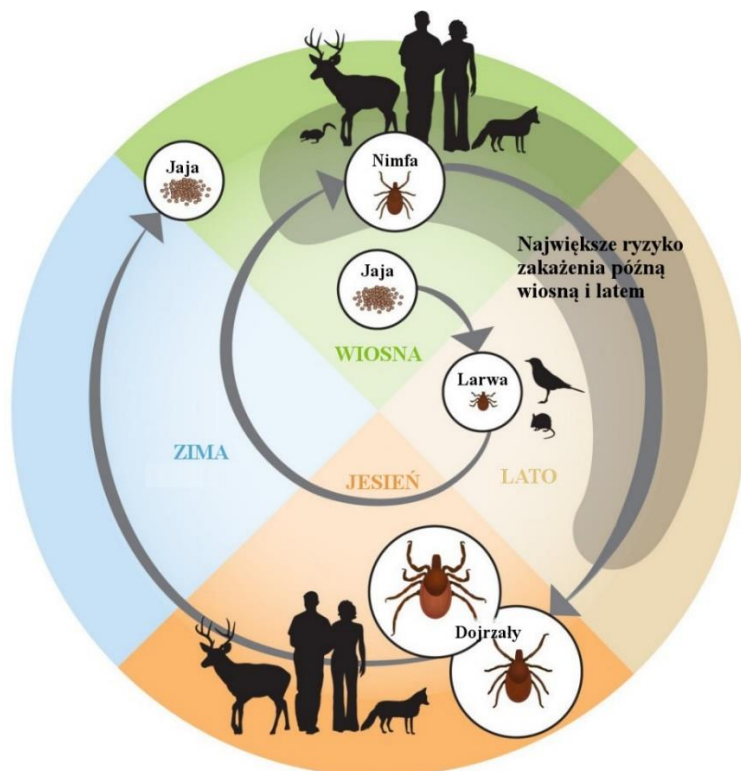


Rys.10. Żerująca na powierzchni skóry samica *I.ririnus* [z.i.]

2.3. Cykl życiowy kleszczy *Ixodes ricinus*

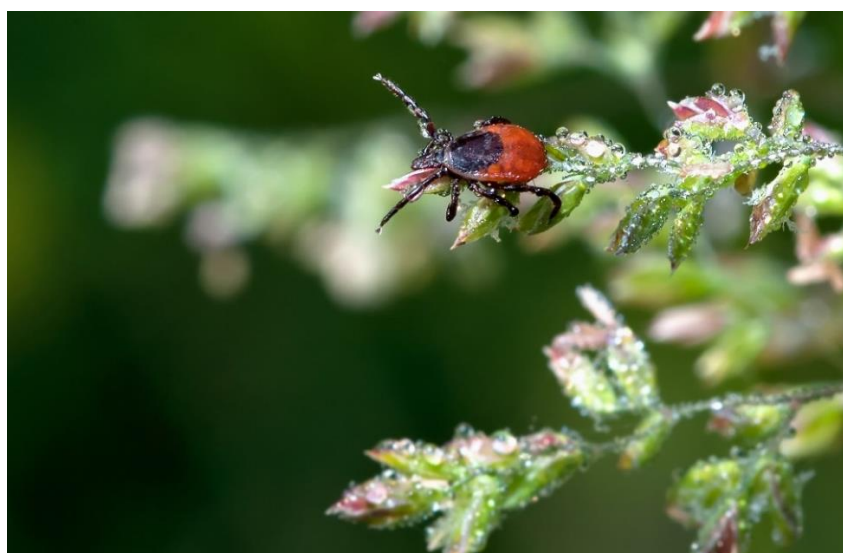
Cykl rozwojowy kleszcza z gatunku *Ixodes ricinus*, trwa średnio około 2-3 lata. Występują w nim trzy aktywne stadia, w trakcie których kleszcz musi pobierać krew, niezbędną mu do dalszego rozwoju. Pełny cykl rozwojowy kleszcza pospolitego określanym jest mianem trójżywieliowego. Rozwijające się kleszcze mają trzech żywicieli, po jednym dla każdego etapu przeistaczania, kolejno: larwa, nimfa, dorosły osobnik (rys.11) [3].

Wiosną samica składa jaja, do lata przekształcające się w larwę. Charakterystyczne dla tego stadium są trzy pary odnóży i wielość ok.0,8-0,9mm. Po przejściu w stan aktywności larwy atakują pierwszego żywiciela. Ze względu na miejsce ich bytowania tj. ściółka – najczęstszymi ofiarami są małe i średnie ssaki, ptaki oraz gady. Larwy muszą ssać krew około 3-5dni. Po żerowaniu odcepiają się, opadają na podłoże i przeistaczają się w nimfy. Te są nieco większe ok.1-1,5mm, posiadają cztery pary odnóży i piją krew około 5-7dni. Nimfy podobnie jak larwy po ataku kolejnego żywiciela pobierają pokarm i na podłożu przekształcają się w postaci dorosłe. Po osiągnięciu właściwego stopnia rozwoju samice i samce atakują trzeciego żywiciela. Najedzone samice składają od 1000 do 3000 jaj, po czym giną [5,6].



Rys.11. Cykl rozwojowy kleszcza *Ixodes ricinus* [z.i.]

Wszystkie stadia rozwojowe *I.ricinus* szukając żywiciela umiejscawiają się w zaroślach, wspinają się na roślinność i oczekują z wysuniętymi przednimi odnóżami (na końcach których znajduje się ich narząd zmysłu) na przechodzącą ofiarę (rys.12). Podczas oczekiwania kleszcz traci niezbędną mu do życia wilgoć.



Rys.12. Przyjęcie charakterystycznej pozycji w oczekiwaniu na żywiciela [z.i.]

Jeżeli względna wilgotność jest bardzo wysoka, aspirują ją z powietrza. W przeciwnym razie, pajęczak musi co jakiś czas przemieścić się niżej, by dotrzeć do bardziej wilgotnego otoczenia jak ściółka czy runo leśne. Młodsze osobniki zawierają w sobie mniej wody, dlatego wspinają się na niewielkie wysokości i zawracają aby uzupełnić zapotrzebowanie na wodę. W efekcie niedojrzałe formy kleszcza pospolitego zdecydowanie najczęściej znajduwane są u małych zwierząt jak myszy, ptaki, ryjówki, norniki. Nimfy z kolei wspinają się nieco wyżej stąd atakują zające, wiewiórki, lisy, psy itd. Kontynuując, żerujące dorosłe osobniki, stwierdzane są na dużych zwierzętach takich jak sarny, jelenie i dziki [5,7]. Zasadniczo kleszcze nie są pasożytami człowieka. Ich naturalne środowisko w głównej mierze obejmuje: lasy, trawy, pola i pastwiska. Przeniesienie się kleszczy na tereny zurbanizowane oraz zwiększona aktywność ludzi na terenach ich naturalnego środowiska spowodowała zaistnienie człowieka w śród szerokiego kręgu żywicieli tych pajęczaków [8].

Badacze analizujący życie kleszczy stwierdzili, że istotny i bezpośredni wpływ na cykl życiowy i populacje tych pajęczaków mają przebieg pór roku, średnie temperatury oraz towarzyszące im zmiany wilgotności powietrza. W jakim stopniu warunki termiczne wpływają na rozwój kleszczy, prześledzić można na przykładzie prac badawczych Grey'a oraz Gilbert'a wraz z ich zespołami [9,10]. Autorzy odnotowali zależność drastycznego skrócenia okresu dorozwoju w wyższych temperaturach. W efekcie, zmianom ulega synchronizacja rozwoju poszczególnych stadiów rozwojowych oraz rozmycie szczytów aktywności. Pomimo faktu iż, rosnące średnie temperatury sprzyjają zwiększeniu się liczby kleszczy, należy podkreślić iż zmiany te nie są gwałtowne. Umożliwiają ich ekspansję siedliskową na nowe tereny, jednocześnie wypierając z rejonów postępującego pustynnienia, gdzie warunki stają się dla nich niekorzystne [11,12].

2.4. Występowanie kleszczy w Polsce

W literaturze fachowej można znaleźć informacje, o stwierdzonym występowaniu w Polsce od 19 do 21 gatunków kleszczy [6,13,14,15]. Rozbieżność ta może wynikać z różnych lat z jakich dane publikacje pochodzą, i wskazywała by na migrację i rosnącą liczbę tych pajęczaków. Poniżej zebrano najważniejsze informacje dotyczące, najliczniejszych populacji gatunków kleszczy w Polsce (rys.13) [14,16,17].



Ixodes ricinus - kleszcz pospolity

- Miejsce bytowania: parki miejskie, ogrody, lasy i wiele innych
- Żywiciele: jeleniowate, ptaki, małe gady, psy, koty, człowiek,
- Możliwe patogeny: najczęściej borelioza i KZM



Dermacentor reticulatus - kleszcz łąkowy

- Miejsce bytowania: zalewiska, trawy, wrzosowiska, krzewy, łąki.
- Żywiciele: psy, konie, bydło, owce, sarny, jelenie, rzadko ludzie.
- Możliwe patogeny: babeszjoza, anaplazmoza, KMZ, gorączki plamiste.



Rhipicephalus sanguineus - kleszcz psi

- Miejsce bytowania: pomieszczenia ogrzewane, budy, mieszkania.
- Żywiciele: głównie psy.
- Możliwe patogeny: babeszjoza, ehrlichioza, cykliczna trombocytopenia psów, hepatozoonoza.



Ixodes hexagonus - kleszcz jeżowy

- Miejsce bytowania: puszcze, parki miejskie, ogrody.
- Żywiciele: lisy, łasice, jeże, gronostaje, zwierzęta domowe, ludzie.
- Możliwe patogeny: borelioza, KMZ.



Argas reflexus - obrzeżek gołębi

- Miejsce bytowania: ptasie gniazda, mieszkania, strychy, meble, szczeliny, pod listwami podłogowymi i tapetami.
- Żywiciele: gołębie, ptaki, drób, człowiek.
- Możliwe patogeny: miejscowe zapalenie naczyń limfatycznych, obrzęk węzłów chłonnych, wstrząs anafilaktyczny i inne.

Rys.13. Najliczniejsze gatunki kleszczy w Polsce [z.i.]

Rozwój badań nad występowaniem kleszczy w Europie nastąpił na skutek ich znaczenia epidemiologicznego i epizootologicznego. Pierwsze opracowanie, dotyczące fauny kleszczy powstało w 1964 roku i jest nim monografia Babosa. Praca spotkała się z dużą krytyką innych badaczy kleszczy, ze względu na brak weryfikacji odrębności gatunkowej opisanych pajęczaków [18]. Wymieniając najwybitniejszych badaczy światowej fauny kleszczy pragnę wspomnieć amerykańskiego uczonego Harry'ego Hoogstraal (1917-1986). Podczas swojej wieloletniej pracy opublikował opisy kilkudziesięciu nowych dla nauki gatunków Ixodida (w tym *Argas polonicus* odkrytego w Polsce), będąc współautorem kilkutomowej bibliografii kleszczy. [19] Obrzeżek polski (*Argas polonicus*) odkryty został na stychu Kościoła Mariackiego w Krakowie. Został szeroko opisany przez polskiego badacza Krzysztofa Siuda, którego dzieła mają duże znaczenie dla badań systematycznych i faunistycznych kleszczy w naszym kraju [20]. Pierwsze dane dotyczące występowania kleszczy w Polsce przedstawiła Prof dr hab. Jadwiga Lachmajer w 1967r.

Pomimo dużego zainteresowania znaczącą rolą kleszczy jaką pełnią w epidemiologii i epizootologii chorób transmisyjnych zarówno u ludzi jak i zwierząt, fauna tych pajęczaków nie jest jeszcze dostatecznie poznana. W dalszym ciągu brakuje monograficznego opracowania całości fauny europejskiej tych pasożytów [21].

W dalszej części rozprawy skupiono się na szczegółowym opisie, miejsca bytowania badanego w pracy gatunku kleszcza – *Ixodes ricinus*. Pajęczak ten wybiera miejsca charakteryzujące się bardzo dużym zwarcim koron drzew, o przeciętnej wilgotności 70-80%. Atrakcyjne tereny stanowią poszycia wilgociolubnych gatunków leśnych jak paprocie czy bluszcz pospolity. Bardzo dobre warunki klimatyczne odnajdują w areałach ściółek zarówno liściastych jak i iglastych, podmokłych łąk, krzakach i trawach, a także na wrzosowiskach i zalewiskach. Istotnymi czynnikami dla zachowania pełnej aktywności, po za wilgotnością powietrza, jest także nie przewiewność i małe skoki temperatury w ciągu dnia. Powyższe obszary stanowią naturalne miejsca bytowania *I.ricinus*. Na przestrzeni lat kleszcze wykształciły jednak szereg przystosowań, co w efekcie pozwoliło im objąć stanowiska dotąd przez nie, nie tolerowane. Wyjątkowa zdolność adaptacji do zmieniających się warunków środowiska oraz żywicieli, zapewnia im w zasadzie nieograniczony dostęp do obu powyższych rzeczy. Jest także powodem, dla którego kleszcze uważane są za jedne z najgroźniejszych pasożytów.

Ekspansja kleszczy z naturalnych lasów, łąk i pastwisk na tereny zurbanizowane związana jest bezpośrednio z dostępnością żywicieli, które w warunkach miejskich stanowią w głównej mierze: drobne gryzonie, wiewiórki, jeże, koty, psy i ludzie [22]. Na terenach miejskich kleszcze najczęściej spotyka się w parkach, ogrodach i działkach. W Polsce badania dotyczące dokładnego występowania i rozmieszczenia kleszczy są prowadzone przez badaczy w różnych częściach kraju od roku 2004. Autorzy w swoich publikacjach podkreślają skupianie się kleszczy wzdłuż ścieżek uczęszczanych przez zwierzęta i ludzi. Dyskusji poddano również temat czynników powodujących przeniesienie się kleszczy do większych aglomeracji. Do głównych zaliczono rozwój agroturystyki i zwiększoną mobilność człowieka. Kolejną winą obarczono zwierzęta domowe i małe gryzonie, które mogą przenosić na swoim ciele ciężarne samice, a następnie gubić je w okolicy osiedli domów, dając początek tysiącom larw. [8,14,15,23,24]. Istnieją również wzmianki o korelacji intensywności zim i liczbie populacji kleszczy, co ustalono pod koniec rozdziału 2.3.

2.5. Kleszcze *Ixodes ricinus* jako wektory mikroorganizmów chorobotwórczych

Kleszcze są pasożytami które, poprzez swoje duże znaczenie epidemiologiczne i epizootologiczne, a także bezpośrednią szkodliwość, są uznawane są za wyjątkowo groźne dla człowieka i zwierząt. Określono je mianem wektorów chorób zakaźnych oraz szkodników sanitarnych [25]. Zagrożenia wynikają z bezpośredniego oddziaływania kleszczy poprzez wkłucie i żerowanie, a także przekazania patogenów chorób zakaźnych, butujących w organizmie zarażonego kleszcza [26].

W momencie znalezienia się kleszcza na żywicielu, poszukuje on najbardziej korzystnego miejsca do wkłucia. Są to obszary gdzie występuje najcieńsza skóra jak: pachwiny, szyja, zgięcia stawów. Zasadniczo proces żerowania kleszczy z gatunku *Ixodes ricinus* został w literaturze podzielony na kilka etapów. Przecięcie ciągłości skóry i w prowadzenie aparatu żądającego – hypostomu, któremu towarzyszy wydzielanie śliny, zawierającej w swoim składzie środek znieczulający. Dzięki temu zaatakowany organizm nie zauważa momentu ukąszenia. Pierwszy rodzaj wydzielanej śliny szybko twardnieje tworząc tzw. futeralik cementowy, w kształcie rurkowej pochewki otaczającej narządy gębowe. Proces ten trwa około 30 min i zapewnia mocne i trwałe umocowanie kleszcza w skórze żywiciela, a także utrzymanie prawidłowej osmolarności jego organów wewnętrznych. Następnie wydzielany jest drugi

rodzaj śliny, zapobiegający krzepnięciu krwi i prowadzący do rozpadu tkanek żywiciela, co wywołuje podrażnienie skóry. Dopiero na tym etapie kleszcz przystępuje do pobierania pokarmu, uruchamiając zamykający się w cykl proces ssania i wydalania [27]. Najnowsze publikacje naukowe podają, że od momentu użądlenia – do momentu rozpadu komórek gruczołów ślinowych, kiedy to właśnie następuje inokulacja potencjalnych patogenów do organizmu żywiciela mija ok. 24 godzin [4]. Wcześniejsze doniesienia informowały, że przekazanie mikroorganizmów następuje po ok. 48 godzinach [21,28]. Powyższe zgłoszenie ma kluczowe znaczenie w podejmowaniu jakichkolwiek działań ochronnych i zapobiegawczych.

W swoich publikacjach Prof. dr hab. J.M. Zajkowska, wyróżniła dwie fazy pobierania krwi przez kleszcze. Pierwsza z nich to ssanie wolne, mogące trwać nawet do 10 dni. Podczas tego okresu pasożyt zwiększa swoją masę z 2 do 50 mg, stopniowo rozciągając powłoki ciała. Ten typ ssania jest charakterystyczny dla samic. Drugim typem jest ssanie gwałtowne, gdzie kleszcz znacznie zwiększa swoje rozmiary z 50 nawet do 250 mg, w około od 12 do 24 godzin. Odwrotnie, do poprzedniego, ten typ ssania jest charakterystyczny dla samców tego samego gatunku [29]. Powyższe nasuwa pogląd, iż bardziej niebezpieczne wbrew powszechnemu przekonaniu są samce *Ixodes ricinus*, a nie samice. Poprzez gwałtowne ssanie moment w którym rozpoczyna się przekazanie ewentualnych patogenów następuje znacznie szybciej, co zdecydowanie zwiększa to ryzyko zakażenia. Najważniejszym wnioskiem nasuwającym się w tym miejscu jest, że pomimo rosnącego zapotrzebowania na środki ochronne przeciw kleszczom, wynikającym z coraz większego zagrożenia, temat ten nigdy nie był przedmiotem szczegółowej analizy naukowców i praktyków w naszym kraju.

Podczas ssania krwi, zainfekowane kleszcze wraz ze śliną przenoszą różnego rodzaju czynniki chorobotwórcze jak: wirusy, bakterie i pierwotniaki. Do najczęstszych patogenów zalicza się bakterie wywołujące boreliozę z Lyme oraz wirusy kleszczowego zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu (KZM). Stwierdzono także naturalne zakażenia i nosicielstwo: pałeczek durowych (*Salmonella enteritidis*), pałeczek tularemii (*Francisella tularensis*), pałeczki listeriozy (*Listeria monocytogenes*), gorączki maltańskiej (*Brucella melitensis*), włoskowców różycy (*Erysipelothrix rhusiopathiae*), riketsji z grupy gorączki plamistej oraz riketsji gorączki Q (*Coxiella burnetii*), a także pierwotniaków odpowiedzialnych za babeszjozę (*Babesia*) oraz wywołujących toksoplazmozę (*Toxoplasma gondii*). W literaturze naukowej wszystkie choroby odkleszczowe określane są mianem TBD – Tick-borne diseases. W tabeli 1 przedstawiono wybrane mikroorganizmy przenoszone przez kleszcze *Ixodes ricinus*.

Tabela 1. Mikroorganizmy przenoszone przez kleszcze *Ixodes ricinus* [30]

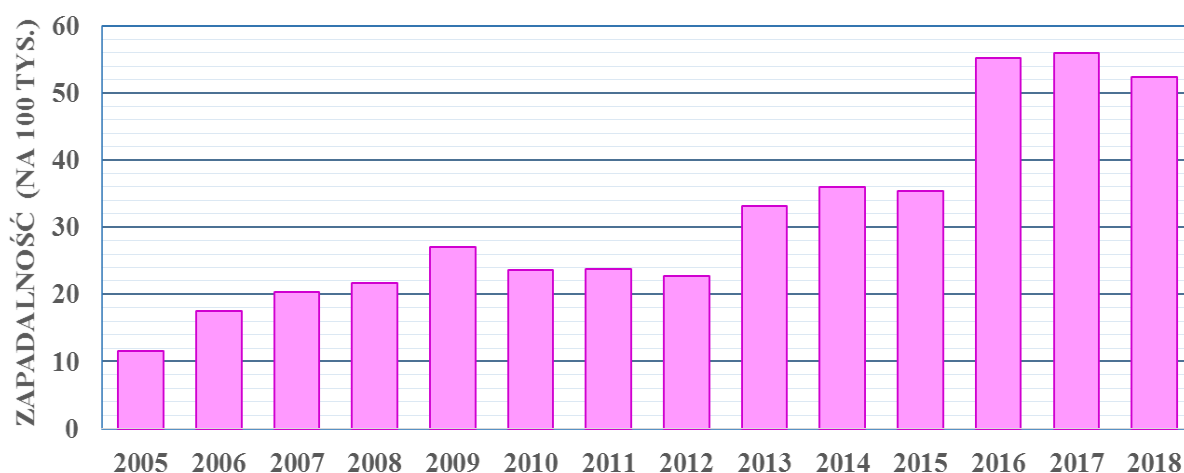
Patogeny wykryte w kleszczach <i>Ixodes ricinus</i>	
Wirusy	wirus kleszczowego zapalenia mózgu, wirus szetlandzkiego zapalenia mózgu, wirus gorączki krwotocznej krymsko-kongijskiej, wirusy z grupy Uukuniemi, wirus Kemerovo, wirus skokowej choroby owiec
Bakterie	<i>Borrelia burgdorferi sensu lato (s.l.)</i> , <i>Rickettsia slovaca</i> , <i>R. helvetica</i> , <i>R. monacensis</i> , <i>R. conorii</i> , <i>R. aeschilmannii</i> , <i>Anaplasma phagocytophilum</i> , <i>A. marginale</i> , <i>A. centrale</i> , <i>Coxiella burnetti</i> , <i>Ehrlichia chaffeensis</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Francisella tularensis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pasteurella</i> , <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> , <i>Brucella melitensis</i> , <i>Bartonella vinsonii</i> , <i>B. henselae</i>
Pierwotniaki	<i>Theileria mutans</i> , <i>T. sergenti</i> , <i>Babesia divergens</i> , <i>B. microti</i> , <i>B. caballi</i> , <i>B. bigemina</i> , <i>B. ovis</i> , <i>B. bovis</i> , <i>B. major</i> , <i>B. canis</i> , <i>B. capreoli</i> , <i>B. montasi</i> , <i>B. venatorum</i> , <i>Toxoplasma gondi</i>

Tak duża liczba mikroorganizmów, jakie mogą być przenoszone przez kleszcze wynika w głównej mierze z bardzo szerokiego wachlarzu potencjalnych żywicieli. Kolejno powodem jest kilkukrotna zmiana żywiciela w cyklu rozwojowym. Wpływ wywiera również duże przystosowywanie się ciała kleszczy oraz ich długowieczność. Co niepokojące coraz częściej w literaturze fachowej spotyka się koinfekcje, gdzie kleszcz zarażony jest dwoma lub wieloma patogenami. Wskazywało by to, iż pajęczaki te mogą stać się jeszcze bardziej niebezpieczne niż do tej pory. Na tej podstawie stwierdzono, iż poziom zapotrzebowania na wyspecjalizowane środki ochronne przeciw kleszczom stale rośnie. Niniejsza praca z całą pewnością wniesie zatem wkład w badania nad zwiększeniem prewencji przed atakami kleszczy.

Autorzy w swoich publikacjach podkreślają, że ryzyko zachorowania na TBD zależy od czasu, w jakim kleszcz był wkłuty w skórę żywiciela. W przypadku KZM wystarcza krótkotrwałe żerowanie, natomiast aby doszło do zakażenia *Borrelia*, potrzeba około 24 godzin żerowania, po których ryzyko jest już bardzo duże [4,31,32]. Powyższa kwestia stanowi cenną uwagę dla tej rozprawy.

W dalszej części tego rozdziału, zamieszczono najistotniejsze (dla tej pracy) informacje dotyczące najczęstszych chorób odkleszczowych w Polsce. Dla człowieka są nimi borelioza z Lyme i kleszczowe zapalenie mózgu.

W Polsce wśród chorób określanych jako TBD dominuje borelioza z Lyme. Zgodnie z obowiązującą nomenklaturą medyczną, jest to jedyna prawidłowa nazwa tej choroby odzwierzęcej. Powszechnie zwana jest również jako: krętkowica kleszczowa, choroba z Lyme, Lyme lub po prostu borelioza. Właściwa nazwa, pochodzi od nazwy miejscowości Lyme i Old Lyme (stan Connecticut, USA), gdzie w 1977 roku po raz pierwszy podczas epidemii opisano liczne zapalenia stawów oraz zmiany skórne, które następnie powiązano z ukąszeniami kleszczy. Jest to choroba zakaźna i wielonarządowa. Wywołują ją krętki *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Do tej pory nazwanych i opisanych zostało 19 gatunków w obrębie tej grupy. W zależności od genogatunku borelioza może przyjmować różne postacie i objawy (stawowe, neurologiczne, skórne). Tak szeroki zakres symptomów znacznie utrudnia jej prawidłowe rozpoznanie. W początkowej fazie bardzo często mylona jest z grypą lub co gorsza pozostaje w fazie uśpienia. Coraz częściej diagnozowana jest neuroborelioza (wywołująca częściowy paraliż) lub borelioza serca (zaburzenia rytmu lub zapalenie) [5,33,34,35]. Pierwsze doniesienie zachorowania na boreliozę z Lyme w Polsce pochodzi z 1986 roku. Zainteresowanie tą chorobą zrosło w roku 1996, jako konsekwencja wprowadzenia obowiązku jej zgłaszania i rejestracji. Od tej pory liczba zachorowań systematycznie wzrasta, co wynika z wykresu (rys.14), opracowanego na podstawie meldunków Głównego Inspektoratu Sanitarnego (GIS) oraz Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny (NIZP-PZH) [36].



Rys.14. Zapadalność na boreliozę z Lyme w latach 2005 – 2018 na terenie Polski

[opracowanie własne]

Kleszczowe zapalenie mózgu i opon mózgowo-rdzeniowych jest chorobą wirusową powodowaną przez szczep *Flavivirus*. Jest to choroba występująca zdecydowanie rzadziej niż borelioza. Ponad to, teren Polski jest zróżnicowany pod względem ryzyka zakażenia, gdzie największe określono w północnej, północno-wschodniej i wschodniej Polsce. W naturalnych warunkach wirus KZM jest przenoszony przez ponad 100 gatunków ssaków, ptaków i gadów, które stanowią bardzo rozległe zoonotyczne źródło zakażenia [37]. W tym miejscu pragnę podkreślić, iż każdy bez wyjątku kleszcz w momencie wyklucia się nie jest zarażony żadnym patogenem. Wektorem chorobotwórczych mikroorganizmów zostają w momencie żerowania na osobnikach różnych gatunków zwierząt, stanowiących rezerwuary patogenów [1].

Podsumowując, choroby przenoszone przez kleszcze charakteryzują się często złożonym przebiegiem, co skutkuje ich trudną i nie do końca poznaną diagnostyką. Pomimo ciągłego rozwoju i postępu jaki nastąpił w temacie opracowania metod molekularnych i immuno-enzymatycznych, pozwalających lepiej diagnozować choroby odkleszczowe, to nadal otwarte zagadnienie. Trudność poszerza się wraz z kolejnymi, coraz rzadziej spotykanymi chorobami odkleszczowymi. Kolejny, odkryty stosunkowo nie dawno, problem stanowi rola chorób TBD jako nowe wyzwanie w transfuzjologii. W literaturze medycznej, pojawiają się doniesienia o rozprzestrzenianiu się patogenów dotąd przenoszonych przez kleszcze, drogą transfuzji krwi oraz podczas przeszczepów narządów. Badania osób oddających krew pod kątem chorób odkleszczowych nie są prowadzone [38].

2.6. Żywiciele kleszczy *Ixodes ricinus*

Kleszcze z gatunku *I. ricinus* stanowią dogodny rezerwuar i wektor dla chorobotwórczych mikroorganizmów. Podczas długiego przebywania na żywicielu, mogą pochłonąć znaczną objętość krwi, ułatwiając transmisję patogenów z żywiciela na kleszcza. W ten sposób dochodzi do zarażenia kleszczy, stających się w efekcie bardzo niebezpiecznymi dla zdrowia pajęczakami. Ponadto, kleszcze przyłączone do żywicieli często wędrują z nimi na znaczne odległości, co w efekcie skutkuje geograficznym rozprzestrzenianiem się chorób przenoszonych przez te pasożyty. Szerokie spektrum żywicieli pełni istotną rolę nie tylko w przekazaniu patogenów ale również podtrzymaniu populacji kleszczy. W związku

z powyższym, aby pasożyty *Ixodes ricinus* mogły ulec zakażeniu, w miejscu ich bytowania konieczna jest obecność rezerwuaru, który stanowią zarówno zwierzęta dziko żyjące jak i domowe [39].

W grupie ssaków zdecydowanie dominują gryzonie takie jak: myszy, szczury, wiewiórki, nornice, popielice, burunduki. Adaptacja zwierząt dziko żyjących do środowiska zurbanizowanego, gdzie łatwo znajdują pożywienie i schronienie, powoduje zwiększanie się ich populacji w miastach. Łatwość migracji małych gryzoni pomiędzy terenami zurbanizowanymi, a niezurbanizowanymi oraz związane z tym fluktuacje w populacjach ułatwiają rozprzestrzenianie się zainfekowanych kleszczy. Ponad to, ma to duże znaczenie w określaniu ryzyka związanego z chorobami odkleszczowymi. To wszystko przyczynia się do większej liczby zarażonych kleszczy w miastach niż poza nimi. Fakt ten, stanowi kolejny argument do opracowania nowych środków ochrony osobistej dostępnej dla każdego, nie zależnie od środowiska w jakim przebywa. Do innych małych ssaków, będących żywicielami *I. ricinus* zaliczyć można: jeże, zające i króliki oraz nietoperze. Wśród większych zwierząt wymienia się sarnę europejską, dzika oraz lisa pospolitego [7].

Ptaki odgrywają największą rolę w migracji kleszczy i związanych z nimi czynników chorobotwórczych. Żerowanie niektórych gatunków ptaków przy gruncie, na ziemi i niskich krzewach, czyni je żywicielami krwio pijnych pasożytów. W miastach najczęściej atakowane są pospolite gatunki jak: kos zwyczajny, drozd śpiewak i rudzik. Największe znaczenie mają jednak ptaki migrujące, mogące przenosić na swoim ciele gatunki kleszczy na nowe, dotąd nie zajęte stanowiska.

Rola gadów w utrzymaniu krążenia patogenów przenoszonych przez *I. ricinus* w środowisku nie jest jeszcze do końca poznana. Jednak niezależnie od gatunku, jeden kleszcz w czasie żerowania może pobrać nawet do 3 cm³ krwi. Ta ilość jest nie szkodliwa dla dużego zwierzęcia lub człowieka. Sytuacja zmienia się w momencie inwazji kleszczy, których zbiorowe, długoczasowe żerowanie może doprowadzić do anemii, a nawet spowodować śmierć mniejszych zwierząt.

2.7. Odkleszczowe choroby zawodowe

Borelioza z Lyme to choroba, którą może zarazić się każdy. Oceniając jednak stopień ryzyka zakażenia, pod uwagę należy wziąć przede wszystkim grupę największego narażenia na pokłucie przez kleszcze, ze względu na charakter wykonywanej pracy. Tworzą ją pracownicy leśnictwa m.in.: leśnicy, drwale, myśliwi, a także rolnicy, zieleni miejska, ogrodnicy, straż graniczna. Borelioza z Lyme została poddana kwalifikacji prawnej w 2009 roku, decydującej o oficjalnym uznaniu jej jako choroby zawodowej oraz ujęciu jej w wykazie takich chorób. Zgodnie z obowiązującymi na ten czas, unormowaniami prawnymi zawartymi w Kodeksie pracy, przy orzekaniu o chorobie zawodowej należy wykazać bezpośredni związek przyczynowy między warunkami pracy, a stwierdzoną jednostką chorobową, która musi być ujęta w wykazie chorób zawodowych. W tym miejscu pojawił się kolejny problem, związany z faktem, iż warunkiem rozpoznania choroby zawodowej jest wystąpienie udokumentowanych objawów chorobowych. W przypadku boreliozy z Lyme jest to bardzo trudne, przez różnicowany obraz kliniczny, nie dostatecznie opracowane metody diagnostyki oraz formę uśpioną choroby. Wyniki testów wykrywających zakażenie krętkiem *Borrelia burgdorferi* (rys.15) [z.i.] są niedoskonałe i w efekcie często fałszywie prezentują dodatnie lub ujemne wyniki. Skutkiem powyższych problemów jest znaczący odsetek negatywnych decyzji organów orzekających o braku podstaw do stwierdzenia choroby zawodowej.



Rys.15. Krętki *Borrelia burgdorferi* [z.i.]

Na częstość uznawania boreliozy jako choroby zawodowej w swojej publikacji zwróciła uwagę Nowacka W.Ł., kiedy w 2008 roku u pracowników Lasów Państwowych (LP) spośród 1046 wszczętych postępowań jedynie w 393 przypadkach pozytywnie orzeczono o chorobie zawodowej. Ostateczną konsekwencją omówionych wyżej trudności jest niedokładna i obciążona dużym błędem ocena stanu epidemiologicznego zachorowań na boreliozę, nie tylko w grupie najwyższego ryzyka ale w całej Polsce. Zabuża to ogólny obraz i monitorowanie zmieniającej się dynamiki i trendu w całości poruszonego tematu [40,41,42].

Według Głównego Inspektoratu Sanitarnego oraz Państwowego Zakładu Higieny zapadalność na boreliozę niezmiennie ma tendencję wzrostową, podczas gdy ogólna liczba innych chorób zawodowych maleje (stanowią one zaledwie około 2.8%). Niniejsza praca jest odpowiedzią na coraz bardziej zwiększający się powszechny problem jaki stanowi ta choroba. W Polsce temat ten jest dyskutowany wielotorowo. Badacze zajmują się życiem kleszczy, monitorowaniem ich ilości i występowania w różnych częściach naszego kraju, a także chorobami odkleszczowymi, ich przebiegiem, leczeniem i diagnozowaniem (co szeroko omówiono i przeanalizowano w poprzednich rozdziałach pracy). Po tym jak w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 roku [43] uznano boreliozę z Lyme za chorobę zawodową, w literaturze naukowej miał miejsce zauważalny wzrost zainteresowania powyższą tematyką. Większa część dostępnych artykułów porusza kwestie ryzyka i ekspozycji na kleszcze pracowników leśnictwa, a w późniejszym czasie także rolników. Autorzy analizowali stopień narażenia na pokłucie oraz ich korelację z zakażeniem. Przeprowadzono liczne badania pracownikom będącym w grupie największego ryzyka, związane z oceną częstości zapadania na TBD, a także występowaniem przeciwciał [43,44,45,46]. Kolejno rozpoczęto szerokie stosowanie metody sondażu diagnostycznego, gdzie pracownicy poszczególnych jednostek kontrolowani byli pod różnymi względami. Poza sprawdzaniem czy wykonywane są badania profilaktyczne oraz szczepienia na KZM, ustalano również poziom wiedzy pracowników w szeroko pojętym temacie kleszczy [47,48,49,50,51]. W monecie gdy, stwierdzono niewystarczający zasób wiedzy, podjęto próby działań edukacyjnych. Publikacje wydane w formie bezpłatnych poradników dla pracowników, pracodawców i służb BHP, umożliwiły poszerzenie świadomości oraz zdobycie informacji w temacie zwiększenia ochrony osobistej. Sprawą zajął się również Centralny Instytut Ochrony Pracy – CIOP wydając opracowanie na temat podstawowej profilaktyki chorób odkleszczowych [6,52,53].

W dalszej części pracy, zostaną szczegółowo przedstawione i omówione dostępne środki ochronne przed kleszczami oraz główne kierunki profilaktyki chorób odkleszczowych. Dodatkowo dokonana zostanie ocena trwającej ewaluacji oraz kierunków badań nad metodami zwalczania i prewencji kleszczowej zarówno w Polsce jak i na świecie.

2.8. Ochrona przed kleszczami

Problem ochrony przed kleszczami dyskutowany jest na całym świecie, a zalecenia w zakresie profilaktyki i zwalczania kleszczy publikują liczne organizacje. W Polsce temat podjął przede wszystkim: Instytut Medycyny Pracy, Polskie Towarzystwo Epidemiologów i Lekarzy Chorób Zakaźnych oraz Centralny Instytut Ochrony Pracy. Na świecie największy wkład do tej pory wniosły: Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia Pracy (OSHA), Towarzystwo Lekarzy Chorób Zakaźnych w Stanach Zjednoczonych (IDSA), Międzynarodowa Organizacja ds. Boreliozy i Chorób Towarzyszących (ILADS), Europejskie Działanie w Sprawie Boreliozy (EUCALB). Wyżej wymienione organizacje uformowały przyjęte powszechnie zasady profilaktyki oraz postępowania w przypadku ugryzienia przez kleszcza. Wyróżniono działania: edukacyjne, osobiste, środowiskowe.

2.8.1. Działania edukacyjne

Działania edukacyjne uświadamiają o zagrożeniach jakie mogą nieść ze sobą patogeny przenoszone przez kleszcze oraz sposobach ochrony przed nimi. Wiedza ta niewątpliwie zmniejsza ryzyko zakażenia. Obejmuje prelekcje czy warsztaty praktyczne dotyczące tematu epidemiologii oraz profilaktyki chorób odkleszczowych. Rozpowszechnianie informacji odbywa się również za pomocą broszur, filmów edukacyjnych, plakatów i innych opracowań popularno-naukowych. Należy jednak pamiętać, że informacje zawarte w źródłach takich jak Internet, mogą być niepełne lub kształtować błędne przekonania. W ten sposób powstało wiele tzw. kleszczowych mitów, wprowadzających w błąd jak np. spadanie kleszczy z drzew czy smarowanie wkłutego kleszcza tłustą substancją by sam opuścił żywiciela. Takie działania z pewnością przyczyniają się do zwiększenia zagrożenia dla zdrowia i życia.

2.8.2. Działania osobiste

Podstawą działań osobistych jest **unikanie kontaktu z kleszczami**, poprzez omijanie terenów endemicznych, gdzie ich aktywność jest największa. Cenne są tutaj mapy zagrożeń terenowych, opracowywane przez badaczy w różnych częściach naszego kraju.

Kolejną czynnością jest **stosowanie repelentów**, czyli odstrasżających środków chemicznych. W zależności od rodzaju: krem, żel, aerozol; można zaaplikować go na odzież lub bezpośrednio na skórę. W swoim składzie repelenty zawierają składniki aktywne pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. W zależności od konfiguracji i stężenia ich działanie może być bardziej lub mniej agresywne. Składniki pochodzenia naturalnego produkuje się na bazie roślin, które odstrasżają kleszcze takich jak: chryzantema dalmatyńska, wrotycz pospolity, kocimiętka, tatarak, cebula, czosnek, szczypior, bylica, piołun, chrzan, lawenda i tymianki. Wszystkie posiadają intensywne zapachy i rosną na suchym podłożu, nie lubianym przez kleszcze. Niestety wysokie stężenia olejków roślinnych wykazują działanie toksyczne i mutagenne. Wpływają negatywnie na układ rozrodczy i nerwowy. Syntetyczne związki chemiczne są zdecydowanie bardziej skuteczne. Na chwilę obecną przebadano około 20-stu tysięcy aktywnych substancji wchodzących w skład preparatów odstrasżających. Najczęściej stosowane substancje to:

- DEET (N,N-dwuetilo-meta-toluamid) – może być stosowany zarówno na skórę i odzież. W zależności od stężenia (7 do 50%) czas jego działania wynosi od 2-5 godzin. W sytuacji zasłonięcia odzieżą miejsc po jego aplikacji, często wywołuje alergie i podrażnienia skóry. Wysokie stężenia mogą prowadzić do skutków ubocznych jak uszkodzenie układu nerwowego. Wchodzi w reakcje z niektórymi tworzywami sztucznymi powodując ich rozpuszczanie. Ważne by nie stosować go na odzież z włókien syntetycznych, a także przez dzieci i kobiety w ciąży. Obecnie najbardziej uniwersalny i najczęściej stosowany składnik repelentów przeciw komarom, pchłom, kleszczom i innym.
- pochodne piperidyny (np. ikarydyna, pikrydyna) – działanie podobne do DEET, z tym że taką samą skuteczność w działaniu uzyskano dla stężenia 15% pikarydyny, co 30% DEET. Ikarydyna jest mniej skuteczna niż DEET ale bardziej łagodna. Nie wywołuje podrażnień i alergii. Nie uszkadza materiałów polimerowych. Nie wolno jej stosować w połączeniu z DEET ponieważ tworzą dla człowieka toksyczną mieszaninę.

- IR3535 (ester etylowy kwasu 3-(N-acetylo-N-butylo)aminopropionowego) – wykazuje mniejszą skuteczność niż DEET i ikarydyna. Stosowany w stężeniach od 10 do 30%. Rozpuszczalny w wodzie dlatego nie wskazane jest używanie go w klimacie wilgotnym. Może powodować rozpuszczanie niektórych tworzyw sztucznych.

Poza wyżej wymienionymi szeroko stosowanymi substancjami aktywnymi, należy wspomnieć również o syntetycznych pyretroidach. Mogą być stosowane wyłącznie na odzież. Kontakt z suchym związkami nie jest szkodliwy, z płynnym wręcz przeciwnie. Dlatego opracowywane są metody ich trwałego połączenia z tkaniną. Najbardziej rozpoznany związkami w tej grupie jest permetryna, wykazująca krótkotrwałe działanie odstraszające oraz długotrwałe działanie kleszczobójcze. Jest najbardziej efektywna w odstraszaniu kleszczy [6].

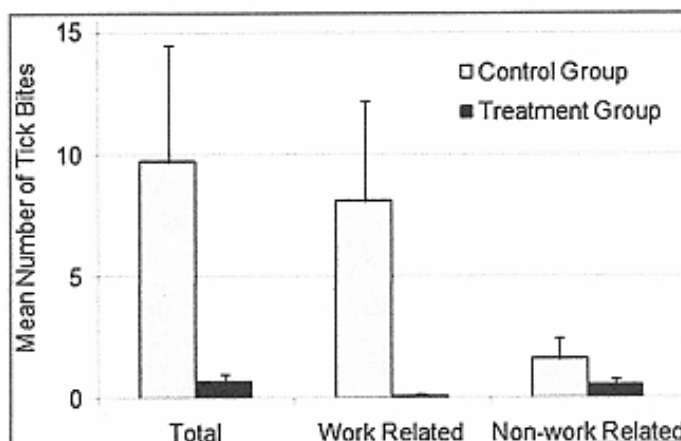
Ochrona osobista, zwłaszcza osób z grupy ryzyka powinna być wzbogacona o **odzież ochronną**. Zalecenia w tym zakresie obejmują stosowanie ubrań w formie kombinezonu, z nogawkami wpuszczonymi w skarpety czy buty, lub zaopatrzonego w ściągacze. Wskazane jest również noszenie nakrycia głowy oraz odzieży w jasnym kolorze, w celu łatwiejszego zauważenia pasożyta na tkaninie. Polecane jest również zaopatrzenie się w odzież impregnowaną akarycydem [6,53]. Pozwolę sobie częściowo nie zgodzić się z powyższymi zaleceniami. Po pierwsze, kombinezon może i jest dobrym wyjściem jednak biorąc pod uwagę wykonywaną pracę leśnika, rolnika czy myśliwego w moim odczuciu mało praktyczny, znacznie ograniczający ruchy oraz nie komfortowy. Po drugie, nie ma podstaw do stwierdzenia faktu, iż nakrycie głowy jakkolwiek zmniejszy ryzyko ukąszenia kleszcza, który to atakuje z poziomu gleby, traw i niskich krzewów. Po trzecie, ostatnie sformułowanie dotyczące odzieży z impregnacją środkiem roztoczobójczym jakim jest akarycyd, wzbudza wątpliwość. Jest to pestycyd będący szkodliwy zarówno dla pożytecznych zwierząt jak i człowieka. Może powodować ostre zatrucia oraz śmierć. Nie znaleziono informacji o ewentualnej szkodliwości noszenia takiej odzieży oraz prowadzenia jakichkolwiek badań naukowych w tym obszarze.

Badania skuteczności środków odstraszających kleszcze

Celem zaprezentowania pełnego zakresu wiedzy, w temacie odzieży ochronnej po za zaleceniami światowych organizacji, w tym miejscu przeanalizowano również zagraniczne publikacje naukowe. W literaturze dostępne są artykuły traktujące o badaniach nad opracowywaniem metod impregnacji tekstyliów, przodują tu Amerykanie, Niemcy i Szwajcarzy.

Faulde Michael K. [54,55,56,57,58] wraz ze swoim zespołem opisali trzy dostępne metody impregnacji, wykorzystujące w swoim zastosowaniu syntetyczne pyretroidy (najczęściej permetryne). Są nimi: absorpcja (zanurzanie lub sprejowanie powierzchni substancją), inkorporacja (łączenie substancji z włóknami) i polimerowe powlekanie (powierzchni substancją). W swoich opracowaniach badawczych stosowali ostatnią z wymienionych metod. Analizowali środek odstrasżający pod względem odporności na pranie oraz jego skuteczność poprzez badania terenowo-eksperymentalne (mundury dla armii). Artykuły nie stanowią cyklu, każdy z nich prezentuje testy wykonane na innym materiale (bawełna 100%; bawełna 80% + poliester 20%; bawełna 65% + 35% poliester; bawełna 15% + poliester 85%), a także różnym stężeniu permetryny i grubości materiału, procesowi prania, a czasem nawet jednoczesnym stosowaniu wielu metod impregnacji w jednym wyrobie. W efekcie prezentowane wyniki nie mogą zostać podane wspólnym porównaniom, ale stanowią cenne źródło informacji dla tej rozprawy. W tym przypadku szczególnie ważne, są konkluzje dotyczące bezpiecznego stosowania tekstyliów poddanych impregnacji środkami na bazie permetryny. Nie stwierdzono występowania reakcji alergicznej czy jakiegokolwiek innego szkodliwego oddziaływania na organizm ludzki. Powyższe dotyczy impregnowanych różnych części garderoby jak: umundurowanie żołnierza niemieckiej Bundeswehr [59], spodnie dla pracowników terenów leśnych na terenie Niemiec [60], letnie umundurowanie żołnierza armii Amerykańskiej [61], a także szkolnych mundurków dla dzieci z Tajlandii opracowanych przez światową organizację WHOPEPES [62].

Meagan F. Vaughn i inni [63,64,65] w swoich publikacjach badali odporność i skuteczność impregnacji środka na bazie permetryny, metodą sprejowania powierzchni mundurów leśniczych, pozostających w ciągłej eksploatacji. Wyniki jednoznacznie wskazują na dużą skuteczność permetryny w działaniu odstrasżającym pajęczaki. Stosunek pogryzień w grupie chronionej odzieżą impregnowaną do grupy z odzieżą bez impregnacji wyniósł: 0,7 ÷ 9,7 ukąszeń na ogół osób biorących udział w badaniu (rys.16). Równocześnie wykazano słabe strony stosowania tej metody, rozumiane poprzez jej bardzo krótki i nie trwały w czasie, okres zachowywania skuteczności.



Rys.16. Średnia liczba ukąszeń kleszczy w grupie chronionej impregnowaną odzieżą, oraz całkowita liczba ukąszeń kleszczy związanych z wykonywaną pracą lub nie związanych z pracą. Słupki błędów reprezentują błąd standardowy [63]

Wiele badaczy podejmuje się opracowania autorskich metod oceny środków odstrasżających. Należy wymienić tu badania przeprowadzane w szalkach Petriego. Umieszcza się w nich papier bądź bibułę do połowy pokrytą repelentem. Podczas doświadczenia dokonuje się obserwacji i zliczania kleszczy przebywających na poszczególnym medium. Innym przykładem mogą być badania wykorzystujące geotropizm kleszczy. Środkiem aktywnym traktuje się końce pałeczek lub pasków materiału, które ustawia się pionowo do podłoża. Wspinające się do góry, w kierunku zabezpieczonej powierzchni kleszcze zlicza się. Nie można również pominąć tutaj metody flagowania opisanej m.in. przez dr Martę Hajdul-Marwicz oraz dr hab. Grzegorza Karbowskiak. Polega na odławianiu kleszczy z ich naturalnego środowiska białą flagą flanelową lub bawełnianą. W zależności od kontekstu prowadzonych badań stosuje się flagi nie napawane lub napawane. O oceny zlicza się liczbę kleszczy przyczepionych do tkaniny. Istotną wadą procedur omiatania flagą roślinności, mogą stanowić ryzyko narażenia na ataki kleszczy. Kolejno opisane zostały metody wykorzystujące w doświadczeniach żywicieli jak człowiek czy zwierzę. Polegają na ekspozycji kleszczy na odpowiednio przygotowane powierzchnie ciała ludzkiego, najczęściej palce, ręce lub podudzie. Wyraźnie zaznacza się granicę obszarów traktowanych i nie traktowanych środkiem aktywnym. Kleszcze wpuszczane na skórę powinny pochodzić z certyfikowanej hodowli laboratoryjnej i być wolne od patogenów. Takie badania są kosztowne ze względu na zakup pasożytów oraz opłacenie ochotników do przeprowadzenia testów [66].

Kolejnym równie ważnym elementem działań ochrony osobistej jest **sprawdzanie powierzchni ciała** oraz prawidłowe usuwanie kleszcza. Rekomenduje się aby po każdym powrocie z terenów, gdzie można mieć kontakt z kleszczem pamiętać i wykonywać dokładny

przeгляд całego ciała. Szczególnie należy pamiętać tu o miejscach preferowanych przez kleszcze oraz o istotności czasu w jakim zostanie usunięty. Ma to bezpośredni wpływ na ryzyko zakażenia. Prawidłowe usunięcie pasożyta również ma kluczowe znaczenie. Na chwilę obecną poza tradycyjną pesetą, dostępne są również specjalistyczne przyrządy zaprojektowane specjalnie z myślą o usuwaniu kleszczy jak: kleszczołapki, lassa i miniaturowe pompki [6].

Formą profilaktyki osobistej są także **szczepienia ochronne**. Dotyczą jedynie kleszczowego zapalenia mózgu. W historii znana jest szczepionka przeciwko boreliozie, jednak została wycofana w efekcie licznych działań niepożądanych, które abstrahując, w przypadku KZM też nie są rzadkością.

2.8.3. Działania środowiskowe

Ochrona przed kleszczami prowadzona jest również poprzez ograniczanie ich liczby, czyli działania środowiskowe. Najprostszym sposobem jest jak najczęstsze naruszanie miejsca ich bytowania, rozumiane poprzez: koszenie traw, wycinanie krzaków i zarośli, usuwanie chwastów, karczowanie roślinności wzdłuż ścieżek i grabienie liści. Kolejną aktywność kleszczy można zmniejszyć, poprzez regulację populacji gryzoni i miejsc ich kryjówek. Z nowoczesnych metod stosuje się oprysk saren i jeleni. Podczas korzystania z leśnych pańników zwierzyzna ociera się o przygotowane nasączone odpowiednim środkiem wałki. Znana jest również technika polegająca na rozstawianiu małych w swoim rozmiarze, kartonowych rurek z nasączonym środkiem kleszczobójczym wacikiem w środku na terenach endemicznych. W późniejszym etapie są one wykorzystywane przez myszy polne do budowy gniazd, co powoduje że zwierzęta te rzadziej zostają żywicielami pasożytów [21,26].

Najnowsze badania prowadzone przez zespół naukowców z Narodowego Instytutu Alergii i Chorób Zakaźnych (NIAID) w National Institutes of Health, słusznie koncentrują się na roli gruczołów ślinowych w rozprzestrzenianiu flawiwirusów przenoszonych przez kleszcze. Dowiedzono, że flawiwirusy rozmnażają się w określonych miejscach w kulturach gruczołów ślinowych, co może wyjaśniać, dlaczego transmisja wirusa odbywa się tak szybko. Zauważono również, że tylko niektóre rodzaje komórek gruczołu ślinowego są zakażone i zidentyfikowano specyficzny gen kleszczowy, który bierze udział w infekcji. Odkrycia te z pewnością wniosą duży wkład w identyfikację ścieżek chorobotwórczych transmisji, które potencjalnie mogłyby zostać zablokowane za pomocą tego typu opracowywanych nowych środków zaradczych [67].

2.9. Ochrona psów

Na podstawie zrealizowanego w poprzednim rozdziale rekonesansu wszelakich metod ochrony przed kleszczami, stwierdzić można znaczącą liczbę artykułów w tym temacie. Po analizie dostępnej zagranicznej literatury, wywnioskowano że jakiegokolwiek naukowe informacje związane z profilaktyką zwierząt domowych, zwłaszcza psów, stanowią jedynie śladowy odsetek całości. Mają postać wzmianek o charakterze weterynaryjnego wskazania, do stosowania produktów antypasożytniczych przeciwko pchłom i kleszczom jak: obroże, krople i spraye. Na tej podstawie można wnioskować, że temat ten jest mało, tudzież praktycznie w ogóle, nie rozpoznany. Kolejno założono, że poprzez stale rosnącą liczbę kleszczy i wyraźne wskazania, iż trend ten będzie się utrzymywał zapotrzebowanie na środki ochronne dla psów będzie rosło.

Na podstawie dostępnych opracowań oraz zdobytej wiedzy, pragnę wyraźnie zwrócić uwagę i podkreślić fakt, że kleszcze stanowią również duże zagrożenie dla zwierząt domowych i gospodarskich. Z niewiadomych przyczyn fakt ten jest bagatelizowany i temat podejmowany zdecydowanie zbyt rzadko, w stosunku do skali problemu.

Żerowanie kleszczy na zwierzętach często mają charakter inwazyjny. Na skutek mechanicznego i chemicznego drażnienia wywołują świąd oraz miejscowy stan zapalny skóry. Zwierzęta stają się niespokojne, często obgryzają i ocierają swędzące miejsca, co w efekcie prowadzi do mechanicznych urazów, obszarów wyłysień, a nawet powstawania ognisk martwicowych. U młodych lub bardzo małych zwierząt intensywna inwazja kleszczy, może być przyczyną ogólnego osłabienia, niedokrwistości, a w skrajnych przypadkach doprowadzać do anemii i śmierci. Najczęstsze choroby zwierząt przenoszone przez kleszcze to: choroba skokowa owiec, Flavivirus (wirus szetlandzkiego zapalenia mózgu), babeszjoza (bydła, koni i psów), hemoglobinuria europejska bydła, tejleroza, gorączka kleszczowa owiec, borelioza, paraliż kleszczowy i gorączka Q [26,68].

Dr hab. Wojciech Zygmunt [69] w swoich licznych opracowaniach zajmuje się badaniami nad babeszjozą psów. Jego wieloletnia praca wnosi nieoceniony wkład w poszerzenie wiedzy w tym obszarze. Chociaż nie podejmuje kwestii związanej z ochroną psów przed chorobami odkleszczowymi, skupiając się na ich diagnozowaniu, przebiegu i leczeniu jego prace badawcze są cenne dla tej rozprawy. Pozwalają uwidocznic jak duzo jest przypadków zachorowań oraz jak ostre mogą być objawy i powikłania związane z zarażeniem.

W toku prowadzonych rozważań spostrzeżono ważny problem, nie będący do tej pory podejmowany. Sprawa dotyczy psów będących na służbie. Zwierzęta te w zależności od rasy i predyspozycji jakie posiadają, wykonują szereg szczególnie ważnych zawodów.

W pierwszej kolejności należy wymienić tu przewodnika, zwanego często asystentem osoby niepełnosprawnej. Psie instynkty ochrony stada, wykorzystuje się w szkoleniach opiekunów dla osób borykających się z różnymi problemami zdrowotnymi. Przykładem są psy dla epileptyków, które ostrzegają przed atakiem choroby, a oraz podczas jego trwania kładą się obok chorego minimalizując ryzyko urazów. Jego obecność działa uspokajająco na osobę, którą się opiekuje w efekcie znacząco zmniejszając liczbę ataków. Tak samo psy pełnią ważną rolę w zawiadaniu właściciela – cukrzyka o spadku poziomu cukru we krwi, znacznie wcześniej niż stworzone do tego specjalne sprzęty medyczne do użytku domowego. Hipoglikemia jest niebezpieczna ze względu na brak możliwości przeciw działania i pomocy samemu sobie. W tak trudnej sytuacji pies nieustannie towarzysząc choremu reaguje na zmiany jego zapachów. Czynniki w tej roli w Polsce działają sznauclery miniaturowe, a szkolenia rozpoczęły również posokowce. Nie można pominąć nieocenionego wpływu psów psychologów jaki wywierają na poszkodowanych żołnierzy, cierpiących na zespół stresu pourazowego. Odpowiednio szkolone rasy łagodzą depresje, złość, napady agresji trudności w kontaktach między ludzkich oraz lęk przed wychodzeniem z domu. Dzięki nim weterani nie cierpią w samotności, jak w większości przypadków. Coraz bardziej znana i powszechna staje się w Polsce dogoterapia (kynoterapia). Wykorzystywana jest między innymi w schorzeniach takich jak: zespół Aspergera, zespół Down'a, autyzm, upośledzenia umysłowe, wady wzroku i słuchu, zaburzenia mowy i koordynacji ruchowej, dysfunkcje społeczne, choroby kardiologiczne, porażeniu mózgowym, schizofrenii, artretyzmie, zaniku mięśni.

Inne miejsce gdzie psy wykonują pracę to lotnisko. Są niezastąpione w wykrywaniu narkotyków, broni i materiałów wybuchowych. W wolnych chwilach utrzymują porządek przeganiając ptaki. Podobne zadania wykonują wypełniając obowiązki funkcjonariusza policji czy wojska (rys.17).

Kolejnym przykładem są psy ratownicze: lądowe, wodne (rys.18), lawinowe, gruzowe, poszukiwacze, tropiciele. Inne pomagają myśliwym, pasterzom i rolnikom. Podsumowując, możliwość prac jakie mogą wykonywać psy są tak szerokie, że stale odnajdują się w nowych rolach. Powyższe, ma na celu wysuniecie na pierwszy plan tematu ochrony ich zdrowia, która przez pryzmat przytoczonych wcześniej przykładów jest niezwykle istotna.

Ukąszony i zarażony może zostać każdy pies. W efekcie zostaje on poszkodowany na tyle, że uniemożliwia mu to wykonywanie pracy. Skala takiej straty jest przeogromna, biorąc pod uwagę długi okres szkolenia oraz konsekwencje utraty np. psa przewodnika.



Rys.17. Pies wojskowy [z.i.]



Rys.18. Psy ratownicze wodne [z.i.]

2.10. Podsumowanie przeglądu piśmiennictwa

Pokłucie przez kleszcza, a w konsekwencji zachorowanie na chorobę od kleszczową np. boreliozę to realny problem, dotyczący każdego z nas. Poruszany temat dotyczy nie tylko osób o zwiększonym ryzyku ukąszenia, jak służby leśne, myśliwi, ogrodnicy czy zieleń miejska ale każdego z nas. Wychodząc do lasu, parku a nawet do miasta, jesteśmy w grupie ryzyka. Temat zagrożeń jakie stanowią kleszcze jest stale dyskutowany. Analiza piśmiennictwa pozwoliła stwierdzić, znaczną ilość publikacji zajmujących się w głównej mierze: gatunkami i cyklem rozwojowym kleszczy, miejscem ich bytowania, szeroką charakterystyką, diagnostyką i leczeniem chorób jakie mogą przenosić, a także działaniom ochronnym. Opisane dotąd w literaturze sposoby zwalczania pajęczaków, z rzędu kleszcze, polegają przede wszystkim na naruszaniu warunków mikroklimatycznych siedliska, opylaniu zarośli lub opryskiwaniu naturalnych żywicieli. Literatura fachowa często informuje również o zapobieganiu pokłuciom, wyszczególniając jedynie, działania takie jak: stosowanie tzw. repelentów (substancji biobójczych w postaci sprayu, kremu, żelu), unikanie rejonów bytowania i odpowiedni ubiór.

W publikacjach zagranicznych dostępne są informacje dotyczące wpływu substancji biobójczej na człowieka. Informują o jej ewentualnej szkodliwości lub jej braku. W większości, badania te prowadzone były dla Niemieckiej i Amerykańskiej armii. Odzież z apreturą biobójczą była testowana przez żołnierzy w warunkach trenowych. Monitowano głównie ich stan zdrowia, celem oceny bezpieczeństwa możliwości stosowania środka biobójczego jako apretury. Jednocześnie sprawdzano skuteczność odstraszenia owadów i pajęczaków. Kolejno, artykuły dotyczą terenowych badań naukowych prowadzonych na całym świecie, w różnych miastach na szeroko pojętych pracownikach służb leśnych, określanych przez autorów publikacji jako „forestry outdoor workers” lub „outdoor workers”. Prowadzone oceny eksperckie polegały na ocenie zdrowia fizycznego oraz psychicznego użytkowników odzieży. Następnie przeprowadzano szereg opracowanych specjalistycznych ankiet oraz kwestionariuszy.

Przegląd piśmiennictwa pozwolił stwierdzić realny problem rosnącej liczby populacji kleszczy w całej Europie, oraz jej bezpośrednią korelację z liczbą osób zarażonych chorobami odkleszczowymi. Dotychczas nie znaleziono rozwiązań na tyle skutecznych, które stanowiłyby przeciwwagę tego problemu. Na podstawie szerokiej analizy literatury przedmiotu, zarówno

krajowej jak i zagranicznej, stwierdzono brak jakichkolwiek dotychczasowych rozwiązań naukowych, w temacie dzieży ochronnej przeciw kleszczom ukonstytuowanych i opublikowanych w naszym kraju. Proponowane w pracy rozwiązanie, to opracowanie nowego materiału włókienniczego poprzez kształtowanie jego własności użytkowych i strukturalnych. Kolejno skonstruowanie i wytworzenie specjalnej odzieży ochronnej nie tylko dla człowieka, ale również psa.

Realizacja działań zaplanowanych w pracy pozwoli znacznie poszerzyć obecny stan wiedzy, w zakresie podejmowanej tematyki. Idea projektu jest osadzona w rzeczywistości, bezpośrednio odnosząc się do fizycznie zaistniałej sytuacji. Rezultatem prac będzie innowacyjna odzież ochronna, tolerowana przez człowieka i psa, pozostająca w funkcji barierowej wobec szkodliwego oddziaływania badanych organizmów – kleszczy, much, biedronek. Tym samym przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa pracowników będących w grupie ryzyka zawodowego, najbardziej narażonych na choroby od kleszczowe. Po raz pierwszy docelową grupą chronioną odzieżą biobójczą będą psy. Dotychczas nie odnotowano w literaturze badań dotyczących substancji biobójczej z udziałem psów. Nie stwierdzono również, aby przedmiot zainteresowania naukowców stanowiła ochrona psów będących na służbie, w zakresie odzieży antykleszczowej. Innowacyjna, nieistniejąca dotąd konstrukcja kamizelki dla psa, przyczyni się do zwiększenia wiadomości z zakresu profilaktyki zwierząt. Spowoduje zauważalne zmniejszenie ilości ataków i żerowania kleszczy na psach, a w konsekwencji na człowieku który jest kolejnym potencjalnym żywicielem pasożyta. Realizowany temat wniesie wkład w prowadzone badania nad kleszczami oraz opracowywanie metod ochrony przed nimi. Mając świadomość, że po pierwsze, całkowite wyeliminowanie kleszczy z biotopu jest niemożliwe oraz po drugie, że ich ilość stale rośnie, można powiedzieć że, praca ta jest realną odpowiedzią na jawiącą się coraz większą potrzebę ochrony zdrowia, pod tym względem. Pomysł opracowania innowacyjnej odzieży biobójczej wpisuje się także w kanon współczesnej nauki, odpowiadając na wspólne potrzeby świata, przemysłu i społeczeństwa.

Materiał przedstawiony w części teoretycznej, pozwolił sformułować poniższe wnioski, dzięki czemu w efekcie ukonstytuowane zostaną tezy i cel pracy:

1. Ustalono, że kleszcze z rodzaju *Ixodes ricinus* są jednocześnie rezerwuarami i wektorami groźnych, nierzadko śmiertelnych, chorób. Stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i życia nie tylko człowieka, a także zwierząt domowych i hodowlanych.

2. Stwierdzono, że populacja i zasięg występowania (zarażonych) kleszczy *Ixodes ricinus* stale się zwiększa. Wpływ na to zjawisko ma wiele czynników, jest to bowiem problem złożony dotyczący: zmian klimatu, zmian krajobrazowo-gospodarczych, wzrostu liczebności gryzoni jako żywicieli na terenach zurbanizowanych, a także zwiększenia rekreacji na terenach zielonych. W ostatnich latach, ogólna sytuacja komplikuje się coraz bardziej, poprzez opisany w literaturze, efekt rozmycia się cyklu rozwojowego kleszczy. Sezony ich aktywności nie są już stałe, lecz zmieniają się w kolejnych latach. W takich okolicznościach doraźne stosownie repelentów może być nie wystarczające, a w dłuższym czasie uciążliwe i kosztowne.
3. Zidentyfikowano realny problem, dotyczący przede wszystkim grupy zwiększonego ryzyka, związany z charakterem wykonywanej pracy. Liczba zachorowań na boreliozę z Lyme oraz inne choroby odkleszczowe w środowisku pracowników leśnych i podobnych, jest bardzo wysoka. Próba zwiększenia ich ochrony jest zatem potrzebna i wysoce cenna. Na podstawie szeroko prowadzonej analizy literatury udowodniono, że dotychczas nie znaleziono rozwiązań na tyle skutecznych, które stanowiłyby przeciwwagę temu problemowi.
4. Innym, równie ważnym, dotąd powierzchownie traktowanym problemem, są działania profilaktyczne, chroniące psy przed szkodliwym oddziaływaniem kleszczy. Dochodzi do sytuacji wyeliminowania ze służby wyselekcjonowanych i wysoko szkolonych psów, z powodu postępującej choroby nabytej w wyniku ukąszenia zarażonego kleszcza.
5. Wstępne rozważania stanowi idea, dająca potencjalną możliwość zwiększenia ochrony zdrowia zarówno człowieka jak i psa. Koncepcja ta, obejmuje opracowanie tkaniny odstraszałej kleszcze oraz wykonanie z niej umundurowania osobno dla człowieka i psa. W rezultacie odzież ta wpłynie korzystnie na szereg uwarunkowań jak poprawa warunków bezpieczeństwa i komfortu pracy. Warto również podkreślić, że dotychczas nie istniała odzież barierowa dla psów chroniąca je przed atakiem pasożytów.

3. Teza i cel pracy

W dalszych częściach podjęto próbę weryfikacji, zamieszczonych poniżej tez oraz realizacji wyznaczonych dwóch celi tej rozprawy.

Możliwe jest wytworzenie odzieży ochronnej napawanej środkiem biobójczym, tolerowanej przez człowieka i psa, w funkcji barierowej wobec szkodliwego oddziaływania badanych organizmów.

Znajomość budowy tekstyliów oraz podstawowych zasad projektowania i konstrukcji materiałów włókienniczych, pozwoli na zaprojektowanie i zrealizowanie koncepcji odzieży barierowej dla człowieka i psa.

Pierwszym celem pracy jest skonstruowanie odzieży barierowej dla służb specjalnych w tym człowieka i psa, spełniającej funkcję ochrony zdrowia oraz stabilizacji pracy użytkowników.

Drugim celem są wielotorowe badania, których wynikiem będzie wiarygodna i miarodajna ocena skuteczności i trwałości proponowanej odzieży barierowej.

4. Program badań

1. Opracowanie i przeprowadzenie ankiety wstępnej – definiowanie problemu
2. Wytworzenie nowej tkaniny z apreturą biobójczą, powstałą w technologii napawania
 - 2.1. Wybór tkaniny surowej do napawania
 - 2.2. Przebieg procesów linii wykończalniczej tkanin
3. Badania podstawowe
 - 3.1. Analiza tkaniny
 - 3.2. Przepuszczalność powietrza
 - 3.3. Masa powierzchniowa
 - 3.4. Odporność na ścieranie
 - 3.5. Analiza spektroskopowa
4. Badania laboratoryjne z udziałem żywych organizmów
 - 4.1. Wytypowanie gatunków zwierząt do badań
 - 4.2. Prezentacja własnej metodologii oceny własności biobójczych tkaniny z apreturą
 - 4.3. Ocena wpływu oddziaływania tkaniny biobójczej na organizmy w jednostce czasu
5. Projekt i realizacja odzieży ochronnej
 - 5.1. Koszula dla człowieka
 - 5.2. Kamizelka dla psa
6. Badania terenowe
7. Ankietyzacja po eksploatacji odzieży

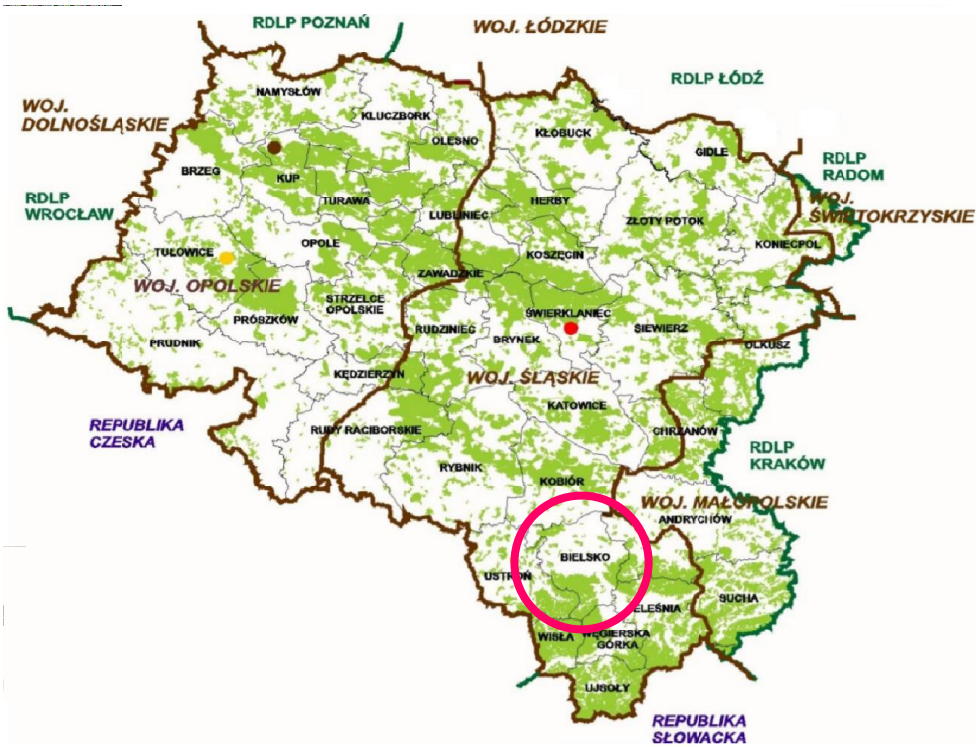
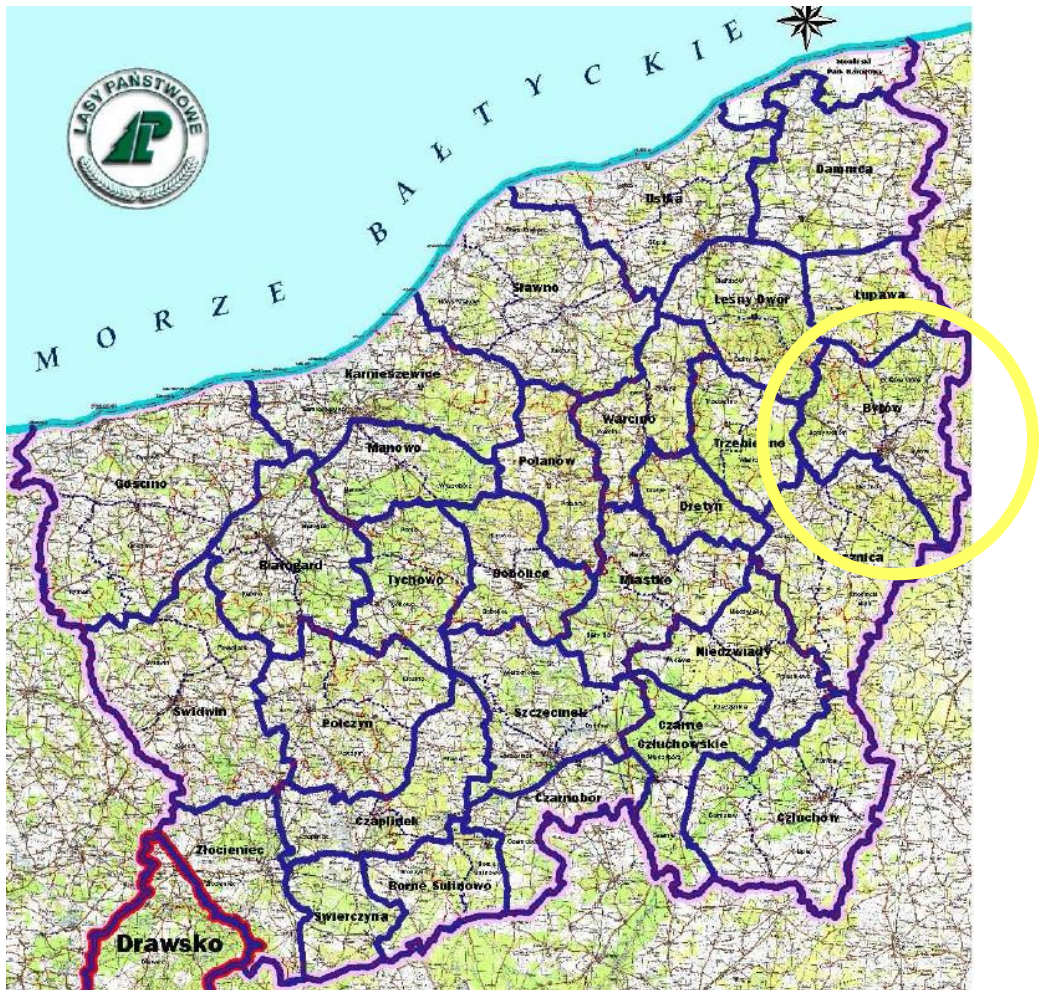
5. Badania własne

5.1. Ankietyzacja wstępna

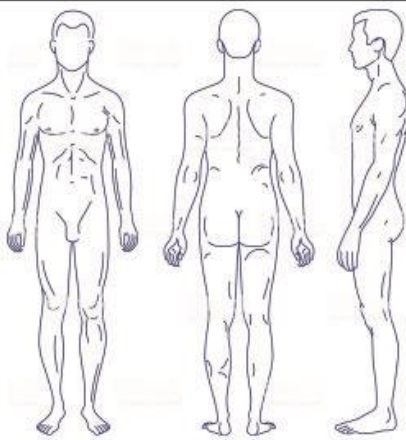
Pierwszym krokiem do prowadzenia analiz i badań w pracy było, opracowanie ankiety wstępnej uwzględniającej szczegółowe detale. Jej nadrzędnym celem było zdefiniowanie zaistniałej sytuacji problemowej, w Instytucji Lasów Państwowych. Kolejno skupiono się na uzyskaniu rzetelnych informacji w zakresie stopnia wiedzy o kleszczach i chorobach przez nie przenoszonych oraz sposobach ochrony. Następnie opracowano część poświęconą stosowanym środkom ochronnym, czyli repelentom, a także tradycyjnej odzieży noszonej podczas pracy w lesie. Dalej podjęto próbę ustalenia wstępnej charakterystyki odzieży ochronnej i wybór materiału tekstylnego oraz tworzeniu projektu ochronnego ubrania roboczego. Pod koniec zamieszczono pytania, skupiające się na profilaktyce psów i zaprojektowaniu dla nich specjalnej kamizelki antykleszczowej.

Łącznie ankietę wstępną buduje 37 pytań o charakterze zarówno zamkniętym jak i otwartym. Odpowiadający otrzymali autorską, dwustronicową kartę odpowiedzi do wypełnienia, którą zamieszczono w pracy (rys. 20-21). Ankieta skierowana jest do pracowników Służb Leśnych, niezależnie od pełnionej funkcji i stanowi ważne źródło informacji dla dalszych etapów niniejszej pracy.

Badania prowadzono w nadleśnictwach: Bytów – znajdujące się na północy polski, oraz Bielsko – znajdujące się na południu. Typowanie nadleśnictw oparto na mapach zagrożeń terenowych, opracowywanych przez badaczy w różnych częściach naszego kraju, określających przede wszystkim ilość zagęszczenia populacji kleszczy na danym obszarze.



Rys.19. Mapy nadleśnictw w północnym i południowym obszarze Polski, ze wskazaniem nadleśnictwa Bytów i Bielsko [z.i.]

ANKIETA WSTĘPNA		Data:
Pełniona funkcja:		
Nadleśnictwo:		
Ilość lat pracy w Lasach Państwowych:		
Ilość godzin spędzanych na terenach zielonych podczas jednej zmiany:		
Dominujące przebywanie w miejscach: <input type="checkbox"/> lasy mieszane <input type="checkbox"/> iglaste <input type="checkbox"/> liściaste <input type="checkbox"/> łąki		
Łączna ilość ukłuć kleszczy w trakcie ogółu pracy:		
Proszę wskazać dokładne miejsca ukłuć kleszczy na zamieszczonym rysunku (x) →		
Proszę zaznaczyć miesiące największej aktywności kleszczy: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> VI <input type="checkbox"/> VII <input type="checkbox"/> VIII <input type="checkbox"/> IX <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> XI <input type="checkbox"/> XII		
Wymień znane choroby przenoszone przez kleszcze:		
Zdiagnozowane choroby odkleszczowe: <input type="checkbox"/> Nie <input type="checkbox"/> Tak, wymień nazwę choroby:		
Wykonane badania pod kątem chorób odkleszczowych: <input type="checkbox"/> badania okresowe <input type="checkbox"/> prywatne		
Jak często dokonujesz przeglądu swojego ciała: <input type="checkbox"/> po każdym powrocie z terenów zielonych <input type="checkbox"/> raz dziennie <input type="checkbox"/> raz w tygodniu <input type="checkbox"/> dwa razy w tygodniu <input type="checkbox"/> rzadziej		
Usunięcie kleszcza po jego zlokalizowaniu najczęściej następuje: <input type="checkbox"/> od razu <input type="checkbox"/> do godziny <input type="checkbox"/> od 1 do 6 godzin <input type="checkbox"/> w ciągu 24 godzin		
Wybierana metoda usuwania wbitego kleszcza: <input type="checkbox"/> bez pomocy innych <input type="checkbox"/> z pomocą innych Proszę opisać metodę:		
Oczekiwania odnośnie szkoleń w szeroko pojętym temacie kleszczy: <input type="checkbox"/> konferencje <input type="checkbox"/> broszury, ulotki <input type="checkbox"/> naukowe opracowania <input type="checkbox"/> spotkania <input type="checkbox"/> nie ma potrzeby		
Rodzaje stosowanej ochrony przeciw kleszczom: <input type="checkbox"/> stosuję <input type="checkbox"/> nie stosuję <input type="checkbox"/> repelenty w formie: <input type="checkbox"/> spray <input type="checkbox"/> żel <input type="checkbox"/> krem Nazwa handlowa preparatu: Miejsce aplikacji: <input type="checkbox"/> skóra: <input type="checkbox"/> ręce <input type="checkbox"/> szyja <input type="checkbox"/> nogi <input type="checkbox"/> inne: <input type="checkbox"/> odzież: <input type="checkbox"/> buty <input type="checkbox"/> skarpety <input type="checkbox"/> spodnie <input type="checkbox"/> rękawy <input type="checkbox"/> koszula <input type="checkbox"/> kapelusz Częstość aplikacji: <input type="checkbox"/> 1 godzina <input type="checkbox"/> 1-3 godzin <input type="checkbox"/> 3-6 godzin <input type="checkbox"/> powyżej 6 godzin Ocena ochrony: <input type="checkbox"/> nie skuteczny <input type="checkbox"/> mało skuteczny <input type="checkbox"/> skuteczny <input type="checkbox"/> bardzo skuteczny Wymień skutki uboczne stosowania repelentów:		
		1

Rys.20. Ankieta wstępna, strona pierwsza

c.d. Rodzaje stosowanej ochrony przeciw kleszczom:

ochronna odzież robocza: tradycyjna napawana środkiem biobójczym

koszula z długim rękawem nakrycie głowy spodnie T-shirt

koszula z krótkim rękawem odzież wierzchnia skarpety buty

Ilość godzin spędzanych w ochronnej odzieży roboczej w ciągu jednej zmiany:

1 - 3 3 - 6 6 - 12 powyżej 12

Ocena ochrony: nie skuteczna mało skuteczna skuteczna bardzo skuteczna

Oceń stopień zagrożenia związanego z występowaniem kleszczy:

brak niski średni wysoki bardzo wysoki

Noszenie biobójczej odzieży ochronnej, odstraszałającej kleszcze i inne pasożyty:

nie nie chętnie chętnie bardzo chętnie

Proszę zaznaczyć elementy, które warto wykorzystać do tworzenia komfortowej i ergonomicznej biobójczej odzieży ochronnej:

koszula z długim rękawem koszula z krótkim rękawem spodnie kombinezon

ściągacze na nogawkach ściągacze na rękawach kaptur guziki

odzież dopasowana odzież luźna zatrzaski zamki

kolorystyka jasna kolorystyka ciemna odzież wierzchnia

Czy jest Pan/Pani właścicielem psa: nie tak **→ Koniec ankiety. Bardzo dziękuję za poświęcony czas.**

Oceń skuteczność środków ochronnych przeciw kleszczom dla psów:

nie skuteczne mało skuteczne skuteczne bardzo skuteczne

Najczęściej stosowana forma środka ochronnego przeciw kleszczom dla psów:

obroża antykleszczowa krople na skórę inne:

Ilość kleszczy znajdujących na skórze psa w ciągu miesiąca:

0 1 - 5 5 - 10 powyżej 10

Najczęściej stosowana forma usuwania kleszcza z powierzchni skóry psa:

pęseta palcami narzędzie specjalistyczne: kleszczolapka lasso

Ocena pomysłu ochronnej odzieży antykleszczowej dla psa:

zła średnia dobra bardzo dobra

Czy stosował(a) by Pan/Pani ochronną odzież antykleszczową dla psa (w formie kamizelki):

nie nie chętnie chętnie bardzo chętnie

Proszę podać powód:

**BARDZO DZIĘKUJĘ ZA WYPEŁNIENIE ANKIETY
I POŚWIĘCONY CZAS**

2

Rys.21. Ankieta wstępna, strona druga

Podsumowując, ankietę wstępną wypełniły łącznie 32 osoby, z nadleśnictw: Bytów i Bielsko, w tym pełnione funkcje takie jak: leśniczy, podleśniczy, nadleśniczy, a także myśliwi. Ilość czasu spędzanego na terenach zielonych podczas jednej zmiany, ankietowani szacowali średnio na 8,7 godziny, dominująco przebywając na terenach lasów mieszanych. Analiza uzyskanych odpowiedzi z zakresu poziomu wiedzy dotyczącego fauny kleszczy oraz sposobów ochrony przed nimi oceniono na zadowalający. Stwierdzono, że ryzyko ugryzienia przez kleszcza oraz zarażenia się chorobami odkleszczowymi jest bardzo duże, i stanowi poważny realny problem w Instytucji Lasów Państwowych i nie tylko. Ankietowani pomimo stosowania repelentów nie są w pełni zadowoleni z ich skuteczności. Wykazali dużą chęć stosowania odzieży biobójczej (antykleksczowej), zarówno dla siebie jak i dla swoich psów (często pracujących).

5.2. Materiał wytypowany do badań

Na wybór materiału tekstylnego, przeznaczonego do badań, wpływ miało wiele czynników, w tym żaden nie był dominujący. Podstawę stanowiła przeprowadzona ankietyzacja wstępna oraz szczegółowa analiza wyników z zebranych danych. Równie ważne, były informacje zaczerpnięte z naukowych opracowań badaczy. Umożliwiło to wytypowanie najbardziej obiecującego do badań składu materiału oraz wyeliminowanie ewentualnego powtórzenia tej samej konfiguracji. Kolejno wybrano i wzięto pod uwagę najbardziej istotne aspekty, podejmując trud zachowania równowagi między tym co dobre, a tym co konieczne. Są to, aspekty:

- praktyczny – czyli materiał nie wymagający wykonywania zbyt wielu czynności, aby pozostać w dobrej kondycji przez cały okres użytkowania;
- ergonomiczny – w odzieży z wybranego materiału pracownik może spędzić znaczną część swojego dnia. Ważne aby pozwolił on na swobodne wykonywanie ruchów i zapewniał wysoki komfort, nie tylko fizyczny, ale również psychiczny ze względu na swoje własności biobójcze;
- ekonomiczny – cena materiału po napawaniu środkiem biobójczym nie może być za wysoka. Mając na uwadze fakt, wytworzenia z niej ochronnej odzieży roboczej, jej ostateczna cena (wraz z kosztami szycia i dystrybucji) musi być akceptowalna dla

potencjalnych odbiorców. Dlatego cena surowego materiału stanowiła bardzo ważny etap w typowaniu (rys.22).

- higieniczny – typowany materiał powinien być odporny na zabrudzenia oraz łatwy w czyszczeniu i ewentualnej konserwacji;
- wytrzymały – trwały na tyle by sprostać stawianym mu zadaniom codziennej eksploatacji na terenach zielonych;
- estetyczny – w głównej mierze znaczącą rolę odgrywa tu kolorystyka. Typowano barwy zielone i brązowe raczej w odcieniach ciemnych i stonowanych. Postawiono również na wzór w celu osiągnięcia jak najlepszego kamuflażu na terenach zielonych (rys.23).



Rys.22. Przykładowe rozważane materiały: a) FLORES 150, b) FOLK 150, c) US 21/150.



Rys.23. Przykładowe warianty kolorystyczne (pustynny oraz leśny) zastrzeżonego wzoru patentowego dla tkaniny o nazwie US 21

Ostatecznie do napawania środkiem biobójczym arbitralnie wybrano tkaninę, która w swoim składzie zawierała 85% bawełny i 15% poliestru. Jest to tkanina spełniająca najkorzystniejsze standardy użytkowe z przeznaczeniem na odzież wierzchnią (rys.24). Następnie tkaninę poddano napawaniu środkiem biobójczym, działającym odstrasżająco na insekty. Wszystkie powyższe działania, odbyły się w porozumieniu z producentem.



Rys.24. Belka materiału po napawaniu przygotowana do badań

5.2.1. Technologia napawania

Surowy materiał włókienniczy poddano napawaniu, podczas którego równomiernie наносzono na wyrób środek apreterski. Bazę apretury biobójczej stanowiła permetryna, wykazująca krótkotrwałe działanie odstrasżające oraz długotrwałe działanie kleszczobójcze.

W literaturze opisano trzy dostępne metody impregnacji tkanin środkami apreterskimi zawierającymi w swoim składzie permetrynę. Są nimi: absorpcja (zanurzanie lub sprejowanie powierzchni substancją), inkorporacja (łączenie substancji z włóknami) i polimerowe powlekanie (powierzchni substancją). Badana w pracy tkanina US 120, została poddana napawaniu metodą absorpcji poprzez zanurzenie kąpielowe w środku apreterskim w napawarce wielowłkowej. Proces ten wykonano w porozumieniu z firmą Andropol, która zastrzegła szczegółowe dane dotyczące technologii.

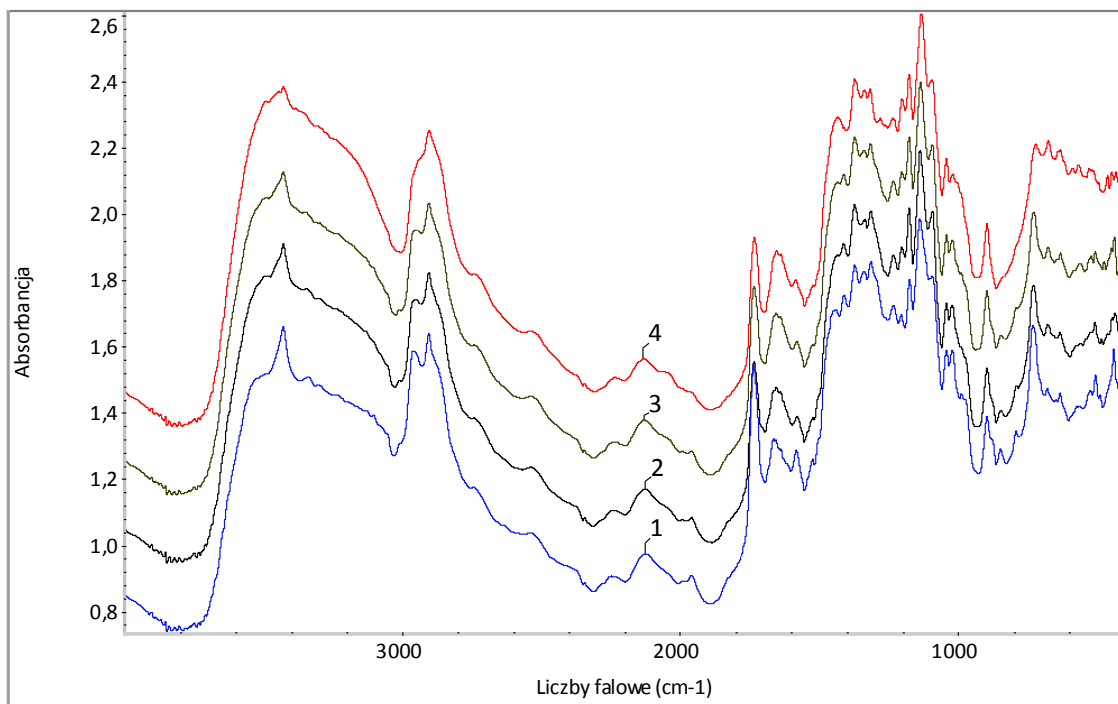
5.2.2. Analiza spektroskopowa

Analizę widm IR (ang. infrared) wykonano w celu identyfikacji ilościowej i jakościowej badanego materiału. Jest to metoda oparta na absorpcji promieniowania podczerwonego przez oscylujące cząsteczki. Charakterystyczne rejony występowania pasm w widmie podczerwieni są określane liczbami falowymi, których jednostką jest odwrotność centymetra (cm^{-1}). Tym samym umożliwiają strukturalną identyfikację cząsteczek oraz badanie wewnątrz- i międzycząsteczkowego oddziaływania między nimi. Rejon podczerwieni dzieli się na trzy zakresy:

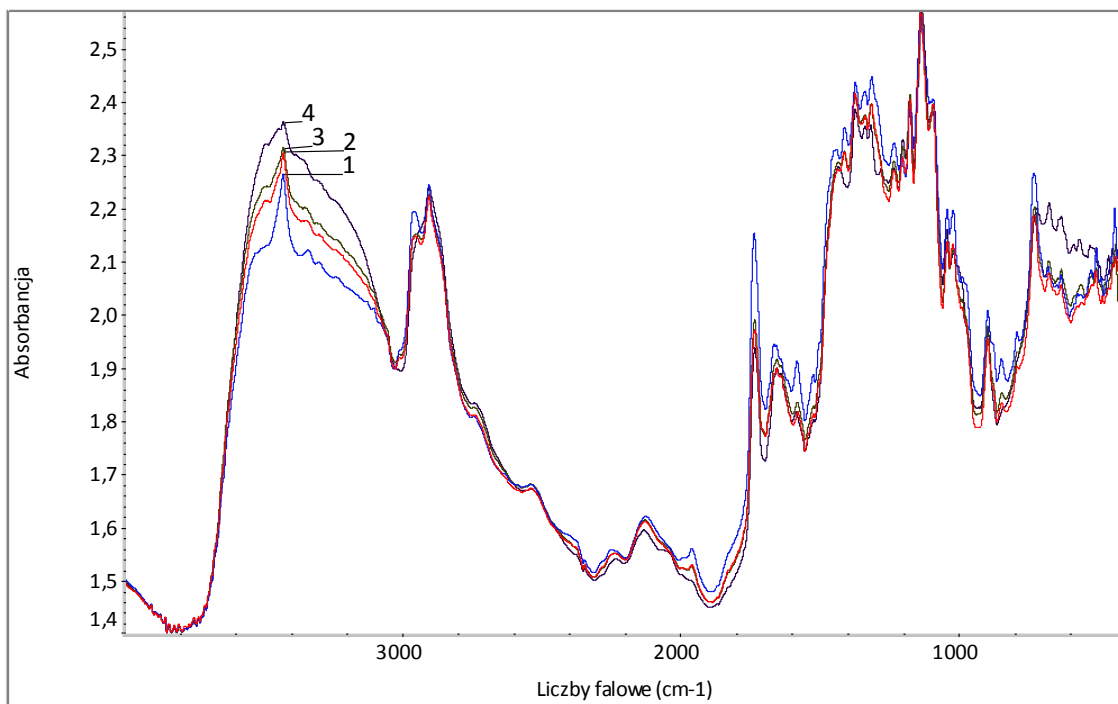
- bliska podczerwień (NIR, ang. near infrared) obejmuje zakres $12500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$;
- średnia podczerwień (MIR, ang. mid infrared) obejmuje zakres $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$;
- daleka podczerwień (FIR, ang. far infrared) obejmuje zakres $400 - 10 \text{ cm}^{-1}$.

W niniejszej pracy wszystkie pomiary widm absorpcji dokonano w podczerwieni średniej (MIR) w zakresie $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ (rys.25-26). Widma oscylacyjne zarejestrowano na spektrofotometrze Nicolet 6700. Do badania przygotowano cztery próbki w postaci materiału tekstylnego. Analizie poddano badaną tkaninę US 120:

- tkanina surowa bez naniesionej apretury biobójczej;
- tkanina napawana po 10 cyklach prań;
- tkanina napawana po 5 cyklach prań;
- tkanina napawana po 0 cyklach prań.



Rys.25. Widma absorbcji w zakresie MIR dla tkaniny: 1 – surowej, 2 – po 10-ciu cyklach prań, 3 – po 5-ciu cyklach prań, 4 – po 0 cyklach prań



Rys.26. Widma absorbcji w zakresie MIR dla tkaniny: 1 – surowej, 2 – po 10-ciu cyklach prań, 3 – po 5-ciu cyklach prań, 4 – po 0 cyklach prań

Uzyskane widma IR przeanalizowano pod kątem ilości, rodzaju i lokalizacji pasm absorpcyjnych, które przede wszystkim zależą od budowy chemicznej danej cząsteczki (materiału), jako substancji pochłaniającej promieniowanie podczerwone. Stwierdzono, występowanie charakterystycznych pików dla: wiskozy, poliamidu i poliestru.

Porównując powyższy skład do otrzymanej specyfikacji tkaniny tj.: bawełna i poliester, otrzymano dwie różne informacje. Powodem zaistniałej sytuacji jest fakt, iż zarówno bawełna jak i wiskoza to pochodne tej samej substancji, czyli celulozy. W tym przypadku różnica w odzwierciedleniu widm promieniowania IR w postaci pochłaniania określonych długości fal w odpowiednich zakresach, zarówno dla bawełny jak i wiskozy jest nie znaczna. W przypadku poliamidu (nie występującego w rzeczywistym składzie materiału) efekt pochłaniania kwantów energii o danej długości fali przez badany materiał włókienniczy, prześwietlającego promieniowania podczerwonego, najprawdopodobniej został zniekształcony przez nałożoną apreturę biobójczą, znajdującą się w całej objętości.

5.2.3. Analiza tkaniny

Gotowa, napawana tkanina środkiem biobójczym została dostarczona przez firmę Andropol, wraz z świadectwem jakości oraz pełną specyfikacją (rys.27-28). Świadectwo jakości jest potwierdzeniem zgodności tkaniny z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1007/2011 z dn.27.09.2011r w sprawie nazewnictwa włókien tekstylnych oraz etykietowania i oznakowania składu surowcowego wyrobów włókienniczych i nr 1907/2006 z dn.18.12.2006r zał. XVII [70]. Oficjalna nazwa tkaniny to US 21 o wiadomym składzie surowcowym CO 85 PES 15, a także określonym wzorze pantera i kolorze khaki.

Zgodnie z otrzymanymi danymi technicznymi tkanina w trakcie przebiegu procesów wykończalniczych została poddana: merceryzacji, bieleniu, drukowaniu barwnikami kadziowo-zawieszinowymi, sanforyzacji oraz apreturowaniu. Posiada również certyfikat Oeco – Tex Standard 100, świadczący o braku substancji szkodliwych wpływających negatywnie zarówno na organizm człowieka jak i środowisko.

ANDROPOL SA 34-120 ANDRYCHÓW ul. KRAKOWSKA 83 ISO 9001 : 2008 ISO 14001 : 2004 AOP 2110 : 2009		 2041525099723	
Nazwa: TKANINA-US-21/1/150		PKWU: 13.20.20.0	
Szerokość: 1,50 +/- 0,030 m	Indeks: T201254931647	Sposób klasyfikacji: Odbiorca "S"	
Wzrost: BARW/D-K PIN TW		Gat.: 1	Ilość netto / brutto: 26 / 26
Certyfikat nr:		Długość odcinków:	
Wzór/Kolor: FR1FPANTERA	Ilość: 1	Długość odcinków:	
Skład: Bawełna 85,0 % Poliester 15,0 %			
		Nr sztuki: KOB0539/17-31	

Rys.27. Specyfikacja tkaniny US 21

Tkanina wykończona środkiem zawierającym aktywną substancję biobójczą, permetrynę o numerze CAS 52645-53-1, która działa odstraszająco na insekty, np. komary, kleszcze

Tkanina spełnia wymagania Oeko-Tex standard 100. Wyrób z niej uszyty jest bezpieczny dla użytkownika.

Nieznane jest działanie tkaniny na dzieci, kobiety w ciąży, kobiety karmiące oraz alergików. W bezpośrednim kontakcie z ciałem może zwiększyć ryzyko uczulenia skórniego.

Nie stosować na wyroby przeznaczone dla kotów.

Tkanina zachowuje skuteczność odstraszania insektów do 20 prań. W celu zachowania właściwości tkaniny należy przestrzegać przepisu konserwacji.

Rys.28. Specyfikacja tkaniny US 21

Badana tkanina jest jednostronnie drukowana, zastrzeżonym wzorem o nazwie FR1F PANTERA, zarezerwowanym dla służb specjalnych (rys.29). Przeprowadzono szczegółową analizę tkaniny, wyznaczając jej parametry budowy. Obserwacje prowadzono zarówno organoleptycznie jak i makro i mikroskopowo (z użyciem sprzętu laboratoryjnego).

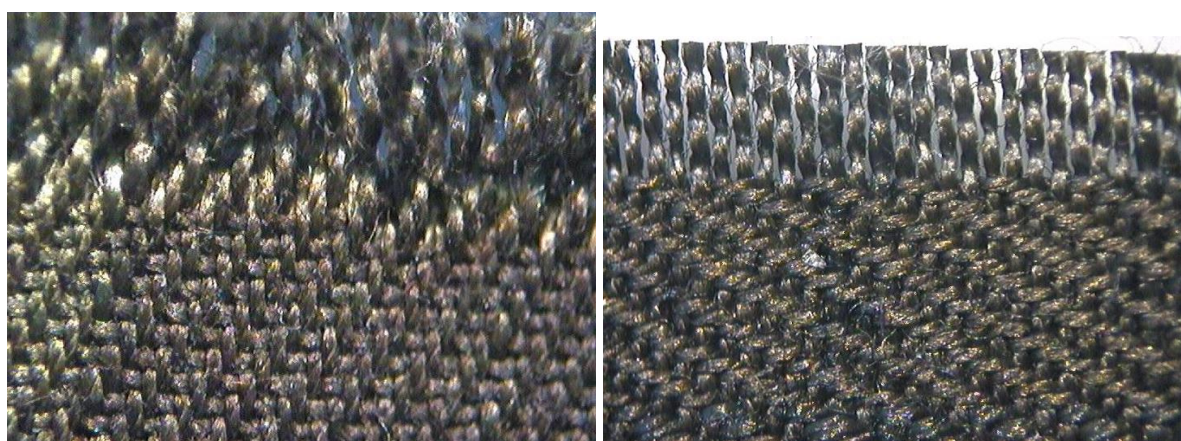


a)

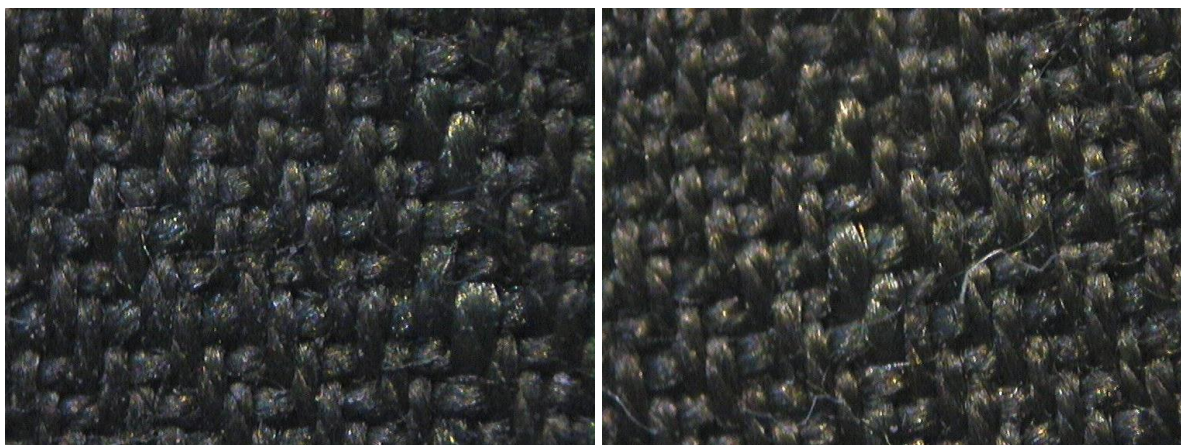
b)

Rys.29. Materiał tekstylny napawany wytypowany do badań: a) strona prawa b) strona lewa

Wykorzystując mikroskop optyczny zespolony z kamerą CCD (ang. charge coupled device) otrzymano obrazy splotu badanego materiału, co pozwoliło jednoznacznie określić jego rodzaj. Stwierdzono, że badany materiał włókienniczy to tkanina o splotcie skośnym $\frac{2}{2}S$, (dwa na dwa S). Oznacza to, że kolejno dwie nitki osnowy przechodzą nad dwoma nitkami wątku, a następnie dwie nitki wątku przechodzą nad dwoma nitkami osnowy. Natomiast litera (S) to skrót stosowany po wyróżniku splotów skośnych, oznaczający kierunek skoku w splotcie tkaniny, czyli linię grupowania się pokryć osnowowych zgodnie z kierunkiem pochylenia litery S. Wykonanie czytelnych fotografii utrudniał barwny wzór tkaniny, uzyskane zdjęcia są jednak zadowalające (rys.30-31). Na podstawie identyfikacji makroskopowej budowy splotowej tkaniny opracowano wyróżnik splotu (rys.32) oraz zapis rysunku tkackiego (rys.33) w celu lepszego zobrazowania całości.



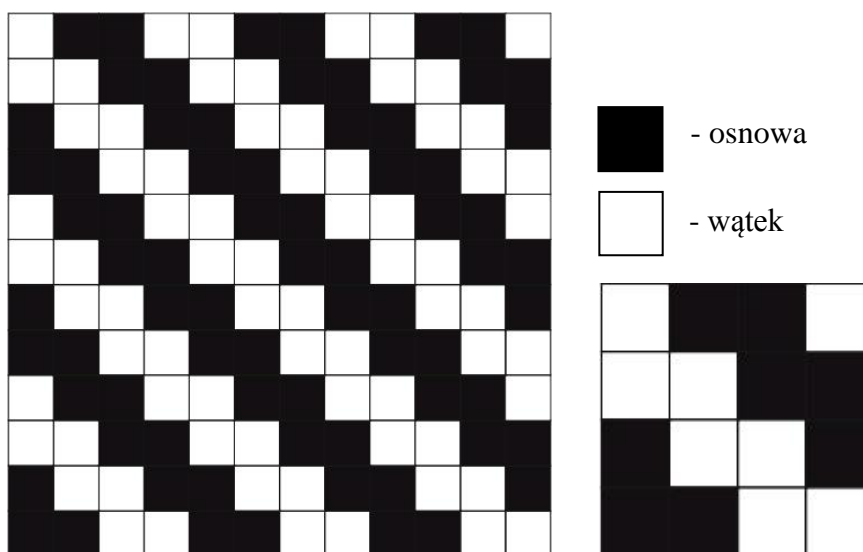
Rys.30. Zdjęcia splotu z różnych obszarów tkaniny, powiększenie 20x



Rys.31. Zdjęcia splotu z różnych obszarów tkaniny, powiększenie 40x

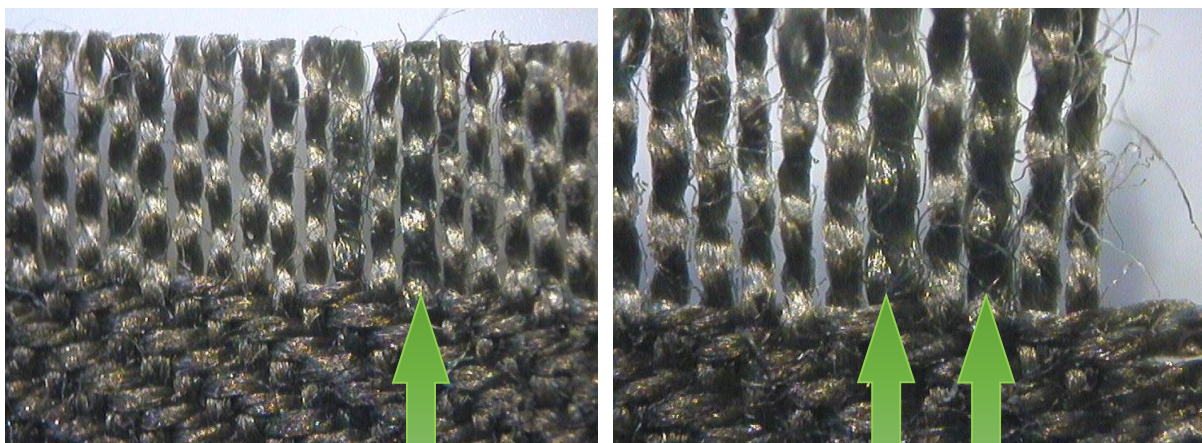
$$\frac{2}{2} S$$

Rys.32. Wyróżnik splotu badanego materiału

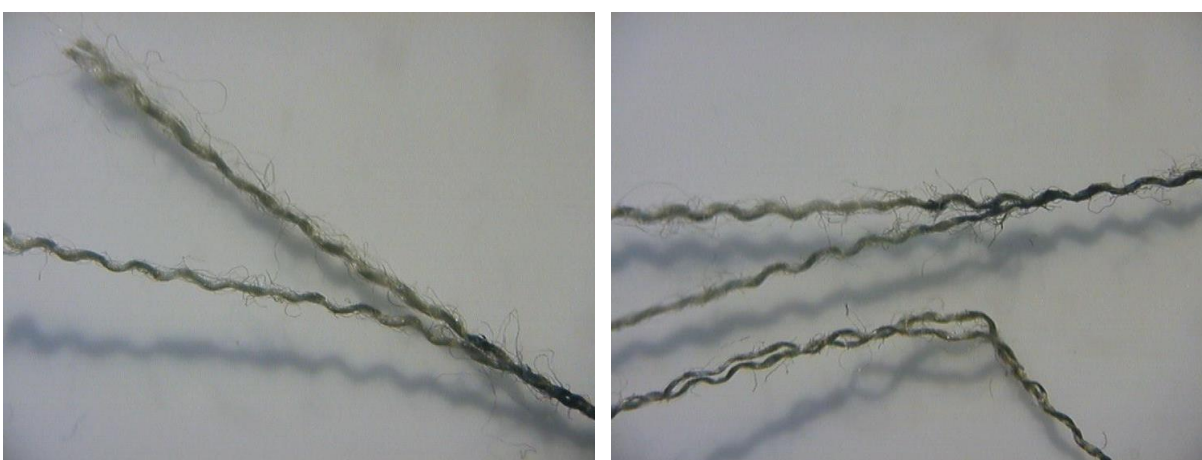


Rys.33. Zapis tkacki badanego materiału włókienniczego – splot skośny $\frac{2}{2} S$.

Stwierdzono, że analizowana tkanina jest nie tylko drukowana ale także barwnie tkana. Wyraźnie można zaobserwować nitki w dwóch różnych kolorach. W zależności od koloru nitek, posiadają one także różną grubość, co można zauważyć na rys.34. Zidentyfikowano także podwójną nitkę. Oznacza to, że jedna nitka jest skręcona z dwóch (rys.35). Z tego względu splot ten oznaczono jako wzmocniony.



Rys.34. Zdjęcia nitek różnej grubości budujących tkaninę, powiększenie 40x



Rys.35. Podwójna nitka, powiększenie 10x

Następnie tkaninę obserwowano skaningowym mikroskopem elektronowym Phenom PoX ze zintegrowanym spektrofotometrem energodispersyjnym EDS (rys.36). Zarejestrowano wysokiej jakości obrazy przy powiększeniach do 100000x. Obserwacje prowadzono wielotorowo, pod kątem uzyskania informacji o:

- budowie splotu
- strukturze włókien
- grubości włókien budujących tkaninę
- jednorodności włókien
- jakości włókien
- określeniu rodzaju włókien na podstawie ich przekroju
- zmianach zachodzących w strukturze tkaniny w trakcie konserwacji



Rys.36. Skanujący mikroskop elektronowy Phenom PoX

W celu zmierzenia grubości włókien budujących tkaninę przygotowano dwa rodzaje próbek: z tkaniny surowej przed napawaniem oraz tkaniny US 120 napawanej środkiem biobójczym. Obrazy rejestrowano dla różnych powiększeń. Przykładowe przedstawiają rys.36-37. Grubość pojedynczego włókna (składającego się z wielu kolejnych włókienek) została zmierzona w 20-stu miejscach w różnych miejscach tkaniny. Ostateczne wyniki uśredniono i przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki pomiaru grubości włókien: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p)

	\bar{x} [μm]	SE	CV [%]	SD	Min. [μm]	Max. [μm]	Me [μm]	p [%]
Włókna tkaniny surowej (bez apretury)	209,75	5,82	0,22	26,03	150	247	214,5	12,2
Włókna tkaniny US 120 (z apreturą)	226,8	8,45	0,22	37,80	155	285	237,5	17,7

Następnie wyłuskano pęczek pojedynczych włókien budujących badaną tkaninę surową bez apretury i wykonano z nich przekrój. Rejestrowane obrazy włókien w przekroju pozwoliły jednoznacznie stwierdzić skład surowcowy, poprzez identyfikację charakterystycznych kształtów poszczególnych włókien. Stwierdzono owalne włókna bawełny o specyficznym kształcie spłaszczonych „fasolek” z otworem w środku (rys.42), a także okrągłe włókna poliestrowe (rys.41). Stosunek ilości poszczególnych włókien z bawełny i poliestru jest widoczny i wynosi około 1÷6 (rys.39-40).

W przekroju zmierzono średnicę (grubość) pojedynczego poliestrowego włókienka budującego przędzę. Wyniki opracowano na podstawie 20-stu pomiarów włókien wykonanych w różnych obszarach podano w tabeli 3. Z kolei średnica pojedynczego włókna bawełny nie została zmierzona ze względu na jej nieregularny kształt, co zaburzało by ostateczne wyniki.

Tabela 3. Wyniki pomiaru grubości w przekroju pojedynczego włókna poliestrowego: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p)

\bar{x} [μm]	SE	CV [%]	SD	Min. [μm]	Max. [μm]	Me [μm]	p [%]
13,5	0,14	0,22	0,63	11,9	14,2	13,7	0,3

Obserwacja układu przestrzennego włókien pod mikroskopem potwierdziła skład tkaniny. Zidentyfikowano prostoliniowy typowy dla włókien syntetycznych układ, jako poliester (rys.43). Zapewnia on dużą sztywność i opór w czasie skręcania i zginania. Kolejno wyodrębniono specyficzny i nie powtarzalny dla żadnego innego rodzaju włókna układ spiralny. Postać spiralnie skręconej wstążki to cecha rozpoznawcza dla włókien bawełny (rys.44). W tym miejscu zmierzono grubość pojedynczego włókienka poliestrowego. W ten sposób uzyskano wynik porównawczy dla wyznaczonej wcześniej grubości przekroju. Wyniki 20-stu odczytów uśredniono i opracowano podając je w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki pomiaru grubości pojedynczego włókna poliestrowego: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p)

\bar{x} [μm]	SE	CV [%]	SD	Min. [μm]	Max. [μm]	Me [μm]	p [%]
11,05	0,09	0,22	0,4	10,5	11,6	11,1	0,18

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

..

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

..

.

.

.

.

.

.

.

.

.

Badania mikroskopowe prowadzono również pod kątem obserwacji zmian zachodzących pod wpływem konserwacji wyrobu tekstylnego (pranie). Przygotowano próbki tkaniny po cyklach prań: 0, 1, 5, 10, 15, 20 razy. Aby zapewnić powtarzalność wyników konserwację przeprowadzano w jednej pralnicowo-wirówce referencyjnej Wascator FOM71 CLS firmy Electrolux, zgodnej z wymaganiami międzynarodowych norm IEC oraz ISO. Wszystkie cykle wykonano z zachowaniem identycznej receptury tj.: temperatura 40°C, detergent piorący 50ml, detergent zmiękczający 30ml, wirowanie 900 [obr/min]. Wybór ten miał na celu jak najlepsze odwzorowanie faktycznych warunków prania odzieży w warunkach domowych, oraz tym samym zapewnienie uzyskania wiarygodnych wyników mających rzeczywiste odzwierciedlenie.

Zarejestrowane obrazy przy pow: 250x (rys.45-50), 1000x (rys.51-56), 2500 (rys.57-62), 5000x (rys.63-68). Wnoszę, że wraz ilością wykonanych cykli prań struktura tkaniny ulega uszkodzeniu. Analizując dołączone do pracy przykładowe obrazy, zauważyć można zmianę na powierzchni włókien bezpośrednio dotyczącą apretury naniesionej w trakcie napawania. Bez dyskusyjnie ulega ona niszczeniu. Warto jednak podkreślić, że jest to proces, nasilający się z każdym pojedynczym cyklem prania. Powyższe oznacza, że całkowita degeneracja cennej apretury, nie jest możliwa po zaledwie jednym lub następnych kilku praniach. Środek apreterski niejako ulega rozpuszczeniu i wolnej degradacji, powodując zaklejenie przestrzeni powietrznych pomiędzy włókienkami. Fakt, że działanie odstrasające oraz biobójcze apretury zostało obniżone jest widoczny i bardzo sugestywny. Aby jednak dokładnie ocenić jej rzeczywisty stan, w momencie wykonania poszczególnych ilości cykli prań, w dalszej części rozprawy, przedstawiono stanowisko do badań eksploatowanej tkaniny w kontakcie z żywymi organizmami takimi jak kleszcze czy muchy. Ostatecznie wykonane fotografie mikroskopowe, wzniosły nieoceniony wkład w prowadzone naukowe działania.

Oceniając sam splot, można zauważyć, że nie uległ dużej destrukcji pozostając w pierwotnym ułożeniu. Natomiast pojedyncze włókienka miejscowo uległy rozpadowi i zerwaniu. W efekcie obniżając odporność mechaniczną całej tkaniny, co jest naturalnym następstwem konserwacji wyrobów włókienniczych. Obserwowane naruszenie struktury tkaniny nie jest znaczne, i w żadnym aspekcie nie odbiega od standardowego procesu niszczenia tego typu tekstylnych materiałów odzieżowych.

W trakcie rejestrowania obrazów mikroskopowych tkaniny po kolejnych cyklach prań, przy każdym ustalonym progu badawczym (tj.: 0, 1, 5, 10, 15, 20 prań) mierzono grubość włókna (przędzy) oraz poszczególnych włókienek (budujących przędzę). Stwierdzono, że naniesiona apretura nie wpłynęła na zmianę wymiarów włókien oraz całej tkaniny. Z kolei nie wielki ubytek zaobserwowano dla materiału tekstylnego po kolejnych praniach. Na podstawie powyższych rozważań wysnuto wniosek, że wpływ na reorganizację wymiarów włókien ma jedynie konserwacja (a nie apretura jak przypuszczano).

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

..

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

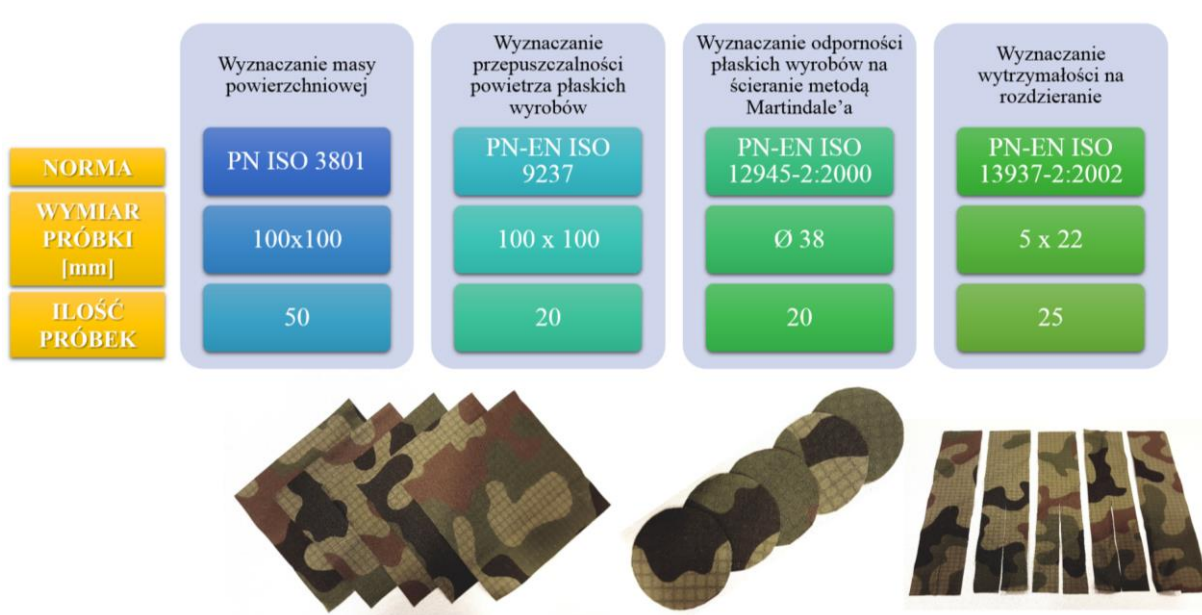
.

.

.

5.2.4. Badania podstawowe

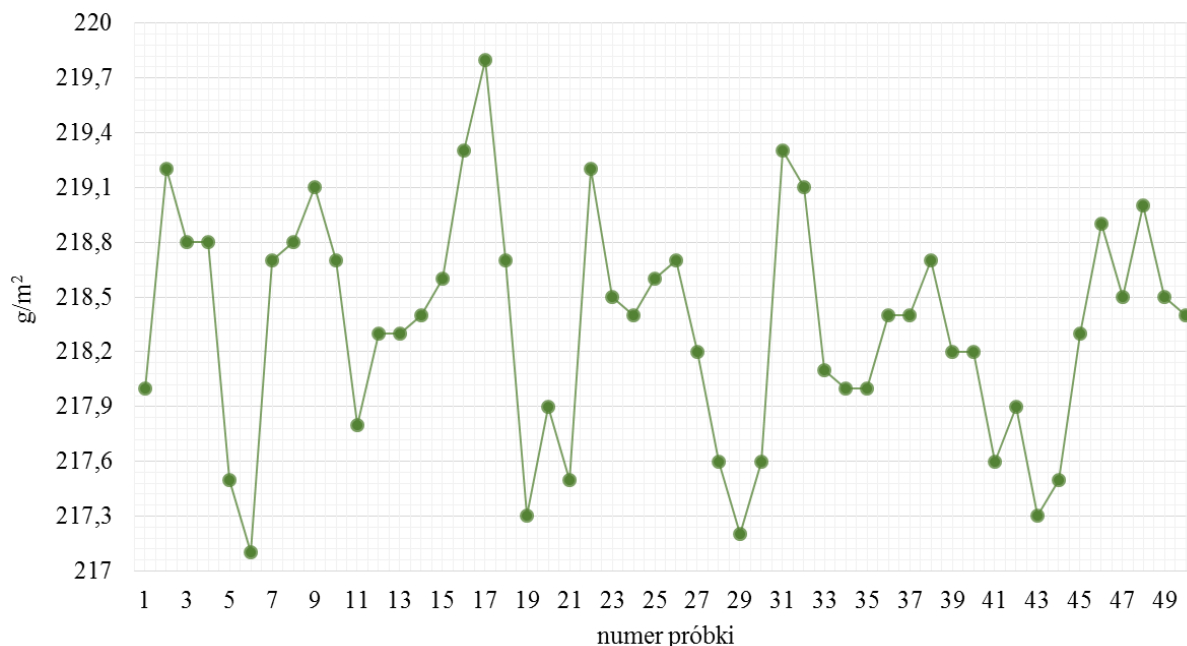
Biorąc pod uwagę naukowy aspekt pracy, wyznaczono: masę powierzchniową, przepuszczalność powietrza płaskich wyrobów. Odporność płaskich wyrobów na ścieranie metodą Martindale'a oraz wytrzymałość na rozdzieranie (rys.69). Każde z badań przeprowadzono zgodnie z normami ISO. Podczas pobierania próbek do badań zadbano, aby pominąć ewentualne miejsca uszkodzone, zmarszczone lub z błędem. Przygotowane próbki aklimatyzowano zgodnie z normą PN-EN ISO 139:2012 [71], tj. temperatura $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ oraz względna wilgotność powietrza $(65 \pm 2)\%$.



Rys.69. Przeprowadzone badania podstawowe wraz z numerem normy, wymiarem próbki, ich ilością oraz wyglądem

Dane otrzymane z przeprowadzonych badań podstawowych poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego MS Excel 2013 oraz językiem programowania R wersji 3.6.1 2019, postępując zgodnie ze standardowymi technikami analizy danych i metodami wnioskowania statystycznego. Wszystkie testy statystyczne wykonano przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

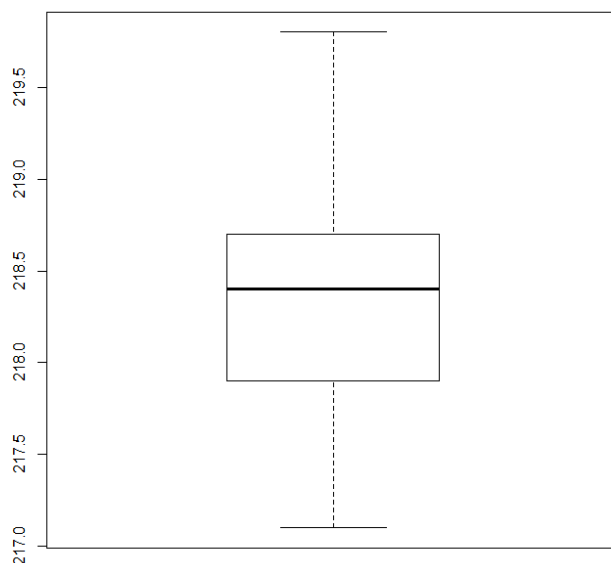
Wyznaczanie masy powierzchniowej przeprowadzono na 50-ciu próbkach o wymiarach 100x100mm zgodnie z normą PN ISO 3801:1993 [72]. Próbki ważono na wadze z dokładnością 0,001g. Otrzymane wyniki przedstawiono na rys.70. Następnie przeprowadzono podstawową analizę statystyczną. Wyniki zebrano w tabeli 5 oraz zaprezentowano graficznie w postaci „wykresu pudełkowego” (rys.71).



Rys.70. Wyniki wyznaczania masy powierzchniowej

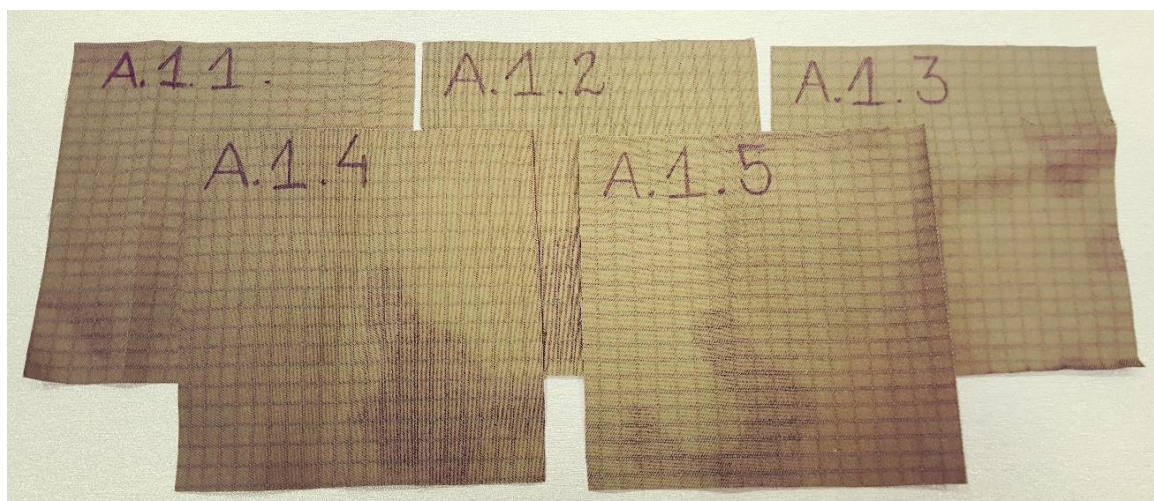
Tabela.5. Analiza statystyczna wyników masy powierzchniowej: średnia wartość (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartyle (Q25, Q75), poziom ufności (p).

\bar{x} [g/m ²]	SE	CV [%]	SD	Min. [g/m ²]	Max. [g/m ²]	Q25	Me [g/m ²]	Q75	p [%]
218,34	0,089	350,18	0,62	217,10	219,80	217,92	218,40	218,70	0,18



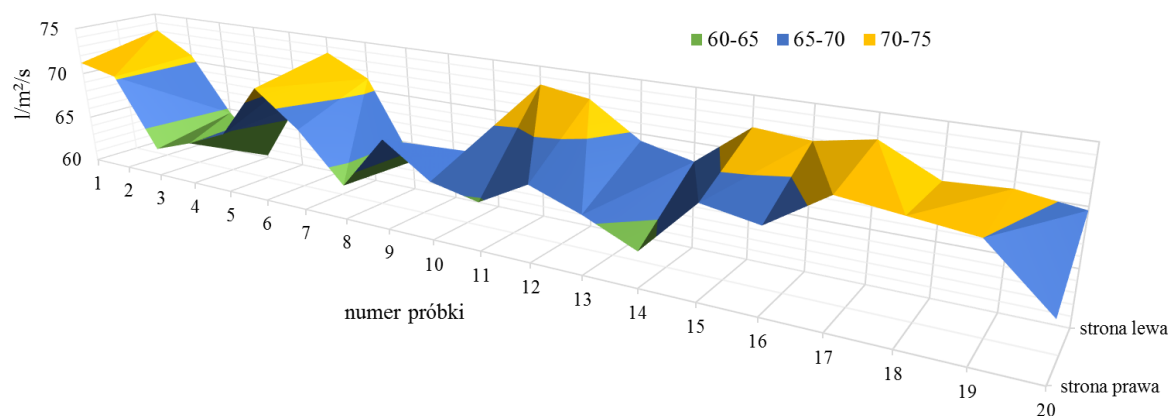
Rys.71. Graficzna prezentacja wartości masy powierzchniowej badanej tkaniny

Badanie przepuszczalności powietrza (PN-EN ISO 9237:1998) [73] wyrobów płaskich wykonano za pomocą aparatury pomiarowej FX 3300 Air Permeability Tester III. Mierzono ilość powietrza przechodzącego prostopadle przez powierzchnię wyrobu, w zacisku o polu 20cm^2 . W celu określenia różnicy ciśnień po obu stronach badanej powierzchni, próbkę umieszczono w okrągłym uchwycie aparatury. Włączono pompę ssącą, wymuszającą przepływ powietrza przez materiał włókienniczy, a następnie regulowano wartość przepływu powietrza do momentu uzyskania takiego samego spadku ciśnienia po obu stronach powierzchni wyrobu. Spadek ciśnienia dla wyrobów odzieżowych powinien wynosić 100Pa . Dla każdej próbki wykonano cztery pomiary w różnych miejscach kolejno: dwa po stronie prawej i dwa po stronie lewej (rys.72). Po każdym z nich odczytywano wartość wydatku powietrza. Badanie to pozwoli również na sprawdzenie jednorodności materiału.



Rys.72. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczania przepuszczalności powietrza wraz z oznaczeniem

Przepuszczalność powietrza przeprowadzono na 20-ciu próbkach. Łącznie otrzymano 80 wyników. Opracowanie wyników polegało na utworzeniu wspólnego wykresu poszczególnych wartości przepływu powietrza przez tkaninę dla prawej i lewej strony (rys.73).



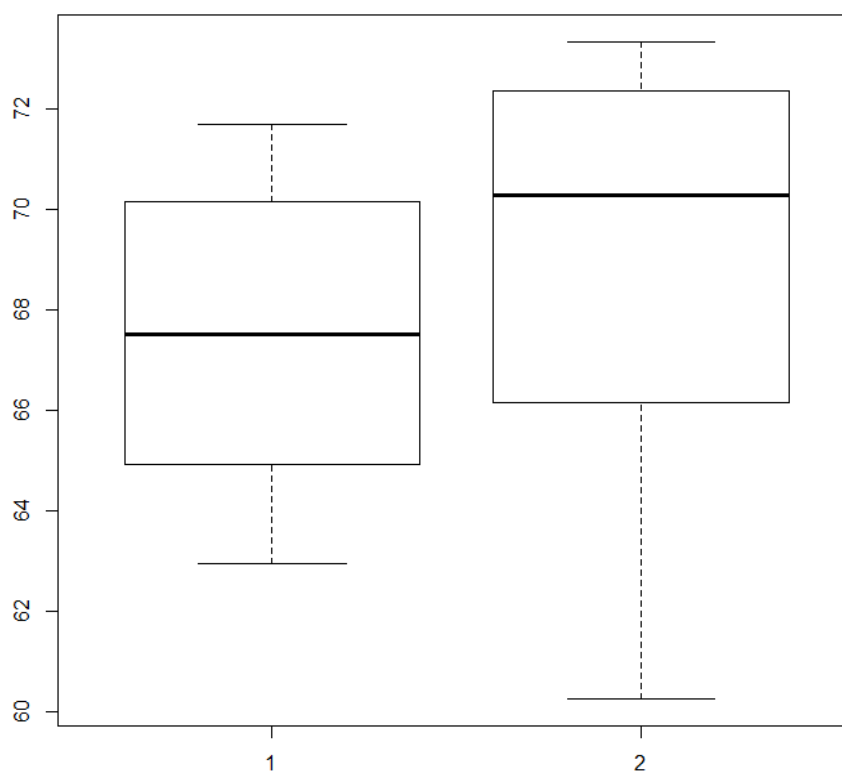
Rys.73. Graficzne przedstawienie rozkładu wartości przepływu powietrza dla prawej i lewej strony tkaniny

Z kolei przeprowadzono podstawową analizę statystyczną uzyskanych wyników w celu interpretacji danych (tabela 6), oraz dodatkowo dokonano ich prezentacji w postaci tzw. wykresu „ramka-wąsy” (rys.74). Porównując uzyskane średnie wartości przepływu powietrza, prawa strona charakteryzuje się nieznacznie mniejszym wydatkiem powietrza. W tym miejscu nie wyklucza się ewentualnego wpływu rodzaju wykończenia jakim jest drukowanie prawej strony tkaniny. Na podstawie poziomów istotności obliczonych w oparciu o jednoczynnikową

analizę wariancji (ANOVA) stwierdzono, że zarejestrowane wyniki dla prawej i lewej strony badanej tkaniny nie różnią się istotnie statystycznie od siebie.

Tabela.6. Wyniki przepuszczalności tkaniny dla prawej i lewej strony: średnia wartość wydatku powietrza (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). Objaśnienie dodatkowe: 1 – prawa strona tkaniny, 2 – lewa strona tkaniny

	\bar{x} [l/m ² /s]	SE	CV [%]	SD	Min. [l/m ² /s]	Max. [l/m ² /s]	Q25	Me [l/m ² /s]	Q75	p [%]
1	67,17	0,65	23,85	2,82	62,95	71,70	65,04	67,30	70,08	1,36
2	68,80	0,94	16,78	4,10	60,25	73,35	66,53	70,15	72,29	1,97



Rys.74. Graficzna prezentacja wartości przepuszczalności powietrza dla: 1 – prawej strony tkaniny, 2 – lewej strony tkaniny

Odporność na ścieranie (PN-EN ISO 12947-1:2000) [74] przeprowadzono na przyrządzie Martindale'a. Próbkę średnicy \varnothing 38mm mocuje się w uchwycie pod obciążeniem $795\pm 7g$ odpowiadającą ciśnieniu nominalnemu 12kPa podczas ścierania (rys.75). Każda z próbek została poddana ciągłemu ścieraniu do określonej liczby suwów. Liczba ta uzależniona jest od typu wyrobu. Materiałem ściernym było sukno wełniane (zgodnie z normą). Badany w pracy materiał tekstylny należy do grupy materiałów odzieżowych, dla których przedział kontrolny wynosi do 70 tysięcy cykli. Po jego przekroczeniu materiał uznaje się za wysoko odporny na ścieranie.

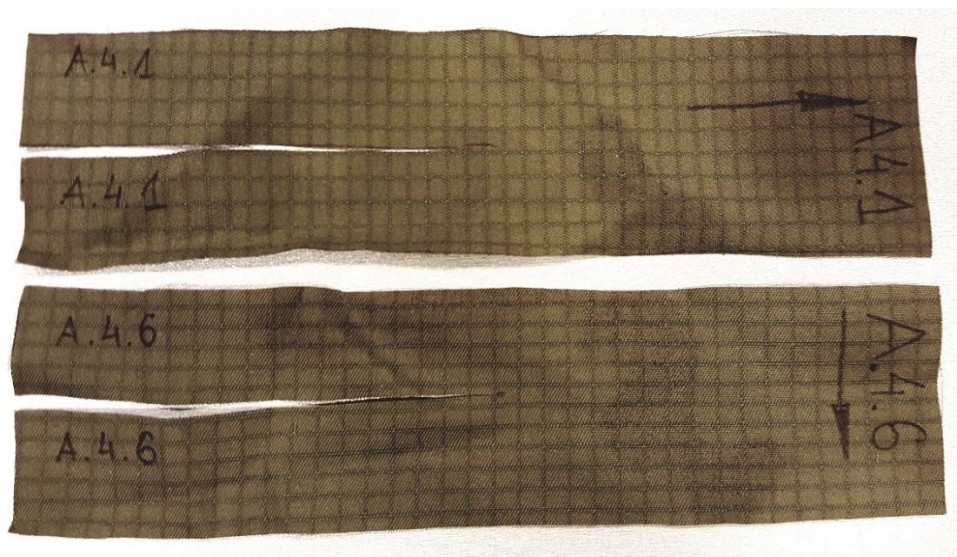
Ilość poddanych ścieraniu próbek oraz opracowanie wyników wykonano zgodnie z normą. Przygotowano 12-cie próbek, które umieszczono w uchwycie maszyny kolejno w 3 cyklach. Wyniki uśredniono ostatecznie uzyskując przekroczenie wartości 70 tysięcy cykli dla badanej tkaniny. Tkaninę US 120 oceniono na wysoko wytrzymałą na ścieranie.



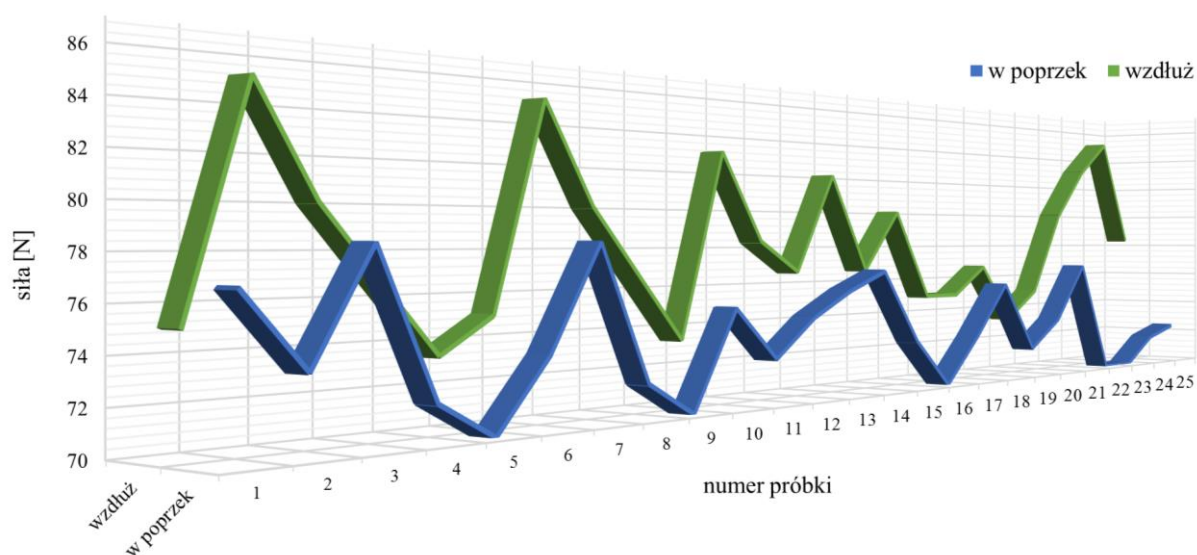
Rys.75. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczenia odporności na ścieranie wraz z oznaczeniem

Wytrzymałość na rozdzieranie (PN-EN ISO 13937-2:2002) [75] wyznaczono metodą pojedynczego rozdzierania. Przygotowano dwa zestawy próbek wycinając je wzdłuż i w poprzek materiału, tzn. wzdłuż osnowy i wzdłuż wątku. Prostokątną próbkę o wymiarach 50 x 200mm przecięto pośrodku krótszej krawędzi, bezpośrednio przed wykonaniem próby. W ten sposób nadano jej kształt tzw. „spodni” (rys.76). Każdą z nogawek zamontowano w zaciskach rozciągającej maszyny wytrzymałościowej INSTRON, osiowo jedną w górę, drugą w dół. Na każdej z próbek poza numerem próbki oznaczono również kierunek osnowy i wątku. Podczas badania rejestrowano siłę rozdzierania w niutonach.

Dane otrzymane z przeprowadzonego badania poddano analizie statystycznej. Uzyskane wyniki zebrano w tabeli 7. Graficzna prezentacja rozkładu średnich sił zrywających pozwoliła zauważyć wyższe wartości sił wzdłuż tkaniny niż w poprzek (rys.77). Jednak poziomy istotności obliczone na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji wskazują że zarejestrowane wyniki nie różnią się istotnie statystycznie od siebie (rys.78).



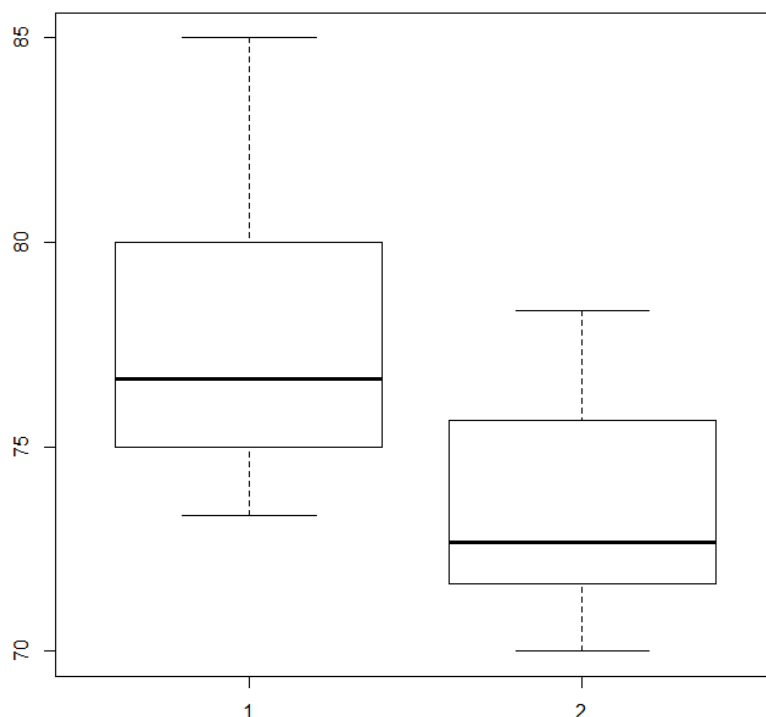
Rys.76. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczenia odporności rozdzierania wraz z oznaczeniami



Rys.77. Graficzne przedstawienie średnich sił rozdzierających tkaninę wzdłuż i w poprzek

Tabela.7. Wyniki odporności na rozdzieranie tkaniny wzdłuż i w poprzek: średnia wartość siły zrywającej (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). Objaśnienie dodatkowe: 1 – rozdzieranie wzdłuż tkaniny (wzdłuż osnowy), 2 – rozdzieranie w poprzek tkaniny (wzdłuż wątku)

	\bar{x} [N]	SE	CV [%]	SD	Min. [N]	Max. [N]	Q25	Me [N]	Q75	p [%]
1	78,32	0,76	20,62	3,80	73,33	85,00	75,00	76,66	80,00	1,57
2	73,36	0,53	27,78	2,64	70,00	78,33	71,66	72,66	75,66	1,09



Rys.78. Graficzna prezentacja wartości sił rozdzierania tkaniny: 1 – wzdłuż, 2 – w poprzek

Ponad to, poniżej w tabeli 8 zestawiono średnie wartości siły rozdzierającej dla tkaniny po napawaniu środkiem apreterskim oraz tkaninę surową (bez apretury). Tożsamość wyników, świadczy o braku jakiegokolwiek wpływu apretury na wytrzymałość samej tkaniny.

Tabela.8. Porównanie odporności na rozdzieranie średniej wartości siły zrywającej (\bar{x}) dla tkaniny napawanej i surowej: wzdłuż (osnowy) i w poprzek (wzdłuż wątku)

	Tkanina napawana \bar{x} [N]	Tkanina surowa \bar{x} [N]
Wzdłuż	78,32	78,35
W poprzek	73,36	73,24

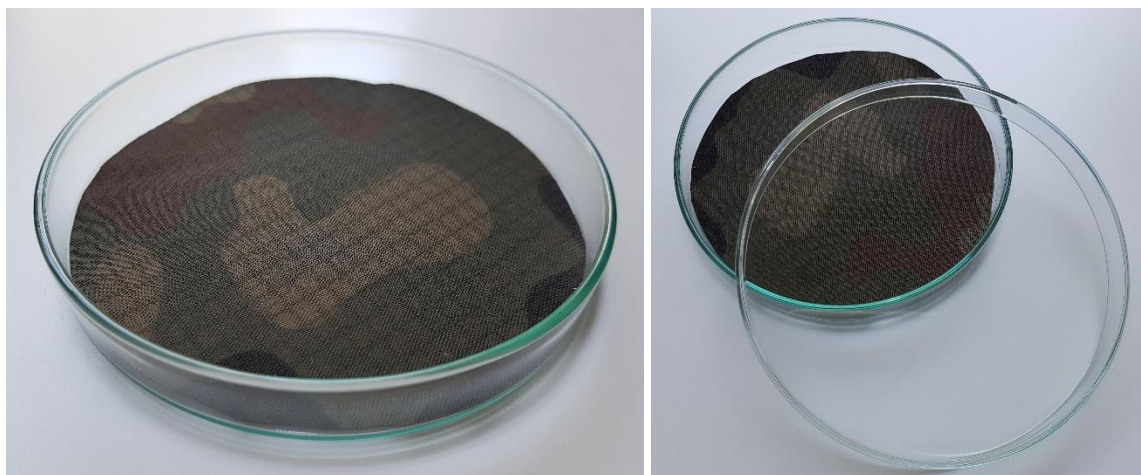
5.3. Badania laboratoryjne z udziałem żywych organizmów

Przeprowadzenie badań laboratoryjnych z udziałem żywych organizmów pozwolą:

- ustalić bezpośredni wpływ tkaniny biobójczej na żywe organizmy;
- zaobserwować reakcje i zachowanie organizmów pozostających w stałym kontakcie z tkaniną biobójczą;
- ocenić działanie odstrasżające tkaniny biobójczej;
- trwałość apretury biobójczej w aspekcie konserwacji badanego materiału tekstylnego;
- oszacować czas potrzebny do skutecznego odstraszenia organizmu;
- porównać ewentualne różnice w reakcjach różnych gatunków badanych organizmów.

W tym miejscu pojawiła się potrzeba opracowania autorskiego stanowiska do badań oraz naukowej metodologii oceny pozyskanych danych. Do badań wytypowano: kleszcza pospolitego (*Ixodes ricinus*), muchę domową (*Musca domestica*) oraz biedronkę azjatycką (*Harmonia axyridis*). Decyzja ta była ściśle związana z problemem poruszonym w niniejszej rozprawie. Kleszcz pospolity jest głównym obiektem badań w pracy, zatem komentarz dotyczący jego wyboru nie jest konieczny. Dwa pozostałe gatunki wybrano przede wszystkim dla uzyskania odniesienia, umożliwiające w późniejszym etapie przeprowadzenie weryfikacji oraz wysnuć odpowiednich wniosków. Dodatkowo mucha domowa podobnie jak kleszcz, stanowi duże zagrożenie epidemiologiczne, mogąc przenosić od kilku do kilkudziesięciu mikroorganizmów chorobotwórczych wewnątrz oraz na powierzchni swojego ciała. Wszelkie działania powodujące jej odstraszenie są zatem pożądane. Z kolei biedronka azjatycka i jej obecna inwazja, stanowi stosunkowo nowy problem w naszym kraju. Ich zwalczanie podyktowane jest głównie niebezpiecznymi reakcjami alergicznymi jakie mogą wywoływać.

Przebieg eksperymentu polegał na umieszczeniu żywego organizmu w szklanym pojemniku (dokładniej szalce Petriego) o wymiarach 120mm x 20mm, wraz z badaną tkaniną. (rys.79). Przygotowano próbki badanej tkaniny biobójczej US 120 napawanej apreturą na bazie permetryny o średnicy 120mm i powierzchni 0,012m².



Rys.79. Szklany pojemnik wraz z badaną tkaniną biobójczą

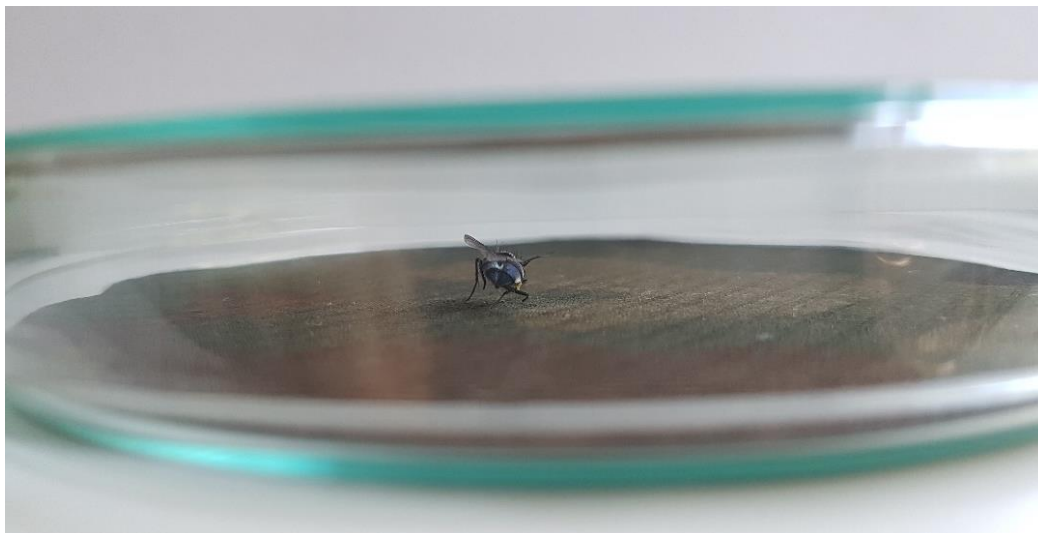
Celem oceny trwałości apretury, w aspekcie jej konserwacji, próbki tkaniny różniły się ilością wykonanych cykli prania. Konserwację przeprowadzano w pralnicowirówce referencyjnej Wascator FOM71 CLS firmy Electrolux, zgodnej z wymaganiami międzynarodowych norm IEC oraz ISO. Wykorzystana pralnicowirówka laboratoryjna jest przeznaczona do badania właściwości piorących detergentów i chemikaliów oraz do kontroli jakości tekstyliów. Wszystkie cykle wykonano z zachowaniem identycznego przepisu pralniczego tj.: temperatura 40°C, detergent piorący 50ml, detergent zmiękczający 30ml, wirowanie 900 [obr/min]. Taka dyspozycja została opracowana chcąc jak najlepiej odwzorować faktyczne warunki prania odzieży w warunkach domowych, zapewnić tym samym uzyskanie wiarygodnych wyników mających rzeczywiste odzwierciedlenie. Próby badawcze przeprowadzono dla tkaniny po cyklach prania: 0, 1, 5, 10, 15, 20 razy.

Bezpośrednio po umieszczeniu żywego organizmu w szklanym pojemniku prowadzono obserwacje jego zachowania. Wyróżniono trzy charakterystyczne fazy (rys.80).

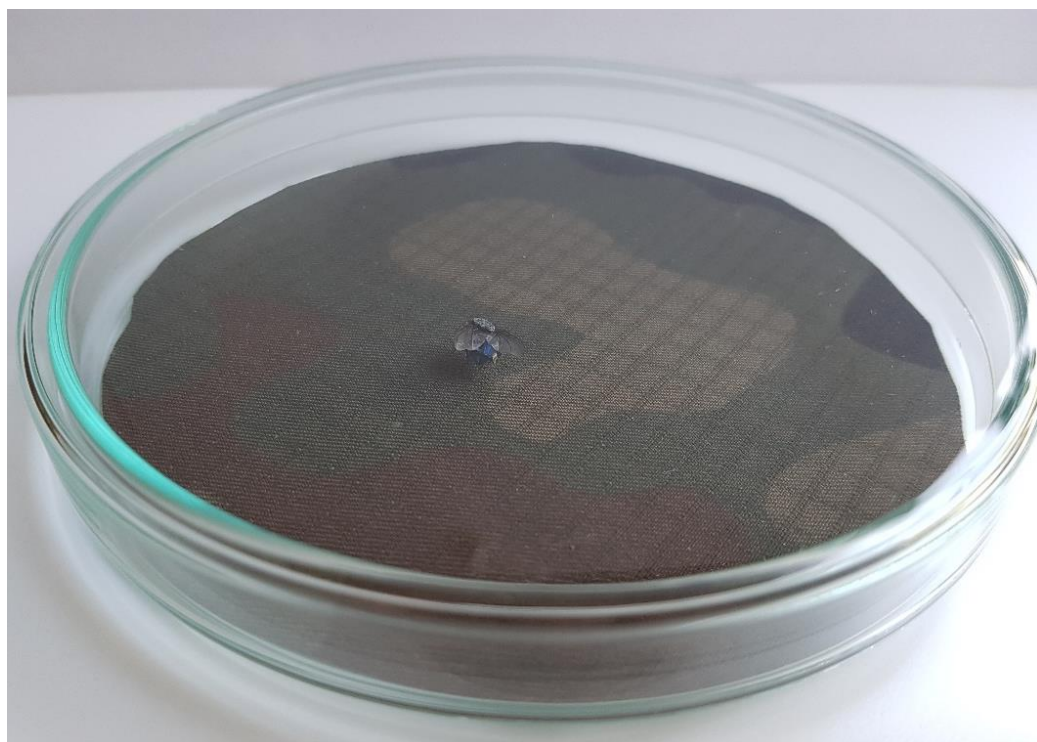


Rys.80. Charakterystyczne fazy porażenia układu nerwowego

Mierzono czas w jakich fazy następowały po sobie. Łącznie do badań wykorzystano 75 osobników w tym: 25 kleszczy, 25 much, 25 biedronek. Każdy osobnik generował trzy wyniki poszczególnych faz mierzonych w minutach. Badana tkanina zajmowała całą powierzchnie podstawy szalki. Początkowo badania prowadzono z użyciem szklanej pokrywki w stałej objętości powietrza $0,07539 \text{ dm}^3$ (rys.81-82).

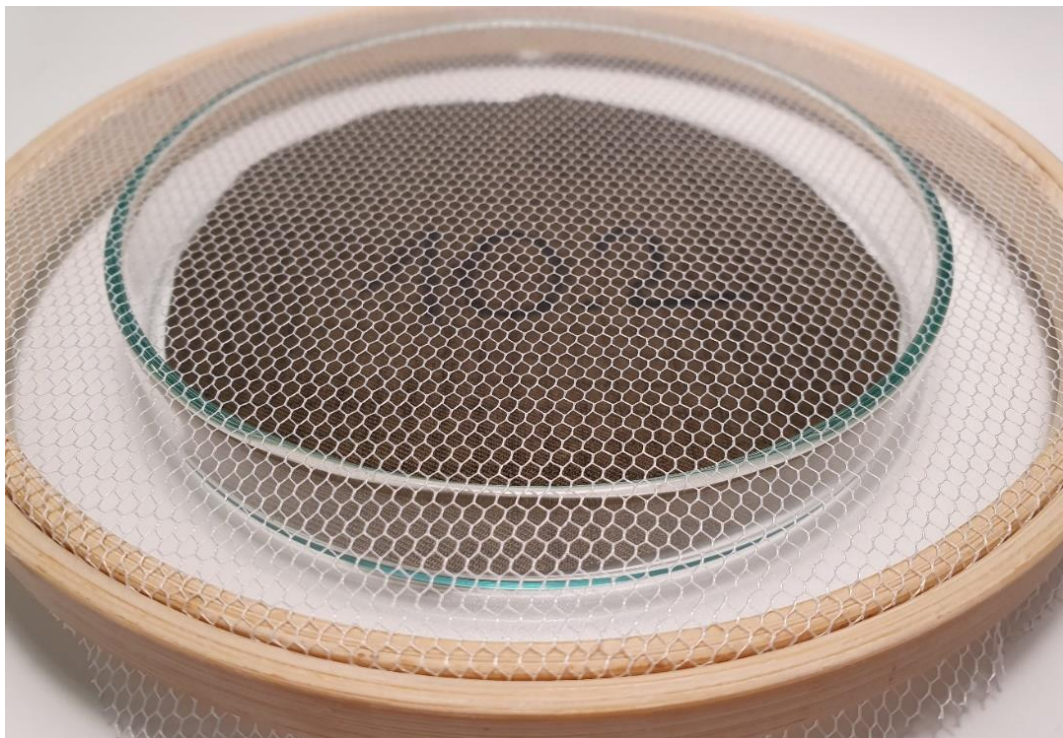


Rys.81. Obserwacja muchy domowej – metoda przed modyfikacją przeprowadzana w szklanym pojemniku z pokrywą



Rys.82. Obserwacja muchy domowej – metoda przed modyfikacją przeprowadzana w szklanym pojemniku z pokrywą

Ostatecznie podjęto decyzję o zmodyfikowaniu metody i zamianie szklanej pokrywy na poliestrową siatkę, co zapewniło stały przepływ powietrza oraz wymusiło pozostanie obserwowanego organizmu w pojemniku. Jeżeli było to możliwe doświadczenie przeprowadzano bez osłony. Metodę właściwą (po modyfikacji) stosowaną do obserwacji owadów i pajęczaków prezentuje rys.83-84.



Rys.83. Stanowisko do obserwacji żywych organizmów



Rys.84. Stanowisko do obserwacji żywych organizmów

W momencie umieszczenia kleszcza gatunku *Ixodes ricinus* na powierzchni badanej tkaniny biobójczej zaczyna się on po niej przemieszczać, zachowując pozycję równoległą do podłoża (rys.85). Obserwowano, próby ewakuacji z tkaniny, co jednoznacznie świadczy o jej drażniącym oddziaływaniu (rys.86-87).



Rys.85. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie



Rys.86. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie



Rys.87. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie

Rozpoczęcie fazy pierwszej porażenia widoczne jest przede wszystkim w spowolnieniu wykonywanych ruchów, a także bardzo charakterystycznym podnoszeniu odnóży opisanym w literaturze jako tzw. efekt „parzących się stóp”. Kleszcz zaczyna nienaturalnie podnosić odnóże w górę by jak najbardziej ograniczyć kontakt z tkaniną (rys.88).



Rys.88. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – drażniące oddziaływanie tkaniny

Faza pierwsza to również zauważalne porażenie kinematyki ruchu i orientacji, pogłębiane wraz z upływem niewielkiej ilości czasu. Ciało kleszcza zaczyna się przekrzywiać względem podłoża głównie do przodu i tyłu rzadziej na boki. Pasożyt wstaje na tylnych odnóżach, często przyjmując pozycje pionową (rys.89). Faza pierwsza następuje zdecydowanie najszybciej i jest najbardziej agresywna w swoim działaniu.



Rys.89. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – pierwsza faza porażenia

Druga faza porażenia układu nerwowego odznacza się zdecydowanym ograniczeniem i spowolnieniem ruchów pajęczaka. Praktycznie pozostaje w jednym miejscu, a położenie jego ciała względem podłoża jest zabużone we wszystkich kierunkach (rys.90). Pogłębiający się brak możliwości pozostania w pozycji prawidłowej, powoduje całkowitą utratę równowagi, a w efekcie przewrócenie się na grzbiet bez możliwości powrotu (rys.91). Po upływie kolejnego czasu organizm zostaje uśmiercony, co określono jako fazę trzecią.



Rys.90. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – druga faza porażenia



Rys.91. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – trzecia faza porażenia

W rezultacie przeprowadzonych badań z udziałem żywych organizmów, łącznie uzyskano 1350 wyników dla wszystkich badanych trzech grup. Na ich podstawie opracowano statystyki podsumowujące przedstawione graficznie w postaci wykresów „ramka-wąsy” dla każdej z trzech faz oddzielnie (rys.92-100). Wyznaczone wartości poszczególnych istotnych parametrów statystycznych obliczono i zebrano w tabeli nr: 9 – dla kleszczy, 10 – dla much, 11 – dla biedronek. Decyzji o wyborze poziomu ufności w przypadku tego doświadczenia nie determinowały żadne wcześniejsze obliczenia. Była ona arbitralna i wynosiła 95%. Na podstawie poziomów istotności obliczonych w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) stwierdzono, że otrzymane ostatecznie wyniki są istotnie statystycznie.

.
. .
. .
. .
. .
. .
. .

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

6. Część projektowa

6.1. Projekt i realizacja odzieży ochronnej

W pracy podjęto próbę zaprojektowania i uszycia ochronnej odzieży roboczej z badanego materiału biobójczego o szczególnych właściwościach odstraszających kleszcze i inne insekty. Zakres prac w tym obszarze obejmował stworzenie ochronnej odzieży dla człowieka oraz psa. Podczas projektowania przede wszystkim wzięto pod uwagę wyniki ankiety wstępnej, w której to docelowa grupa odbiorcza odpowiadała na pytania dotyczące ich preferencji w tej przestrzeni. Stanowisko ankietowanych jednoznacznie wskazywało na wybór zapinanej koszuli z długim rękawem.

Dokonano przeglądu dostępnej odzieży ochronnej, zróżnicowanej zarówno pod względem konstrukcji, jak i stosowanych materiałów. Wykorzystano osobistą wiedzę i doświadczenie w dziedzinie konstruowania i modelowania form odzieżowych. Szczegółowo zapoznano się z zasadami opracowywania odzieży ochronnej oraz w następstwie jej naukowej oceny i stosowanych do tego metod. Podczas tworzenia konstrukcji odzieży ochronnej założono, iż odzież ta musi być tak zaprojektowana i wytworzona, aby zagwarantować akceptowalny kompromis, między koniecznością jej noszenia, a zapewnianiem możliwie najwyższego komfortu dzięki nadaniu jej pożądanych właściwości ergonomicznych i użytkowych.

Proces projektowania rozpoczęto od przygotowania rysunku odręcznego, a następnie do opracowania właściwego, stosując wspomaganie komputerowe. Wszystkie rysunki projektów komputerowych wykonano w programie CorelDRAW 2017 (rys.101-102).

6.1.1. Koszula dla człowieka

Finalnie dla człowieka zaproponowano zapinaną koszulę z długim rękawem. Została zaprojektowana z myślą o pracownikach służby leśnej, ale z powodzeniem może być stosowana przez zawody pokrewne jak rolnicy, ogrodnicy, straż graniczna, zieleń miejska i inne. Wykonano ją z materiału US 120 o składzie 85% bawełny i 15% poliestru, apretowanego substancją biobójczą na bazie permetryny. Przeznaczona jest do noszenia jako warstwa wierzchnia zakładana na podkoszulek, T-shirt z krótkim lub długim rękawem lub bezpośrednio

na gołe ciało. Warunkiem zachowania skuteczności odstraszających właściwości koszuli jest noszenie jej jako ostatnia warstwa wierzchnia, w ramach umundurowania służbowego.

Specyfikacja techniczna materiału tekstylnego identyfikuje gotowy wyrób, czyli koszulę z długim rękawem, w zakresie spełniania wymagań technicznych, jakościowych oraz związanych z bezpieczeństwem użytkowania. Kolejno określa parametry związane z nazewnictwem, metodologią przeprowadzonych badań oraz ewentualnymi oznaczeniami i symbolami jak zastrzeżony wzór FR1F pantera w kolorze leśnym.

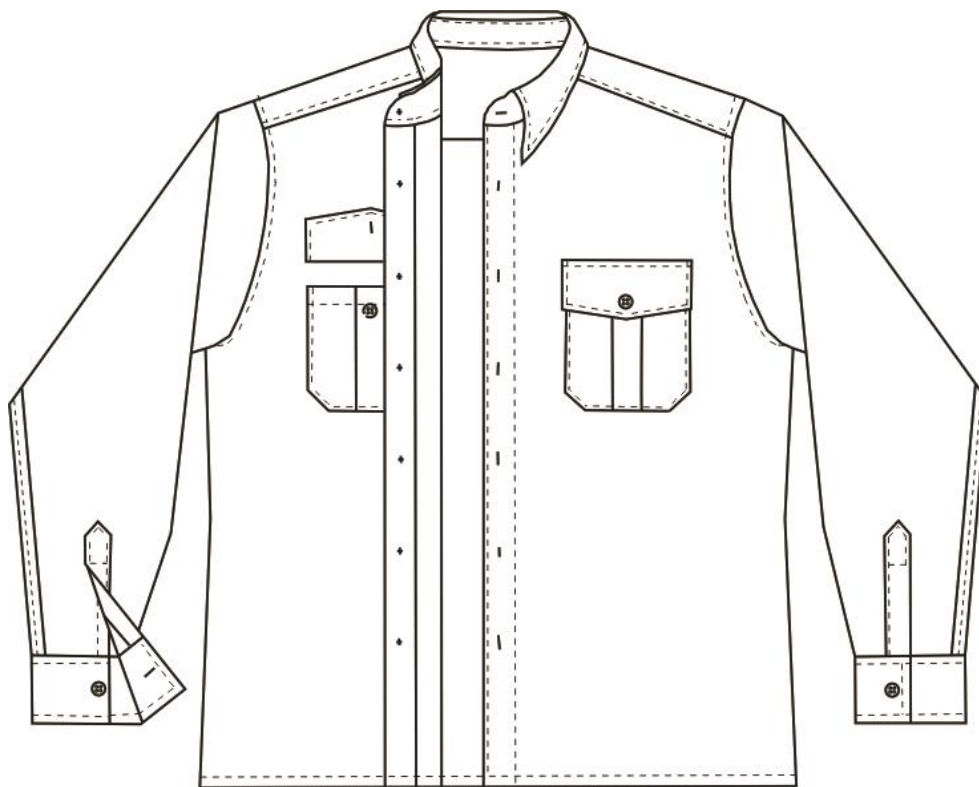
Po arbitralnym wytypowaniu koszuli jako tekstylnego elementu ochronnego wybrano odpowiedni fason. Stanowi on o ostatecznym wyglądzie i komforcie, wynikającym z kroju i układu detali. Jest on ściśle związany z linią mody która określa kształt sylwetki. W tym miejscu wzięto pod uwagę wyniki ankiety wstępnej, która pokazała że preferencje w temacie kroju dopasowanego i bardziej luźnego są podzielone. Postanowiono stworzyć dwa rodzaje koszul różniące się tylko i wyłącznie krojem z:

- linią płaską (prostą) T – brak naśladowania naturalnych linii ciała, konstrukcja maksymalnie uproszczona, większość szwów ma linię prostą;
- linią wypukłą T – linia szycia naśladuje wypukłości i przewężenia linii ciała, wykorzystanie zaszewek.

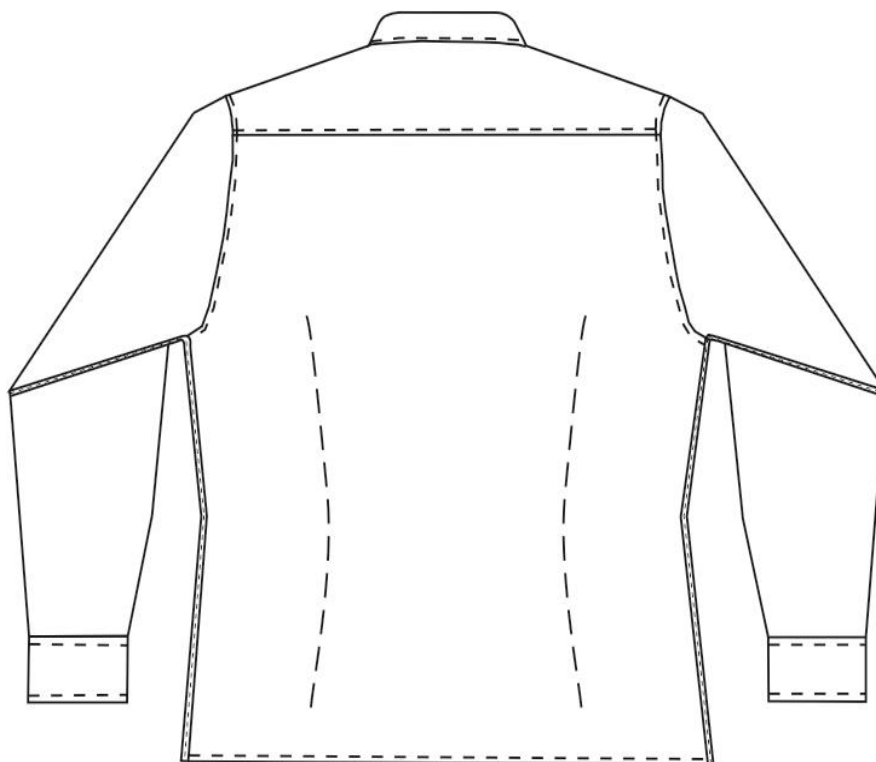
Koszula posiada dwuczęściowy przód zapiany na tworzywowe czarne guziki. Zapięcie jest widoczne i umieszczone na plisie (listwie). Tył koszuli posiada doszyty dwuwarstwowy karczek. W wersji bardziej dopasowanej koszula posiada dwie symetrycznie rozmieszczone zaszewki (zakładki), skierowane w stronę rękawów.

Rękawy długie, każdy z doszywanym mankietem sportowym zapinanym na jeden guzik, bez zakładek u dołu. Mankiety stębnowane w odległości 3 mm od krawędzi. U dołu rękawa rozporek wykończony listwami spinanymi małym guzikiem. Podkrój szyi wykończony kołnierzem na odcinanej stójce zapinanej na jeden guzik. Rogi kołnierza luźne, nie przypinane do przodów. Krawędzie kołnierza stębnowane w odległości 5÷8 mm, a krawędzie stójki w odległości ok. 1 mm.

Wykończenie krawędzi z przodu i tyłu stębnowaniem wzdłużnym (10÷15 mm). Na każdej części przodu, na wysokości klatki piersiowej, naszyta kieszeń nakładana (z tego samego materiału) z patką zapinaną na guzik. Kieszenie w formie sześcioboku (rys.103-104).



Rys.101. Projekt koszuli z linią prostą T– widok z przodu



Rys.102. Projekt koszuli z linią wypukłą T – widok z tyłu

Wszystkie elementy koszuli łączono za pomocą szwów. Wykorzystano cztery rodzaje ściegów: stębnowy, łańcuszkowy, obrzucający (owerlokowy) oraz dziurkarka. Stosowano nici polskiej firmy Ariadna o nazwie handlowej TALIA 120 (140 dtex x 2). Są to nici szwalne stosowane najpowszechniej do szycia zarówno na maszynach przemysłowych jak i domowych. Spełniają wymagania europejskiej normy EN 12590:2002 [76] oraz posiadają certyfikat Oeko-tex standard 100.



Rys.103. Koszula z linią wypukłą T – widok z przodu

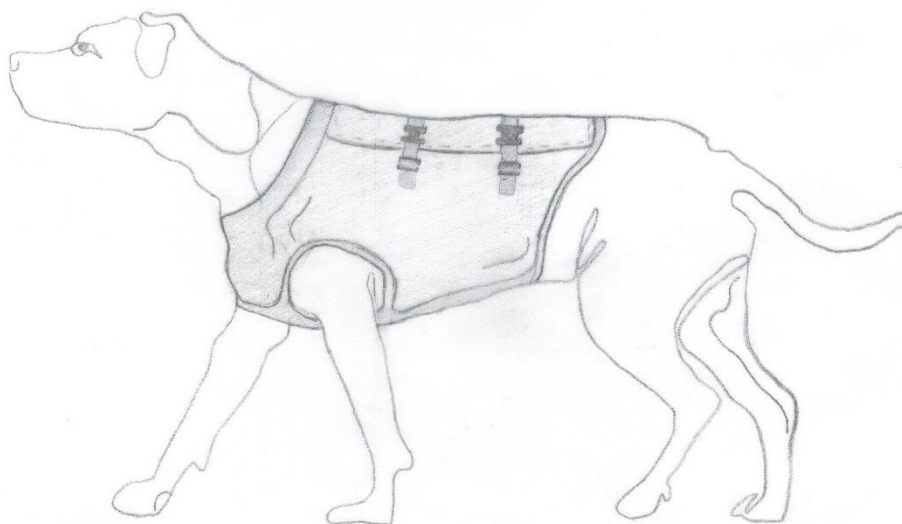


Rys.104. Detale: kołnierz na odcinanej stójce zapinanej na jeden guzik i mankiet sportowy

6.1.2. Kamizelka dla psa

Dla psa zaprojektowano kamizelkę z myślą o różnych rasach i ich potrzebach. Może być stosowana przez każdą rasę niezależnie od umaszczenia, a także jest niezależna od specyfiki pracy psów służbowych poszczególnych zawodów czy kategorii. Analogicznie, wykonano ją z materiału US 120 o składzie 85% bawełny i 15% poliestru, apreturowanego substancją biobójczą na bazie permetryny. Przeznaczona jest do noszenia jako warstwa wierzchnia zakładana bezpośrednio na sierść psa.

Proces projektowania rozpoczęto od przygotowania rysunku odręcznego (rys.105), a następnie przystąpiono do opracowania stosując wspomaganie komputerowe. Wszystkie rysunki projektów komputerowych wykonano w programie CorelDRAW 2017 (rys.106-108).



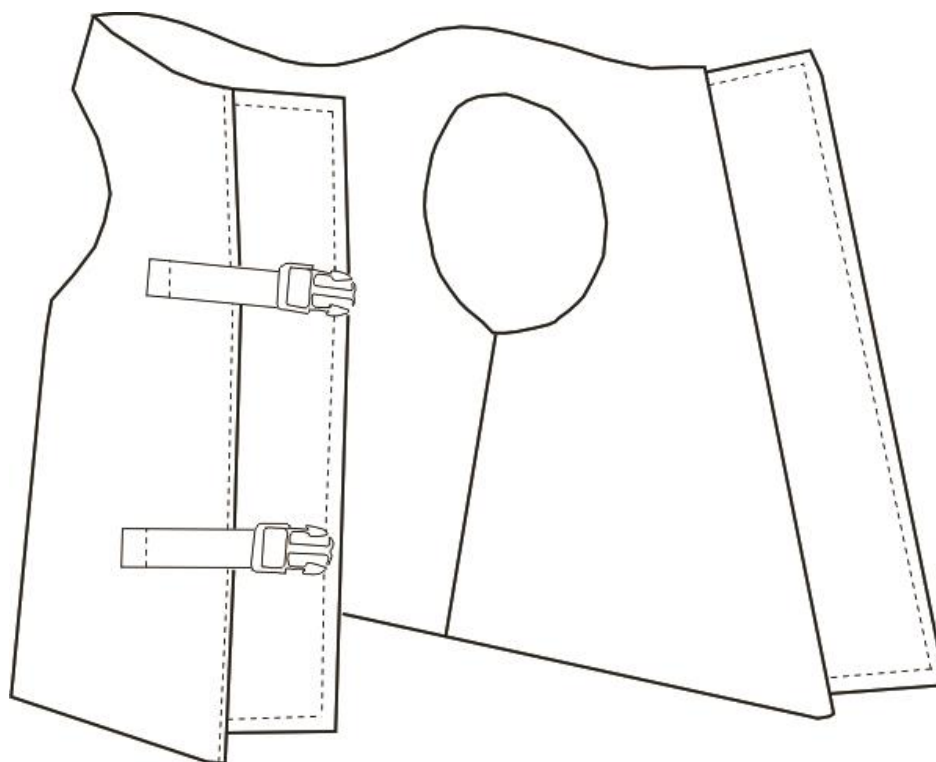
Rys.105. Odręczny szkic kamizelki biobójczej dla psa

Odnosząc powyższy projekt do ogólnych zasad projektowania odzieży można by powiedzieć, że zastosowano fason z linią wypukłą. Oznacza to, iż linia szycia naśladuje wypukłość i przewężenia linii ciała w tym wypadku psa, dopuszcza wykorzystanie zaszepek oraz taliowania. Biorąc pod uwagę duże zróżnicowanie psich ras pod względem ich cech charakterystycznych, zaprojektowano dwa rodzaje kamizelki. Konstrukcja podstawowa została zachowana, różnice wprowadzono w detalach pełniących bardzo istotną lub mniej istotną rolę w zależności od rasy (rys.109).

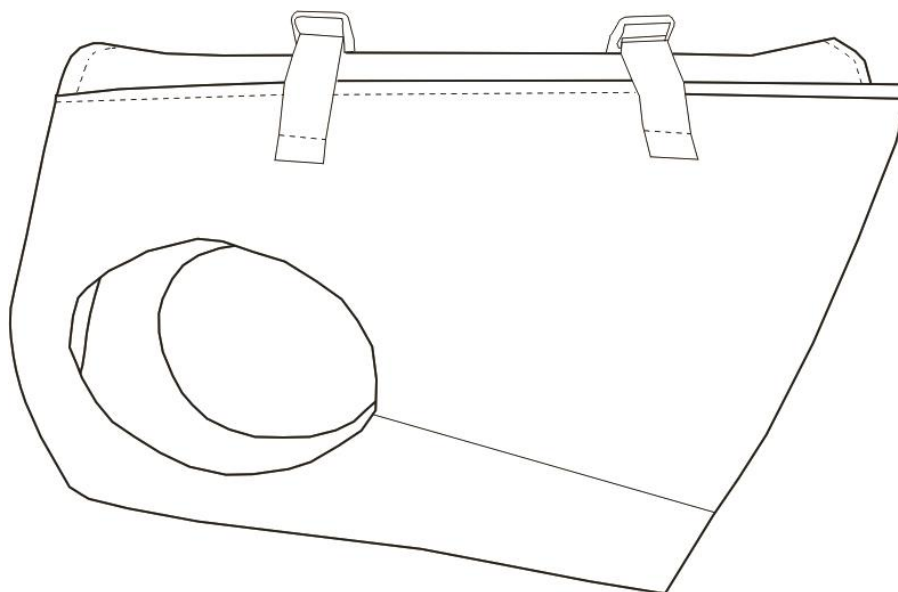
Główna konstrukcja kamizelki okala szyję psa, a także kłęb i w grzbiet. Rozpoczyna się na wysokości gardła, gdzie posiada łagodne wcięcie, by zachować komfort ruchów oraz pozostawienia miejsca na ewentualną obrozę. W miejscu ramienia po obu stronach symetrycznie ulokowano otwory na przednie łapy. Wielkość tego wycięcia zawiera się w obszarze od łopatki do pachy. Powierzchnia kamizelki biegnie dalej wzdłuż tułowia psa, jej długość zależy od preferencji rasy i kończy się pomiędzy lędźwiami a nasadą ogona (rys.110).

Na linii górnej umieszczono zapięcia spoczywające na listwie (plisie). Ilość i rodzaje zapięć zależne są od umaszczenia oraz preferencji psa co do dopasowania kamizelki. Podstawowo każda wyposażona jest w widoczne zapięcie w postaci tworzywowych klamer zatraskowych na taśmie, w ilości dwóch sztuk. Dodatkowo zastosowano zapięcie kryte w postaci taśmy Velcro (rzep) w ilości trzech sztuk, wszytych po wewnętrznej stronie listwy znajdującej się na grzbiecie (rys.112).

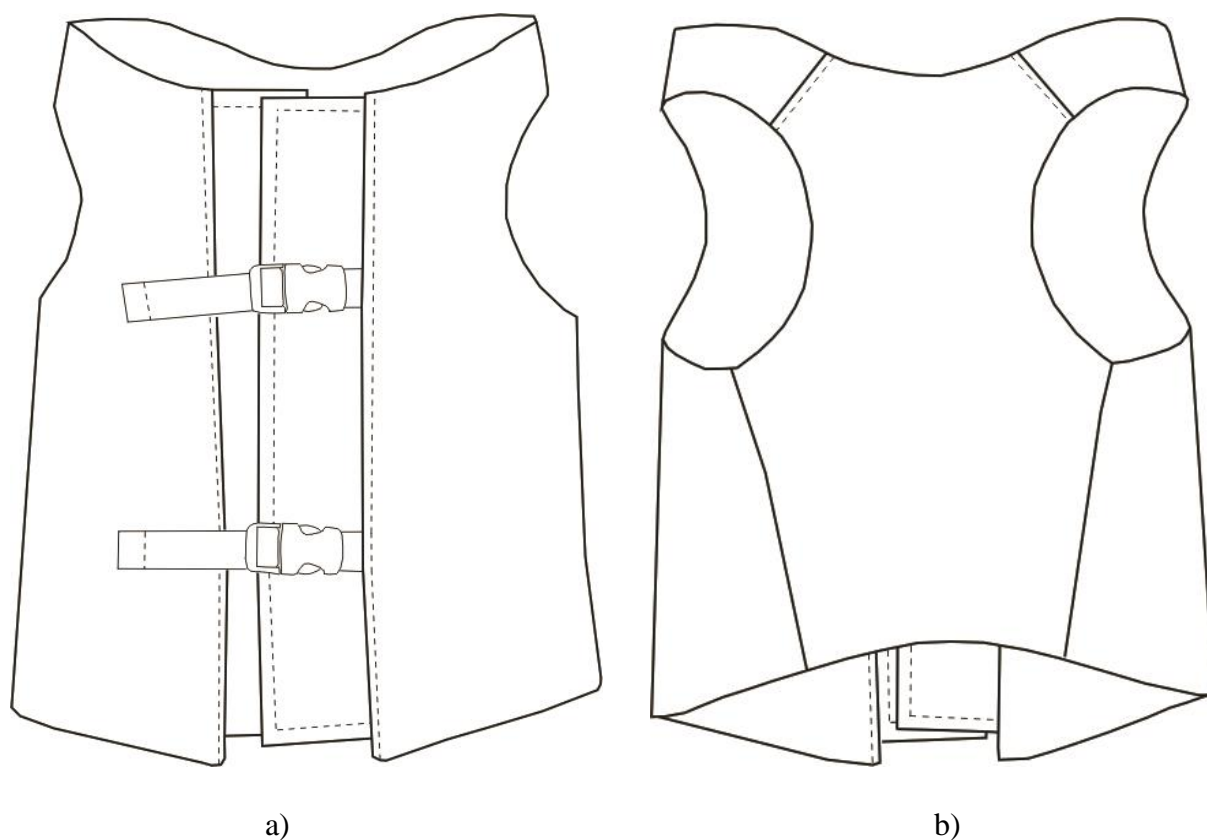
Linia dolna wszyta z jednego kawałka materiału pokrywającego całą klatkę piersiową i brzuch. Zakończona łagodnym wcięciem do środka. Przez wzgląd na wykonywaną pracę lub pełnioną funkcję niektóre psy wymagają zwiększonej ochrony linii dolnej będąc narażone na jej uszkodzenia, rozdarcia lub wzmożone ścieranie. W takim przypadku poza standardową tkaniną US 120 w tym miejscu wszyto dodatkową warstwę z kordury (rys.111).



Rys.106. Projekt kamizelki dla psa – widok grzbietu i wnętrza



Rys.107. Projekt kamizelki dla psa – widok z boku



Rys.108. Projekt kamizelki dla psa widok: a) grzbietowy, b) linia dolna



Rys.109. Kamizelka dla psa widok grzbietu i wnętrza



Rys.110. Kamizelka dla psa, widok wnętrza



Rys.111. Kamizelka dla psa widok od dołu z wstawką z kordury na linii dolnej



Rys.112. Detale zapięcia rozmieszczone na listwie grzbietowej: klamry zatrzaskowe na pasku (zewnątrzne) i taśma Velcro (wewnętrzne)

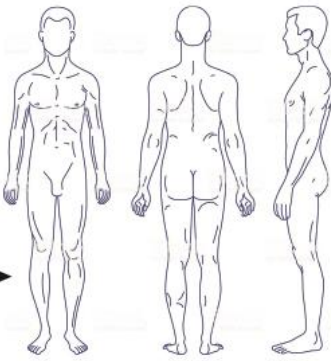
7. Badania terenowe

Gotowa odzież ochronna została poddana badaniom terenowym, a w konsekwencji ocenie eksperckiej. Badania te były prowadzone od kwietnia do września w 2018 roku przez okres 6-ciu miesięcy (26 tygodni) w Polsce północnej na Kaszubach, oraz Polsce południowej na Podhalu i Beskidzie Śląskim. Następnie w Afryce, kolejno w Kamerunie i Tanzanii przez łączny okres 3 tygodni. Przeprowadzenie badań terenowych na terenie Afryki, było możliwe dzięki misji Okuliści dla Afryki, prowadzonej przez Bielski Okulus Plus.

Łącznie odzież testowana była przez 8 osób: w tym Polska północna 3 osoby, Polska południowa 3 osoby, Afryka 2 osoby. Każdy z ekspertów biorących udział w eksperymencie otrzymał wcześniej przygotowany protokół, opracowany na potrzeby niniejszej pracy (rys.113-114). Kolejno po zapoznaniu się z wytycznymi dotyczącymi prawidłowego użytkowania oraz konserwacji wyrobu wyposażeni zastali w jeden egzemplarz koszuli, uszytej z badanego materiału US 120, apretowanego substancją biobójczą na bazie permetryny. Po zakończeniu eksploatacji odzieży, każdy z ekspertów poza zdaniem subiektywnego raportu osobistego w postaci wypełnionych protokołów, dodatkowo został poproszony o wypełnienie ankiety końcowej (podsumowującej). Wszystkie powyższe czynności pozwolą na precyzyjne i dokładne wnioskowanie o przebiegu badań terenowych oraz oceny skuteczności odstraszania kleszczy przez badany materiał.

Dodatkowo w eksperymencie udział wzięła grupa kontrolna, pozostająca w codziennej eksploatacji tradycyjnego umundurowania. Liczyła 7 osób, o podobnym rozkładzie lokalizacyjnym co grupa eksperymentalna (tabela 12). Ich zadaniem było wypełnianie tygodniowego protokołu. Aby nie zaburzać wyników badań terenowych eksperci nie używali dodatkowej ochrony w postaci repelentów i innych. Wyjątek stanowiła grupa osób przebywających na terenie Afryki ze względów zachowania bezpieczeństwa.

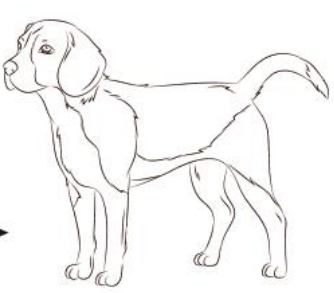
PROTOKÓŁ							
Tydzień nr:		Data:					
Ilość godzin spędzonych na terenach zielonych:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ilość godzin spędzonych w koszuli:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ewentualne ukąszenia kleszczy w ilości:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Proszę wskazać miejsce ukąszenia:				→			
Pranie:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ocena skuteczności:							
<input type="checkbox"/> 0-20% (brak)		<input type="checkbox"/> 41-60% (średnia)			<input type="checkbox"/> 81-90% (bardzo duża)		
<input type="checkbox"/> 21-40% (mała)		<input type="checkbox"/> 61-80% (duża)			<input type="checkbox"/> 91-100% (znakomita)		
Uwagi:							



Rys.113. Protokół tygodniowy – koszula dla człowieka

Kolejną grupę testującą stanowiły psy różnych ras. Analogicznie została ona podzielona na psy chronione kamizelką biobójczą oraz bez żadnej ochrony. Właściciele psów poproszono o wnikliwe obserwacje oraz wypełnianie tygodniowego protokołu (rys.114). Łącznie w tej części eksperymentu wzięło udział 13 psów. Grupa eksperymentalna testująca kamizelkę biobójczą liczyła 8 psów i nie stosowała dodatkowej ochrony, natomiast grupę kontrolną stanowiło 5 psów stosujących ochronny repelent w ramach zapewnienia podstawowej ochrony.

PROTOKÓŁ							
Tydzień nr:		Data:					
Ilość godzin spędzonych na terenach zielonych:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ilość godzin spędzonych w koszuli:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ewentualne ukąszenia kleszczy w ilości:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Proszę wskazać miejsce ukąszenia:				→			
Pranie:							
Pn:	Wt:	Śr:	Cz:	Pt:	So:	Nd:	
Ocena skuteczności:							
<input type="checkbox"/> 0-20% (brak)		<input type="checkbox"/> 41-60% (średnia)			<input type="checkbox"/> 81-90% (bardzo duża)		
<input type="checkbox"/> 21-40% (mała)		<input type="checkbox"/> 61-80% (duża)			<input type="checkbox"/> 91-100% (znakomita)		
Uwagi:							



Rys.114. Protokół tygodniowy – kamizelka dla psa

Tabela 12. Zestawienie wszystkich grup eksperckich

KOSZULA DLA CZŁOWIEKA			
	Liczba osób	Obszar	Dodatkowa ochrona
Grupa eksperymentalna	3	Północna polska	Nie
	3	Południowa polska	Nie
	2	Afryka	Tak
Grupa kontrolna	3	Północna polska	Nie
	3	Południowa polska	Nie
	1	Afryka	Tak
KAMIZELKA DLA PSA			
Grupa eksperymentalna	5	Północna polska	Nie
	3	Południowa polska	Nie
Grupa kontrolna	4	Północna polska	Tak
	1	Południowa polska	Tak

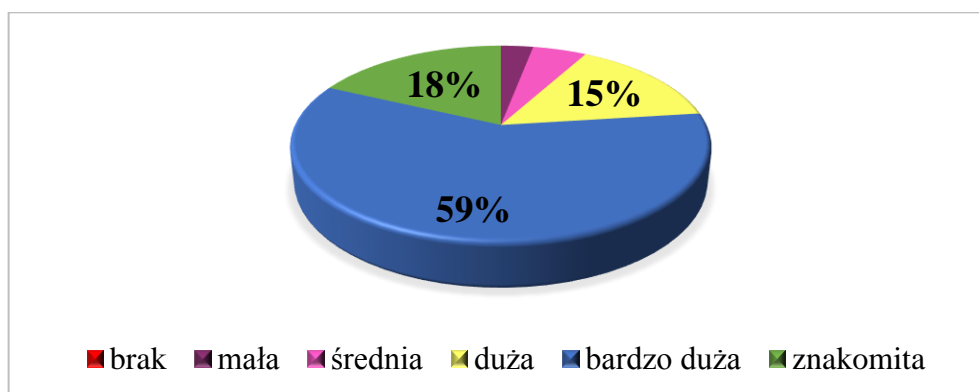
Łącznie otrzymano 321 kart protokołów dotyczących testowanej koszuli dla człowieka, oraz 338 kart protokołów oceniających kamizelkę dla psa. Na podstawie wszystkich zebranych danych opracowano wyniki. Prezentują się następująco. Średnia ilość czasu spędzanego na terenach zielonych, zarówno dla człowieka jak i psa była taka sama i wynosiła około 8-śmiu godzin ($\bar{x}=7,9h$). Sytuacja dotycząca ilości czasu przebytego w odzieży antykleszczowej przedstawia się analogicznie i również wynosi 8-siem godzin ($\bar{x}=8,2h$).

Wszystkie dokładnie wskazane na protokołach miejsca ukąszeń na ciele człowieka najczęściej zawierały się w obszarze od kolan w dół. Natomiast w przypadku psów był to pysk i uszy. Stosunek łącznej ilości ugryzień w grupach eksperymentalnej i kontrolnej wynosił 1÷10.

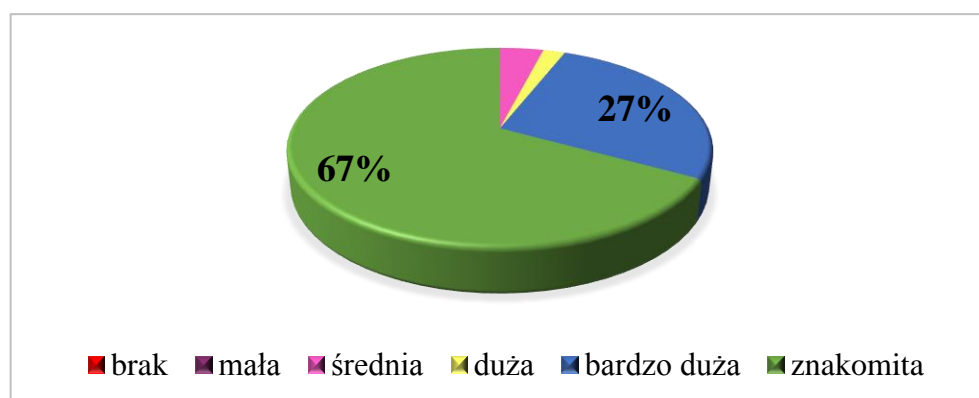
Po przeanalizowaniu odpowiedzi dotyczących częstości wykonywanej konserwacji stwierdzono, że przeprowadzano ją w odstępach co półtorej tygodnia do dwóch maksymalnie. Sumarycznie przez półroczny okres 26 tygodni odzież biobójcza przeszła średnio od 13-17 cykli prań. Kamizelki dla psów wymagały częstszego prania, średnio raz w tygodniu do tygodnia maksymalnie.

Ekspersi przeprowadzający badania w terenie ocenili skuteczność testowanej odzieży biobójczej jako: brak (0%), mała (3%), średnia (5%), dużą (15%), bardzo dużą (59%),

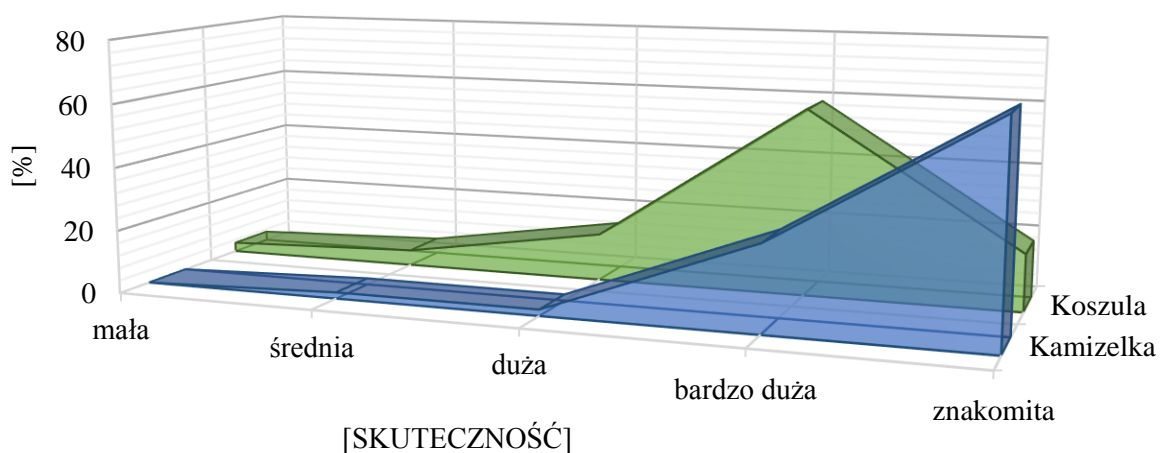
znakomitą (18%) (rys.115). Wyniki obserwacji kamizelki dla psa oceniono jako: brak (0%), mała (0%), średnia (2%), dużą (2%), bardzo dużą (27%), znakomitą (67%) (rys.116). W celu jeszcze lepszego zobrazowania uzyskanych wyników opracowano graficzne porównanie oceny skuteczności odzieży biobójczej (rys.117).



Rys.115. Ocena skuteczności koszuli biobójczej dla człowieka



Rys.116. Ocena skuteczności kamizelki biobójczej dla psa



Rys.117. Graficzne porównanie oceny skuteczności odzieży biobójczej

8. Ankietyzacja po eksploatacji odzieży

Po zakończeniu badań terenowych, eksperci zostali poproszeni o wypełnienie ostatniej ankiety końcowej, podsumowującej pół roczny okres eksploatacji odzieży biobójczej (rys.118). Dotyczyła ona oceny wybranych, ważnych z punktu widzenia ogółu pracy, wartości użytkowych proponowanej odzieży ochronnej, a także ewentualnych propozycji wprowadzenia zmian lub modyfikacji. Na pytania odpowiadały osoby testujące koszulę oraz właściciele psów noszących kamizelkę.

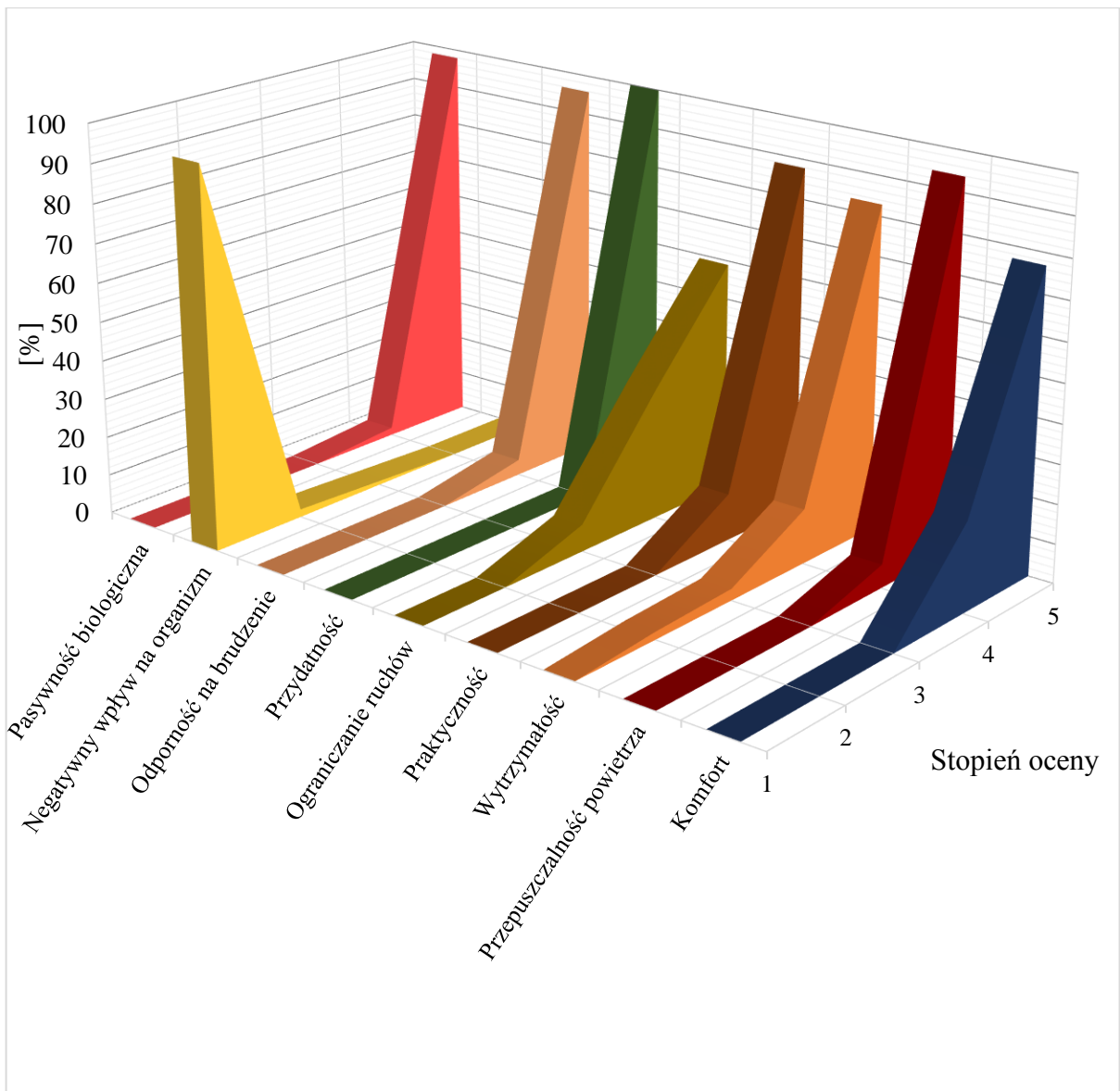
ANKIETA KOŃCOWA (PODSUMOWUJĄCA)						
Ocena wybranych wartości użytkowych odzieży antykleszczowej przeznaczonej dla człowieka (1- stopień najniższy, 5 - stopień najwyższy):						
Oceniana cecha \ Stopień	1	2	3	4	5	
Komfort						
Przepuszczalność powietrza						
Wytrzymałość						
Praktyczność						
Ograniczenie ruchów						
Przydatność						
Odporność na brudzenie						
Negatywny wpływ na organizm						
Pasywność biologiczna						
Uwagi, propozycje zmian, sugerowane modyfikacje:						

Rys.118. Ankieta końcowa (podsumowująca)

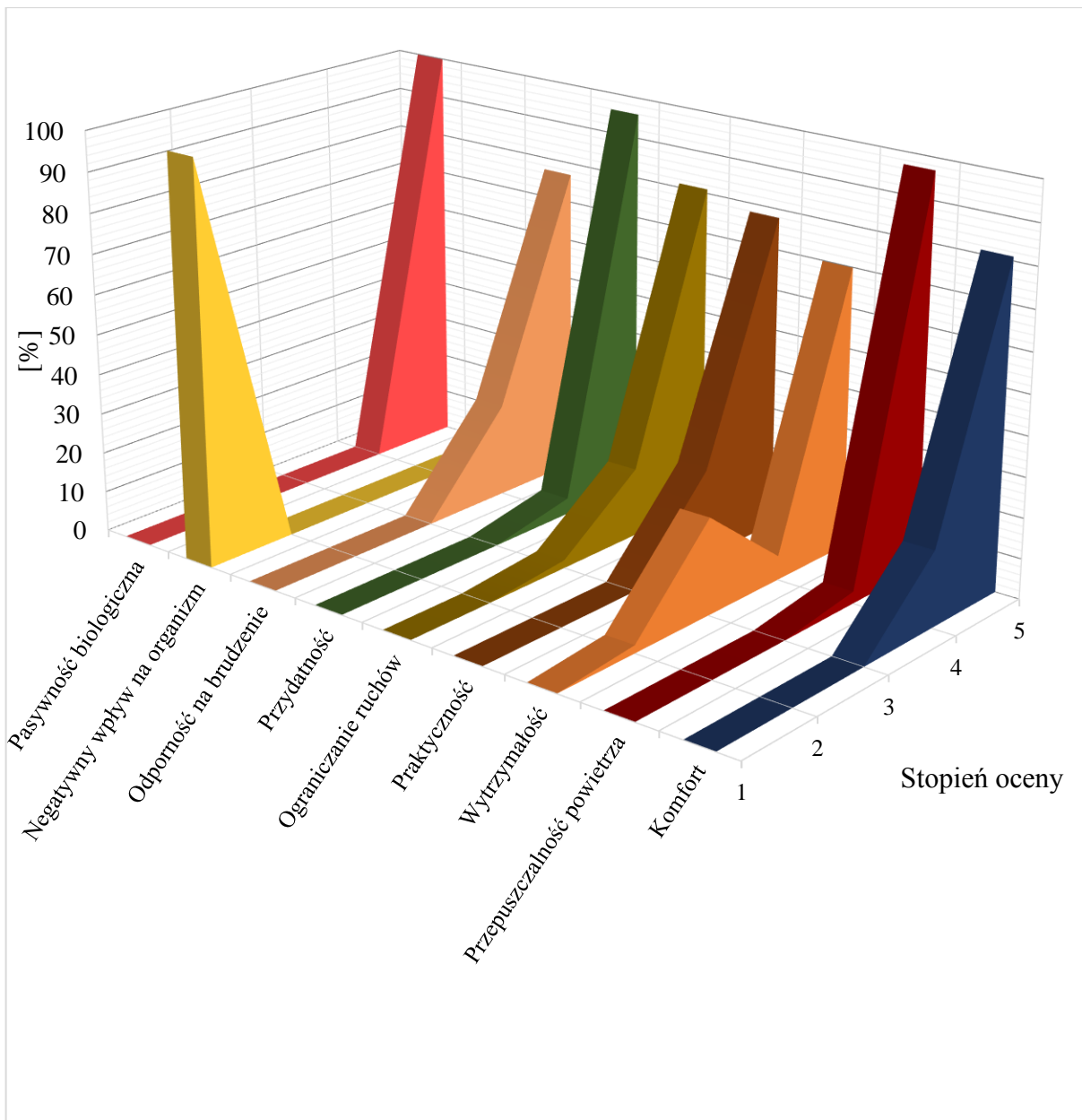
Dla każdego z poszczególnych parametrów koszuli dla człowieka oraz kamizelki dla psa, obliczono procentowy udział oddanych głosów w ustalonej pięciostopniowej skali. Wyniki zebrano i przedstawiono w tabeli 13, a także graficznie w celu lepszego zobrazowania sytuacji rys.119-120.

Tabela 13. Zestawienie wyników ankiety podsumowującej, kolor: granatowy – koszula dla człowieka, zielony – kamizelka dla psa

Parametr / Skala [%]	1	2	3	4	5
Komfort	0	0	0	23	77
	0	0	0	19	81
Przepuszczalność powietrza	0	0	0	6	94
	0	0	0	3	97
Wytrzymałość	0	2	3	14	83
	0	0	24	6	70
Praktyczność	0	0	0	12	88
	0	0	0	22	78
Ograniczanie ruchów	0	0	7	34	59
	0	0	2	17	81
Przydatność	0	0	0	0	100
	0	0	0	4	96
Odporność na brudzenie	0	0	0	0	4
	0	0	0	23	77
Negatywny wpływ na organizm	97	2	1	0	0
	100	0	0	0	0
Pasywność biologiczna	0	0	0	2	98
	0	0	0	0	100



Rys.119. Graficzne przedstawienie wyników ankiety podsumowującej. Zastawienie opracowane dla koszu dla człowieka



Rys.120. Graficzne przedstawienie wyników ankiety podsumowującej. Zastawienie opracowane dla kamizelki dla psa

9. Dyskusja wyników

Na przestrzeni ostatnich lat, kleszcze zyskały potężne znaczenie epidemiologiczne i epizootologiczne, ze względu na niekontrolowaną ilość mikroorganizmów, jakie mogą przenosić. Nie zależnie od gatunku, uznano je za szczególnie groźne zarówno dla człowieka jak i zwierząt. Ich populacja w Polsce oraz całej Europie stale rośnie, pozostając w bezpośredniej korelacji z liczbą osób zarażonych chorobami odkleszczowymi. Problem nasilił się w wielu środowiskach pracy, gdzie zauważono, zwiększoną ekspozycję na te pasożyty podczas wykonywanych rutynowych czynności. Tak powstała grupa zawodowa najbardziej narażona na pokłucie, do której oficjalnie zalicza się pracowników przede wszystkim leśnictwa i rolnictwa. Pragnę zaznaczyć, że niedopuszczalny jest brak w tym miejscu wyszczególnienia: ogrodników, służby granicznej, myśliwych czy osób zajmujących się pielęgnacją zieleni miejskiej.

Analizując problem ataków kleszczy na ludzi i zwierzęta, zauważono że dostępne środki zaradcze są mało skuteczne i nie wystarczające. Zdefiniowany problem badawczy realizowany w niniejszej pracy, dotyczył opracowania efektywnego środka ochronnego dla pracowników służby leśnej oraz psów pracujących. Warto jednak podkreślić, iż ryzyko dotyczy nas wszystkich, rozumiane poprzez codzienne przebywanie na terenach zielonych. Co więcej, zauważono rażącą lukę w doniesieniach zwianych z ochroną psów. Bagatelizacja powyższego tematu jest niezrozumiała po pierwsze ze względu na fakt, iż choroba odkleszczowa dla psa pracującego wiąże się z usunięciem go ze stanowiska, co jest niebywale ogromną stratą [68]. Po drugie, mało skutecznie chroniony pies staje się ofiarą pasożyta, który następnie w swoim cyklu rozwojowym zmieni żywiciela najprawdopodobniej na właściciela owego psa. Należy pamiętać, że właściwie chroniąc swojego pupila, chronimy również siebie. Literatura w zdecydowanej większości skupia się wokół definiowania zaistniałego problemu chorób przenoszonych przez kleszcze oraz szacowaniu jego skali [8,34,45,46,48,77,78,79,80,81]. Często jako podsumowanie prowadzonych rozważań, odnotowywano wskazanie do poszukiwania nowych, zdecydowanie bardziej skutecznych metod ochrony przed atakami kleszczy [5,25,43,44,45,49]. Powyższe arbitralnie potwierdziło słuszność tematu podjętego w dysertacji.

Szerokie rozpoznanie zarówno krajowej jak i zagranicznej literatury fachowej, utwierdza w przekonaniu, że szczegółowe przestudiowanie ekologii kleszczy oraz analiza zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi żywicielami coraz częściej przebywającymi w środowisku zurbanizowanym, jest niezwykle ważna. Idąc dalej, staje się wręcz konieczna w monecie dokładnego określania parametrów niezbędnych do oceny ryzyka czy planowania strategii zdrowia publicznego, wdrażanych w zakresie kontroli i prewencji chorób przenoszonych przez kleszcze. Szczegółowe zaznajomienie się z fauną kleszczy prezentowane w przeglądzie literatury pracy, miało bardzo duży wpływ na resztę opracowania, związaną z wyborem materiału do badań, obiektu oraz metod badawczych.

Przeprowadzenie ankietyzacji wstępnej przede wszystkim, pozwoliło udokumentować istniejącą sytuację problemową, dotyczącą licznych ataków kleszczy na pracowników Lasów Państwowych, a co za tym idzie wiążące się z nim bardzo duże ryzyko zarażenia się niebezpiecznymi chorobami odkleszczowymi. Był to nadrzędny cel wstępnej ankiety, natomiast jej dodatkowym osiągnięciem, jest jednomyślne i definitywne orzeczenie ankietowanych w sprawie negatywnych skutków stosowanych repelentów. Nie zależnie od jego formy, respondenci stwierdzali ich dużą agresywność, w stosunku do skóry czy błon śluzowych. Poprzez liczne podrażnienia, większość z nich ostatecznie zrezygnowała z ich stosowania, w efekcie narażając się na oddziaływanie groźnych dla zdrowia pasożytów. Co niezrozumiałe z badań prezentowanych przez Mikulak i jej zespół [82] dotyczących preparatów ochronnych na komary, nie wynika żaden skutek uboczny ich stosowania. Temat ten został w tym przypadku albo niedostrzeżony albo zlekceważony. Idąc dalej, podczas przeprowadzania analizy składów obecnie dostępnych na rynku repelentów (rozdział 2.8.2), zanotowano substancje toksyczne będące niczym innym jak trucizną. Nie dziwi więc fakt, licznych reakcji ubocznych występujących przy okazji ich stosowania. Zagłębiając się w powyższy temat, okazuje się że problem ten jest dużo bardziej złożony niż początkowo sądzono. Proponowane przez producentów płynne środki odstraszające, są dostępne powszechnie dla każdego, co często powoduje zakup kilku, tego typu preparatów i użycie ich zamiennie lub co gorsza, w jednym czasie. Bardzo często połączenie związków chemicznych jak na przykład DEED i ikarydyny, czyli dwóch najbardziej popularnych stosowanych substancji, w połączeniu tworzy agresywną i bardzo niebezpieczną dla zdrowia człowieka toksyczną mieszanę [83]. Powodem, tego rodzaju niewłaściwej aplikacji jest przede wszystkim niewiedza, mogąca mieć w tym przypadku tragiczne skutki. Mechanizm jest prosty, każdy producent podaje na etykiecie repelentu procentową skuteczność działania. Nieświadomi

konsumenci często sumują owe procenty, trwając w przekonaniu, że ich zmieszane i zwiększone dawki zapewnią większą ochronę. Podobna sytuacja zachodzi przy repelentach, zawierających w składzie aktywne składniki pochodzenia naturalnego. W dobie propagowania ekologii, ludzie poszukują w preparatach, właśnie tego rodzaju substancji naturalnych, nie zastanawiając się nad ich możliwym negatywnym wpływem na organizm. Przeprowadzone naukowe badania dowiodły, że wysokie stężenia olejków odstraszcających produkowanych na bazie roślin wykazują działanie toksyczne i mutagenne, wpływając na układ nerwowy i rozrodczy [66,84]. Stosowanie tego typu preparatów powinno być kategorycznie zabronione kobietom w ciąży oraz dzieciom, nawet w ich pobliżu. Informacja widniejąca na płynnych środkach odstraszcających, o nieznanym działaniu ubocznym jest zastraszająca i utwierdza w przekonaniu, iż preparaty te są nie przebadane pod kątem ich bezpiecznego stosowania.

Szeroko rozwinięta powyższa myśl, jakże bagatelizowanej dużej szkodliwości płynnych repelentów, skłania do rezygnacji z ich stosowania. Pozwala również uwypuklić, brak negatywnego oddziaływania ochronnej odzieży biobójczej, proponowanej w pracy. Fakt, iż permetryna w stanie suchym, czyli po procesie trwałego połączenia z tkaniną, jest nie szkodliwa jest największą zaletą odzieży biobójczej. Pod względem bezpieczeństwa, porównując ją z dostępnymi środkami ochrony jest bezkonkurencyjna. Badania w temacie braku negatywnych skutków ubocznych w kontakcie z odzieżą napawaną permetryną, potwierdzają również inne zespoły badawcze [64,85,86,87,88,89]. Powyższe prace prowadzono przede wszystkim na żołnierzach, pod kątem ochrony przeciw komarom lub kleszczom, w głównej mierze na terytorium Niemiec. Do napawania wybierano różnego rodzaju części garderoby jak: spodnie, koszulki, kapelusze czy skarpety. W każdym przypadku napawane tekstylia różniły się od siebie składem, oraz metodą apreturowania. W konsekwencji, porównywanie uzyskanych wyników pod względem innym niż wstępowanie negatywnych reakcji jest zdecydowanie utrudnione, wręcz nie możliwe. Takie samo wnioskowanie przeprowadził międzynarodowy zespół, reprezentujący ośrodki badawcze z Londynu, Heidelbergu, Singapuru i Szwajcarskiej Umei [85]. W zaprezentowanym przez nich artykule przeglądowym domniemają, o wpływie fabryki, rozumianym przez procesy włókiennicze jakie realizuje, na ostateczny poziom ochrony napawanych materiałów tekstylnych. Różnego typu maszyny oraz szczegółowy przebieg procesów napawania jest utajniany, czego efektem są rozbieżności w ostatecznych wynikach.

Rajski Ł. [90] w swojej pracy, dotyczącej biobójczego wykończenia tkanin, dokonał opisu różnych metod wykończenia tekstyliów czynnikami dezaktywującymi szkodliwe

patogeny. Podkreślił duże znaczenie metody apreturowania poprzez napawanie, wymieniając kolejne zalety owej technologii jak prostota, szybkość i nie duży koszt. Szerokie porównanie metod syntezy, nakładania i utrwalania powłok antybakteryjnych na różnego rodzaju tkaniny, stanowiło cenne informacje dla tej części rozprawy, poświęconej typowaniu materiału do napawania (rozdział 5.2). Autor zawarł w swoim zestawieniu materiały włókiennicze takie jak: akryl, bawełna, poliamid, poliester, polietylen, jedwab, oraz wełnę. W tym miejscu pod uwagę wzięto również, naukowe opracowania badaczy, zajmujących się tematem odstraszenia pasożytów [54,61,85], przeprowadzających testy na różnych konfiguracjach wyżej wymienionych surowców, o zmienianych parametrach impregnacji czy masy powierzchniowej.

Bezpieczeństwo tkaniny biobójczej, będącej materiałem badawczym w pracy, zostało także potwierdzone przez świadectwo jakości zamieszczone w specyfikacji. Orzeka ono o zgodności tkaniny z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1007/2011 z dn.27.09.2011r w sprawie nazewnictwa włókien tekstylnych oraz etykietowania i oznakowania składu surowcowego wyrobów włókienniczych i nr 1907/2006 z dn.18.12.2006r zał. XVII. Uwierzytelnia to brak jakiegokolwiek substancji szkodliwej, mającej negatywny wpływ na człowieka oraz środowisko [91,92].

Na podstawie wnikliwej analizy badanego materiału włókienniczego, poznano jego dokładną budowę. Określono porządek przeplatania się ze sobą nitek osnowy i wątku charakterystyczny dla splotu skośnego (precyzując: dwa na dwa S). Na powierzchni odnotowano reprezentatywne skośne rządki, układające się pod kątem 45°, świadczącym o jednakowej gęstości nitek wątku i osnowy, co potwierdziło poprawne oznaczenie splotowe.

Tkanina bawełniano-poliestrowa po napawaniu cechowała się równie dobrym chwytem, pod względem miękkości i tekstury, w porównaniu do jej surowego odpowiednika. Obje tkaniny obserwowano pod mikroskopem skaningowym. Zarejestrowane obrazy pozwoliły stwierdzić zachowaną inercję w kontekście budowy splotu oraz struktury przędzy czy pojedynczych włókien. Zmianie uległa jedynie grubość włókien powiększona o około 1%, w wyniku przeprowadzonego procesu napawania (rys.36-37). Potwierdzono również brak wpływu naniesionej apretury na włókna. Prowadzona obserwacja przekroju pęczka wyłuskanych z tkaniny włókien, umożliwiła bardzo łatwe i bezbłędne określenie rodzaju surowca. Charakterystyczne przekroje bawełny i poliestru wskazano na rys.38-41. Również prostolinijny układ przestrzenny pozwala na ich bezpośrednią identyfikację (rys.42-43).

Na podstawie przeprowadzania obserwacji mikroskopowych, pod kątem zmian zachodzących pod wpływem konserwacji w strukturze tkaniny, jednoznacznie określono jej niszczący wpływ na naniesioną apreturę biobójczą. Jak można zauważyć porównując fotografie wykonane po kolejnych cyklach prania jest to proces zauważalny, postępujący jednak bardzo wolno (rys. 44-67). Całkowita degradacja środka odstraszającego nie nastąpiła w trakcie do 20-stu cykli prań, jak zapewniono w specyfikacji, co stanowi jej stanowcze potwierdzenie. W tym miejscu mając na uwadze całość pracy i wszystkie uzyskane w niej wyniki, nie sposób nie wspomnieć o zaobserwowanej korelacji, powolnego procesu niszczenia apretury, z wynikami otrzymanymi podczas badań na organizmach żywych. Wszystkie fazy porażenia odnotowane dla badanych pasożytów z każdym kolejnym cyklem prań nieznacznie się wydłużały. Można twierdzić, że różnice te były drobne i z punktu widzenia statystycznego, a nawet praktycznego nie istotne. Uzyskany średni czas następowania fazy I (dla biedronek) dla tkaniny: nie pranej wynosił 7 minut, po 5-ciu praniach 6,96 min, po 10-ciu 7,04 min, po 15-nastu 8,96 min, po 20-stu 24,24 min (tab.11).

Biorąc pod uwagę przeznaczenie oraz potencjalnych odbiorców ochronnej odzieży biobójczej, arbitralnie wybrano trzy badania mechaniczne określające jej poszczególne parametry. Przepuszczalność powietrza odnotowano na poziomie 67,17 l/m²/s dla strony prawej oraz 68,8 l/m²/s dla strony lewej. Nieznacznie mniejszy wydatek przepływu powietrza uzyskany dla strony prawej, najprawdopodobniej spowodowany jest wpływem procesu drukowania wzoru na tej części tkaniny. Wyniki te zachowują się w standardzie przepuszczalności powietrza dla włókienniczych materiałów przeznaczonych na odzież codzienną. W swojej klasie materiał uznano za wysoko przepuszczalny i „oddychający”. Na podstawie obliczonego odchylenia standardowego domniemywać można, iż jego niski poziom określa bardzo dużą jednorodność badanego materiału. Jest to nie wątpliwie jego bardzo dużą zaletą.

Średnia odporność na ścieranie badanej tkaniny, przekroczyła 70-dziesiąt tysięcy cykli, co w jej kategorii klasyfikuje ją jako wysoko odporną na tarcie. Najprawdopodobniej jest to po części zasługa zastosowania bardzo dobrego surowca w swojej jakości i rodzaju. W fachowej literaturze książkowej [93] wytrzymałość tkaniny bawełnianej oszacowano jako średnią, natomiast tkaniny poliestrowej jako bardzo dużą. Wzbogacenie mieszanki badanej tkaniny włóknami poliestrowymi, z pewnością miało duży wpływ na polepszenie jej trwałości w badanym zakresie. Analiza próbek po przeprowadzeniu badania, potwierdziła powyższe przypuszczenia. Kolejno prowadzono obserwację powierzchni oporu, która obok surowca jest

kolejnym czynnikiem, który w sposób zasadniczy wpływa na omawianą własność. Im jest ona większa, tym większa jest również powierzchnia kontaktu ze ścieraczem, tym mniejsze naciski jednostkowe, i w konsekwencji wytrzymałość na ścieranie rośnie. Jako że określony splot budujący tkaninę jest splotem skośnym, zapewnia on jednakowe wypełnienie w każdym jej miejscu. Tym samym powierzchnia oporu była duża (jednoukładowa osnowowo-wątkowa), przez co ścieranie następowało równomiernie, rozkładając działające siły tarcia w takim samym stopniu, na poszczególne punkty kontaktu z włóknami. Pogorszenie kondycji zauważono jedynie w funkcji estetycznej tkaniny rozumiane poprzez wyświecenie.

Następny wyznaczony, ostatni już mechaniczny parametr, stanowiło rozdzieranie. Uzyskane średnie wyniki wynosiły odpowiednio: wzdłuż tkaniny 78,32N, w poprzek tkaniny 73,36N. Rozdzieranie wzdłużne rejestrowało wytrzymałość osnowy, z tego względu jest ona w pewnym stopniu większa niż, poprzeczna rejestrowana dla wątku. Porównując otrzymane wyniki rozdzierania dla tkaniny przed i po napawaniu (tab.8) stwierdzono, że naniesiona apretura biobójcza nie wpłynęła w sposób istotny na omawiany parametr wytrzymałościowy.

Jak już wspomniano obserwacja mikroskopowa, pozwoliła zauważyć niszczący wpływ prania na środek biobójczy, znajdując się w całej masie przędzy budującej bandaną tkaninę. Aby jak najdokładniej ocenić rzeczywistą skuteczność apretury, w momencie wykonania poszczególnych ilości cykli prania, przeprowadzono laboratoryjne badania eksploatowanej tkaniny w kontakcie z żywymi organizmami.

Ustalono, że kleszcze gatunku *Ixodes ricinus*, to najliczniej występująca populacja w Polsce. Z tego względu to właśnie ten gatunek, został wybrany jako główny obiekt badawczy. Kleszcze pozyskiwano metodą odławiania z ich naturalnego środowiska, jakim są zacienione i mało uczęszczane tereny zielone. Stosowana metoda została opisana między innymi w swoich publikacjach naukowych przez dr Martę Hajdul-Marwicz [8,11,14], a także dr hab. Grzegorza Karbowski [94,95]. Wykorzystana w pracy metoda zbioru kleszczy, nazwana metodą flagowania, w zupełności spełniła oczekiwania. Zbiór odbywał się w godzinach największego szczytu aktywności kleszczy w sezonie wiosennym. Nie można jednak pominąć negatywnych stron tej metody, do której zaliczono przede wszystkim bardzo duże narażenie osoby dokonującej zbioru na ekspansję kleszczy. Podejmowane ryzyko minimalizowano poprzez maksymalne zabezpieczenie realizowane odpowiednią odzieżą oraz repelentem odstraszającym. Kilukrotne prowadzenie flagowania roślin w różnych miejscach,

potwierdziło wszelakie szeroko opisywane tezy o występowaniu kleszczy na terenach wilgotnych i zacienionych jak trawy, zarośla czy krzewy [14,15,24,94,95,96].

W przeprowadzonych badaniach własnych, w celu rzeczywistej i miarodajnej oceny skuteczności napawanego materiału biobójczego wykorzystano organizmy żywe takie jak: kleszcze pospolite (*Ixodes ricinus*) – główny obiekt zainteresowania badawczego, muchy domowe (*Musca domestica*) oraz biedronki azjatyckie (*Harmonia axyridis*) – grupa kontrolna/porównawcza. Opracowano stanowisko, umożliwiające stałe monitorowanie bieżącej reakcji organizmu (rys.82-83). Stwierdzono, bardzo duże zauważalne oddziaływanie apretury biobójczej na badane gatunki. Poszczególne reakcje skategoryzowano w trzech fazach, z czego za najważniejszą, pod kątem odstraszającego działania na niebezpieczne pasożyty uznano fazę I. Wyniki uzyskane w części badań dotyczących fazy I są najcenniejsze dla tej dysertacji. Określono, że średni maksymalny czas jaki potrzebny jest do porażenia kleszcza gatunku *Ixodes ricinus* wynosi do 10-ciu min, muchy domowej 6 min, biedronki azjatyckiej 8min (rys.92, 95, 98). Należy jednak pamiętać, że w rzeczywistości nie potrzebne jest doprowadzenie kleszcza czy innego pasożyta do stanu nieodwracalnego porażenia układu nerwowego. W zupełności wystarczający jest efekt, samego rażąco drażniącego oddziaływania apretury na szkodniki, które w efekcie nie zbliżają się do potencjalnej ofiary. W sytuacji znalezienia się szkodliwego organizmu w kontakcie z ochronną odzieżą biobójczą, dokona on wszelkich starań by oddalić się z pola jej rażenia i samoczynnie opuści obszar ciała żywiciela. Tego typu sytuacje, zawsze mające ten sam przebieg ewakuacji z powierzchni biobójczej tkaniny, obserwowano w laboratorium.

Porównując uzyskane wyniki, do rezultatów prac prowadzonych przez Eisen L. i jej zespół [61], badających inny gatunek kleszcza (*Ixodes scapularis*) zbliżoną metodą, pozostawiając pasożyta w ciągłym kontakcie z tkaniną napawaną środkiem na bazie permetryny, stwierdzono tożsame zachowanie pajęczaków w obu przypadkach. Autorka opisuje, próby ucieczki z obszaru pokrytego napawaną tkaniną, a także utratę równowagi po dłuższym przebywaniu w jej kontakcie. Wspomniane wyniki prezentowano dla tkaniny zawierającej w swoim składzie 100% bawełny, napawanej inną metodą. Poddawane testom kleszcze, ulegały porażeniu po około 7-dmiu minutach, natomiast zgon następował po około 1 godzinie, co potwierdza skuteczność, obu stosowanych metod trwałej impregnacji tkanin.

Interesująco przebiegały prowadzone obserwacje żywych organizmów. Najbardziej pokazowo wypadły kleszcze, których reakcje były stanowcze i mocno zauważalne, najmniej czytelnie natomiast muchy ze względu na ich umiejętność latania. Po umieszczeniu *I. ricinus* oraz *Harmonia axyridis* na tkaninie biobójczej zachowywały pozycję równoległą do podłoża. Przemieszczały się szybko, po całej objętości szalki. Podejmowały próbę ucieczki z tkaniny dokonując wszelkich starań aby opuścić obszar jaki zajmowała. Po krótkiej chwili zajmującej nigdy nie więcej niż do 3-5 minut każdy z badanych pasożytów przejawiał w swoim zachowaniu pierwsze objawy negatywnego wpływu substancji biobójczej. Najbardziej charakterystycznym gestem było nienaturalne unoszenie odnóży, opisane w literaturze zagranicznej jako tzw. „efekt palących stóp” (hot-foot effect) [58,61]. Jednoznacznie wskazuje on na drażniące oddziaływanie apretury. Kolejno owady i pajęczaki wraz z upływem czasu poruszały się coraz wolniej, a ich kinematyka i orientacja była coraz bardziej zachwiana. Porównanie badanych grup, pokazało jak dużą odpornością cechują się pajęczaki z rodzaju kleszcze, w stosunku do reszty. Wykazały one o 25% większą niepodatność na apreturę biobójczą niż grupy kontrolne (muchy, biedronki), w ocenie fazy I (rys.92, 95, 98). Kolejno dla fazy II stwierdzono oporność większą o 150% (rys. 93, 96, 99), oraz dla fazy III o 110% (94, 97, 100).

Podsumowując badania z udziałem żywych organizmów można stwierdzić, że pozwoliły one jednomyślnie ustalić drażniący wpływ tkaniny biobójczej na wszystkie gatunki. Obserwowane reakcje definitywnie świadczyły o skuteczności i działaniu apretury, a jej trwałość w aspekcie konserwacji oceniono na bardzo dobrą. Zauważono nieznaczne wydłużanie się czasu potrzebnego do zaistnienia kolejnych faz porażenia, związanych z degradacją środka apreterskiego, co jednak następowało stopniowo i mało zauważalnie.

Koncepcja projektu odzieży biobójczej, bazowała na informacjach zebranych w ankiecie wstępnej, ogólnych zasadach tworzenia ergonomicznej odzieży ochronnej opisanych w literaturze oraz wiedzy własnej. Podczas projektowania pod uwagę wzięto fakt, iż przede wszystkim musi ona spełniać akceptowalny kompromis pomiędzy tym co wygodne, a tym co konieczne. Stwierdzono, że obecnie dla wielu rodzajów tego typu odzieży nie ma określonych wymagań w zakresie ergonomii czy bezpieczeństwa, a jeśli takowe się pojawią, formułowane są na dużym poziomie ogólności [97]. Przegląd dostępnej odzieży ochronnej oraz tematu samego w sobie, pozwolił odnotować stale powiększający się wraz z latami, asortyment tego rodzaju wyrobów [98]. Oszacowano, że prawie jedna trzecia tego rynku to odzież chroniąca przed substancjami chemicznymi, a niewiele mniej odzież trudnopalna. Według Ewy Gawrysiak z TenCate Protective Fabrics, ubrania robocze powinny być lekkie, zapewniające

komfort i bezpieczeństwo oraz odpowiadające aktualnym normom. Co ważne, w przypadku specjalistycznej odzieży, przede wszystkim muszą być dopasowane do konkretnych oczekiwań odbiorcy i szczegółowo pod tym względem przebadane [99].

Przeprowadzenie badań terenowych objęło okres wiosenno-letni, największy pod względem aktywności kleszczy. Dostarczone kwestionariusze pozwoliły dokładnie ocenić najważniejsze aspekty odzieży. Respondenci ocenili skuteczność koszuli w stopniu: duża, bardzo duża, znakomita łącznie na 92%, natomiast kamizelki dla psa na łącznie 96%, co świadczy o niepodważalnej efektywności w swoim działaniu. Jak obliczono, stosunek pogryzień w grupie eksperymentalnej i kontrolnej wynosił 1÷10, potwierdzając wysoką skuteczność w odstraszaniu szkodliwych organizmów. Protokoły wniosły również informację, iż przez okres testowania (26 tygodni), koszulę wyprano około 13-17 razy, natomiast kamizelkę dla psa około 20-25 razy. Na tej podstawie można wnosić, że opracowana w pracy odzież biobójcza powinna być zmieniana co sezon na nową. W ten sposób z pewnością zachowa swą pełną skuteczność, przebadaną w pracy do 20 prań.

Po zakończeniu badań terenowych, eksperci zostali poproszeni o wypełnienie ostatniej ankiety podsumowującej całość eksperymentu, co było podstawą do ostatecznej oceny wyrobów. Podobne procedury były prowadzone w ostatnich latach w CIOP-PIB w ramach projektów badawczych, dotyczących kamizelek balistycznych dla wojska, policji i BOR, po których zakończeniu podstawą do ostatecznej oceny wyrobów była subiektywna ocena uczestników badań [97,100]. Najważniejszym wnioskiem uzyskanym z teje ankiety ostatecznej jest jednogłośnie skazanie dużej przydatności odzieży biobójczej zarówno dla ludzi jak i dla zwierząt. Na tej podstawie można domniemywać, że potencjalni odbiorcy chętnie nosili by takie wyroby. Respondenci zaznaczyli także zauważone podczas eksploatacji zalety do których zaliczono: łatwość zakładania i zdejmowania odzieży, funkcjonalność zapięć, prawidłowe dopasowanie do sylwetki, kompatybilność odzieży z innymi środkami ochrony indywidualnej oraz zakrycie odpowiednich powierzchni ciała.

Podsumowując tą część badań, potwierdzono tezę, iż obniżenie ilości ukąszeń i tym samym zwiększenie ochrony zdrowia, chociażby w najmniejszym stopniu jest bezwzględnie bardzo istotne i niezwykle cenne. Wyniki przedstawione w pracy informują o 10-cio krotnym podwyższeniu ochrony przeciw pasożytom, co jest bardzo dużym sukcesem.

Niniejsze badania mogą mieć zastosowanie w wielu innych obszarach, niż ten proponowany w pracy. Wybrana technologia oraz rezultaty jakie daje finalny wyrób są na tyle

wysokie, iż fakt rozwijania pola jego aplikacji wydaje się być słuszny, wręcz konieczny. Pierwsza koncepcja dotyczy tkaniny odstraszającej formie maty, koca lub dywanu umieszczanego w namiocie lub kempingu, gdzie zapotrzebowanie na tego typu środki jest bardzo duże. Drugi pomysł to napawanie aktywną substancją firanek lub moskitier dających możliwość użycia ich w różnych miejscach. Trzecie, najbardziej ciekawe przeznaczenie, mogło by stanowić napawanie części lub nawet całości obuwia tekstylnego produkowanego z dzianej siatki, niezwykle modnego w ostatnim czasie. Tego rodzaju miękkie obuwie sportowe, mogło by sprawdzić się w codziennych warunkach, bez przykuwania uwagi, zachowując bardzo duży komfort użytkowania.

10. Wnioski

Wniosek 1

Wytworzono ochronną odzież biobójczą, poprawiającą bezpieczeństwo człowieka i psa wobec szkodliwego oddziaływania pasożytów, zachowując jednocześnie szczególny wzgląd na jej tolerowanie.

Weryfikacja tezy 1 w zakresie opracowania włókienniczego materiału tekstylnego napawanego odstrasżającym środkiem biobójczym, pozostającego neutralnym wobec człowieka i psa została spełniona. Finalnym efektem rozprawy jest nowy produkt odstrasżający niebezpieczne pasożyty takie jak kleszcze i inne, w postaci ochronnej odzieży barierowej. Jednym z nadrzędnych priorytetów niniejszej dysertacji były działania zmierzające do maksymalnej redukcji lub całkowitego wyeliminowania periodycznie występujących, negatywnych reakcji wywoływanych przez powszechnie stosowane środki ochronne w postaci płynnej. Opracowany środek zaradczy, wykluczył istniejący problem, nawracających powikłań, związanych ze stosowaniem trujących, nie rzadko toksycznych substancji w składzie preparatów odstrasżających.

Praca została ukierunkowana i realizowana pod kątem istniejącej sytuacji problemowej, stwierdzonej w Instytucji Lasów Państwowych w naszym kraju. Wytworzona tkanina napawana substancją biobójczą, posłużyła jako baza do uszycia odzieży ochronnej. Przeprowadzenie badań terenowych umożliwiło, użycie i sprawdzenie finalnego produktu w praktyce. Jego wysoka skuteczność i duża aprobatą ze strony potencjalnych odbiorców, mocno uzasadnia propozycję stosowania, opracowanej odzieży ochronnej, jako umundurowania dla pracowników będących w grupie zwiększonego ryzyka, a także skłania do wdrożenia jej do produkcji.

Wniosek 2

Zaprojektowano ergonomiczną odzież barierową dla człowieka i psa, zapewniającą komfort fizyczny oraz psychiczny, bezpośrednio podwyższając jego bezpieczeństwo w aspekcie szkodliwego oddziaływania niebezpiecznych pasożytów.

Teza 2 związana z zapewnieniem przez zaprojektowaną odzież barierową, ergonomicznej konstrukcji w swojej budowie, oraz polepszenia bezpieczeństwa pracy

w swoich szczególnych własnościach użytkowych, została zrealizowana i poparta w toku badań. Potwierdzono uzyskanie akceptowalnego kompromisu, między koniecznością noszenia wytworzonej odzieży biobójczej, a zapewnianiem możliwie najwyższego komfortu w trakcie jej użytkowania.

Udowodniono, bardzo dużą skuteczność opracowanej ochronnej odzieży biobójczej, co wyraźnie i bezpośrednio wpływa na polepszenie bezpieczeństwa pracy na stanowisku. Umożliwiono zwiększenie dbania o zdrowie, co w efekcie pozwoli uzyskać wyższy poziom komfortu psychicznego podczas wykonywanej pracy terenowej.

Wniosek 3

Opracowano metodykę oceny skuteczności oddziaływania odstraszającego i biobójczego tkaniny napawanej środkiem apreterskim na badane organizmy żywe.

Po za postawionymi tezami pracy, dodatkową implikacją rozprawy jest opracowana autorska metodyka oceny bezpośredniego wpływu materiału biobójczego na badane pasożyty. Na podstawie dotąd opisanych procedur badawczych oraz własnej wiedzy, zdobytej w trakcie prowadzenia doświadczeń i obserwacji kleszczy oraz innych pasożytów, zaproponowano własne stanowisko do tego typu badań. W trakcie przebiegu prac badawczych wykorzystano go do realizacji wszystkich eksperymentów z udziałem kleszczy, much i biedronek, polegających na stałym monitorowaniu ich bieżących reakcji.

Wniosek 4

Zaprojektowana ochronna biobójcza kamizelka dla psa poszerza asortyment dostępnych obecnie środków ochronnych dla psów. Całkowicie różniący się od wszystkich [istniejących dotąd środków ochronnych, charakter kamizelki biobójczej kwalifikuje ją jako innowacyjną.

11. Streszczenie w języku polskim

W pracy przedstawiono wyniki badań, dotyczących wpływu apretury biobójczej na kleszcze gatunku *Ixodes ricinus*, które stanowiły główny obiekt zainteresowania badawczego. Praca została ukierunkowana i realizowana pod kątem istniejącej sytuacji problemowej, w Instytucji Lasów Państwowych, dotyczącej licznych ataków szkodliwych dla zdrowia pasożytów na pracowników służby leśnej oraz psów pracujących. Zaproponowany materiał biobójczy, otrzymano wykorzystując technologię napawania środkiem apreterskim na bazie permetryny. Badania podstawowe pozwoliły przeanalizować tkaninę biobójczą, w aspekcie najważniejszych pod względem jej przeznaczenia wartości użytkowych.

Głównym celem pracy było skonstruowanie ochronnej odzieży biobójczej tolerowanej przez człowieka i psa, spełniającej funkcję ochrony zdrowia oraz stabilizacji pracy użytkowników. Drugim celem pracy było przeprowadzenie wielotorowych badań, realizowanych w laboratorium z udziałem trzech gatunków zwierząt (*Ixodes ricinus*, *Musca domestica*, *Harmonia axyridis*) oraz w terenie w nadleśnictwach Bytów i Bielsko. Efekt stanowiła wiarygodna i miarodajna ocena skuteczności i trwałości odzieży ochronnej.

Skuteczność odstrasżającego działania zaprojektowanej koszuli została oceniona na 92%, natomiast kamizelki dla psa na 96%. Opracowany środek ochronny przyczynił się do bezpośredniego zwiększenia bezpieczeństwa pracy.

Słowa kluczowe: tkanina biobójcza, odzież ochronna, kleszcze, badania terenowe

12. Streszczenie w języku angielskim

The research work presents the results of the study on the impact of biocidal finishing on ticks of the *Ixodes ricinus* species, which constituted the main object of the research's interest. The work was mainly focused and implemented in terms of the existing problem in the State Forests Institution, concerning numerous attacks of parasites harmful to the forest service and working dogs. The proposed biocidal material was obtained by using the technology of surfacing agent based on permethrin. Basic research allowed to analyze the biocidal fabric in the aspect of the most important functional values in terms of its intended use.

The main purpose of the work was to construct protective biocidal clothing tolerated by man and dog, fulfilling the function of health protection and stabilizing the work of users. The second purpose of the work was to conduct multi-track tests carried out in a laboratory involving three species of animals (*Ixodes ricinus*, *Musca domestica*, *Harmonia axyridis*) and in the field in the forest districts of Bytów and Bielsko. The effect was a reliable and authoritative assessment of the effectiveness and durability of protective clothing.

The deterrent effectiveness of the designed shirt was rated at 92%, while the dog's vests at 96%. The protective measure developed has contributed to a direct increase in occupational safety.

Key words: biocidal fabric, protective clothing, ticks, field research

13. Literatura

1. Grzeszczuk A, Zajkowska J.: Borelioza. PZWL Wydawnictwo Lekarskie, wydanie: 2 rozszerzone, 2018, s.17
2. Siuda K.: Zoologia: Stawonogi. Tom. 2, część 1 – Szczękoczułkopodobne, skorupiaki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011, s. 157–160.
3. Cieniuch S.: Zastosowanie Real-Time do detekcji i ilościowego oszacowania *Borrelia burgdorferi* sensu lato i *Anaplasma phagocytophilum* w kleszczach *Ixodes Ricinus* (Acari, Ixodidae). Praca doktorska. Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdynia 2016.
4. Brochocka A., Kasprzak J., Błażejwicz-Zawadzińska M., Klimberg A.: Zagrożenia związane z pasożytniczym oddziaływaniem kleszczy jako wektora patogenów. *Hygeia public health*, 2016, 51 (3) s.286-290;
5. Płusa T.: Historia badań, epidemiologia zachorowań oraz charakterystyka zakażenia *Borrelia burgdorferi*. *Polski Merkurusz Lekarski*, 2017, 43 (255) s.99-103;
6. Cisak E. i wsp.: Borelioza i inne choroby przenoszone przez kleszcze w aspekcie narażenia zawodowego, poradnik dla lekarzy. Oficyna Wydaw. Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź, 2010;
7. Michael K., Faulde F.: Bioactivity and laundering resistance of five commercially available, factory-treated permethrin-impregnated fabrics for the prevention of mosquito-borne diseases: the need for a standardized testing and licensing procedure. *Parasitology Research.*, 2016, 115(4), s. 1573-1582;
8. Hajdul-Marwicz Mpo., Karbowski G.: The estimation scale of endangerment with tick attacks on recreational towns areas. *Przegląd epidemiologiczny*, 2009, 63(1), s. 67-71;
9. Gray J.S. i wsp.: Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009, s.1-12;
10. Gilbert L. i wsp.: Climate of origin affects tick (*Ixodes ricinus*) host-seeking behavior in response to temperature: implications for resilience to climate change?. *Ecology and Evolution*, 2014, 4(7), s. 1186-1198;
11. Supergan-Marwicz M.: Zagrożenia związane z obecnością kleszczy *Ixodes ricinus* w aglomeracji warszawskiej : praca doktorska. Warszawski Uniwersytet Medyczny Centrum Biostruktury, Katedra i Zakład Biologii Ogólnej i Parazytologii w Warszawie, 2016;

12. Randolph S.E.: Advances in Insect Physiology. Chapter 6 Epidemiological Consequences of the Ecological Physiology of Ticks. 2009, 37, s.297-339;
13. Chmielewski T. i wsp.: Kleszcze zakażone bakteriami chorobotwórczymi dla człowieka na terenach parków miejskich Warszawy. Przegląd epidemiologiczny, 2011, 65, s. 577-581;
14. Supergan M. i wsp.: Rozmieszczenie kleszczy w lasach i parkach aglomeracji warszawskiej. Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa 2008, s.63-71;
15. Stańczak J. i wsp.: Występowanie, aktywność i zagrożenie atakami kleszczy *Ixodes ricinus* na rekreacyjnych terenach Trójmiasta i Pojezierza Kaszubskiego. Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdynia, s.63-79;
16. Buczek A., Bartosik K., Szymańska J., Buczek S.: Obrzeżek gołębi *argas reflexus* (Ixodida: Argasidae) w południowo-zachodniej Polsce – cechy biologiczne i objawy kliniczne. Zdrowie Publiczne, 2011, 121(4), s.422-425;
17. Borawski K. i wsp.: Paraliż kleszczowy. Przegląd epidemiologiczny, 2018, 72(1), s.17-24;
18. Siuda K.: Fauna kleszczy (Acari: Ixodida) w Polsce. Wiadomości Parazytologiczne, 1995, 41, s. 277-288;
19. Carpenter T.L., Robbins R.G.: Patronyms honoring Harry Hoogstraal (1917–1986), Systematic & Applied Acarology, 2010, 5, s.187-194;
20. Siuda K.: Investigations on the biology of the tick *Argas (Argas) polonicus* Siuda, Hoogstraal, Clifford et Wassef, 1979 (Acarina: Ixodides: Argasidae). 1. Individual variability of larval and male and female adult stages. Folia Biol., Krakow, 1979, 27(3), s.181-207;
21. Brochocka A.: Występowanie chorób odkleszczowych u zwierząt gospodarskich na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Rozprawa doktorska. UTP, Bydgoszcz 2016;
22. Brochocka A., Błazejewicz-Zawadzińska M., Kasprzak J., i wsp.: Przypadki zachorowań na boreliozę z Lyme w województwie kujawsko-pomorskim w latach 2000-2005. Probl Hig Epidemiol, 2014, 95(1), s. 143;
23. Wegner Z., Stańczak J., Racewicz M., Kurminis-Łozowska W. i wsp.: Pierwsze doniesienia o występowaniu krętków *Borrelia* w kleszczach na wybranych terenach Polski. Buli. Inst. Mar. Trop. Med., Gdynia, 1994, 27, 67-68.

24. Bogdaszewska Z.: Występowanie i ekologia kleszcza łąkowego *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794) w ognisku mazurskim. Określenie obecnego zasięgu występowania. *Wiad. Parazytol.* 2004, 50, s.727–730;
25. Derda M., Cholewiński M., Klimberg A. i wsp.: Wektory przenoszące choroby pasożytnicze, bakteryjne i wirusowe człowieka. *Hygeia public health*, 2017, 52 (3) s.217-225;
26. Brochocka A., Kasprzak J., Barczak T. i wsp.: Działania mające na celu ochronę przed kleszczami i przenoszonymi przez nie patogenami. *Hyg. Pub. Health* 2018, 53 (1) s.70-73;
27. Błażejewicz-Zawadzińska M. i wsp.: Retrospektywna analiza objawów klinicznych 973 osób chorych na boreliozę w województwie kujawsko-pomorskim w latach 2000-2005. *Przegl. Epidemiol.* 2012, 66(4), s.581-586;
28. Prokopowicz D.: Choroby przenoszone przez kleszcze. Wyd. Buchnera, Warszawa, 1995, s.22-25;
29. Zajkowska J.M.: Transmisja i krążenie patogenów odkleszczowych (KZM i boreliozy) i rola zmieniającego się środowiska. *Przegl. Epidemiol.* 2010, 64(4), s.525-531;
30. Nowak-Chmura M., Siuda K.: Ticks od Poland. Review of contemporary issues and latest research. *Ann Parasitol.* 2012, 58(3), s.55-125;
31. Tylewska-Wierzbanowska S., Chmielewski T.: Tick-borne bacterial diseases in Poland. P. 1: Zoonosis - tick-borne diseases. *Health Problems of Civilization.* 2017, 11 (2) s.56-65;
32. Karbowski G., Biernat B., Stańczak J., Werszko J., Szewczyk T., Sytykiewicz H.: The role of particular ticks developmental stages in the circulation of tick-borne pathogens in Central Europe. 5. Borreliaceae. *Annals of Parasitology*, 2018, 64 (3) s.151-171;
33. Wróblewska P. i wsp.: Mechanizmy infekcji patogenami przenoszonymi przez kleszcze na przykładzie bakterii: *Anaplasma phagocytophilum* i *Borrelia burgdorferi*. *Medycyna Środowiskowa*, 2016, 19(2), s.63-68;
34. Szulżyk T., Flisiak R.: Lyme borreliosis. *Annals of Parasitology*, 2012, 58(2), s.63-69.
35. Dobaj Ł., Bąkowski D., Woźakowska-Kapłon B.: Borelioza serca – „życie napisało dalszy ciąg...”. *Choroby Serca i Naczyń*, 2014, 11(5), s.285-289;
36. Strona internetowa: <https://www.pzh.gov.pl/>; dostęp: 10.07.2019;
37. Kmiecik W., Ciszewski M., Szewczyk E.M.: Choroby odkleszczowe w Polsce – występowanie i trudności diagnostyczne. *Medycyna Pracy*, 2016, (67)1, s.73-87;

38. Szymczak J. i wsp.: Babeszjoza – nowe wyzwania w transfuzjologii? *Journal of Transfusion Medicine*, 2017, 10(3), s.90-98;
39. Dzięgiel B., Adaszek Ł., Winiarczyk S.: Zwierzęta dziko żyjące jako rezerwuar *Anaplasma phagocytophilum* dla człowieka. *Przegląd epidemiologiczny*, 2016, 70(3), s.428-435;
40. Nowacka W.Ł.: Choroby zawodowe w polskim leśnictwie – rosnący problem. *Nauka Przyr. Technol.*, 2012, 6(2), s.1-10;
41. Stawicki T.: Analiza zapadalności na boreliozę z Lyme w wybranych grupach pracowników leśnictwa w województwie zachodniopomorskim w latach 2005-2014. *Medycyna Pracy*, 2017, 68 (2) s.211-220;
42. Brochocka A. i wsp.: Przypadki Boreliozy z Lyme rejestrowane jako choroba zawodowa na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Część I. Lata 2000-2005. *Hygeia public health*, 2016, 51 (3) s.286-290;
43. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009r. w sprawie chorób zawodowych. DzU z 2009r. nr 105;
44. Szeszenia-Dąbrowska N., Świątkowska B., Wilczyńska U.: Choroby zawodowe rolników w Polsce. *Medycyna Pracy*, 2016, 67 (2) s.163-171;
45. Kocbach P.P., Kocbac B.P.: Ocena częstości występowania boreliozy wśród pracowników leśnictwa. *Medycyna Pracy*, 2014, 65 (3) s.335-341;
46. Cisak E. Wójcik-Fatla A., Zając V., Sroka J., Dutkiewicz J.: Risk of Lyme disease at various sites and workplaces of forestry workers in eastern Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2012, 19 (3) s.465-468;
47. Pańczuk A., Koziół-Montewka M.: Exposure to ticks and preventive actions in the scope of Lyme disease among young people from the northern part of lublin province (eastern Poland). *Health Problems of Civilization*, 2017, 11 (1) s.45-52;
48. Tokarska-Rodak M. i wsp.: Ryzyko zakażeń zawodowych *Borrelia burgdorferi* u pracowników leśnictwa i rolników. *Medycyna Pracy*, 2014, 65 (1) s.109-117;
49. Lewandowska A., Kruba Z., Filip R.: Epidemiology of Lyme disease among workers of forest inspectorates in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2013, 20 (2) s.329-331;
50. Cisak E., Zając V., Wójcik-Fatla A., Dutkiewicz J.: : Risk of tick-borne diseases in various categories of employment among forestry workers in eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2012, 19 (3) s.469-474;

51. Gniadek A., Malinowska-Lipień I., Chęcińska E., Salamon D.: Umiejscowienie kontroli zdrowia wśród leśników i myśliwych wobec zawodowej ekspozycji na choroby przenoszone przez kleszcze. *Problemy Pielęgniarstwa*, 2016, 24 (3/4) s.182-187;
52. Cisak E. i wsp.: Profilaktyka boreliozy i innych chorób przenoszonych przez kleszcze jako chorób zawodowych : poradnik dla służb BHP, pracowników i pracodawców. Oficyna Wydaw. Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź, 2011.
53. Dutkiewicz J. i wsp.: Profilaktyka chorób odkleszczowych. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2014, 4, s.21-23;
54. Faulde M.K., Rutenfranz M., Keth A., Hepke J., Rogge M., Görner A.: Pilot study assessing the effectiveness of factory-treated, long-lasting permethrin-impregnated clothing for the prevention of tick bites during occupational tick exposure on military training areas, Germany. *Parasitol Res*, 2015, 114(2), s. 671–678;
55. Faulde M., Uedelhoven W.: A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects. *Int J Med Microbiol*, 2006, 296(1), s: 225–229;
56. Faulde M.K., Uedelhoven W.M., Robbins R.G.: Contact toxicity and residual activity of different permethrin-based fabric impregnation methods for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), and *Lepisma saccharina* (Thysanura: Lepismatidae). *J Med Entomol*, 2003, 40, s. 935–941;
57. Michael K., Faulde F.: Bioactivity and laundering resistance of five commercially available, factory-treated permethrin-impregnated fabrics for the prevention of mosquito-borne diseases: the need for a standardized testing and licensing procedure. *Parasitology Research.*, 2016, 115(4), s. 1573-1582;
58. Faulde M, Albiez G, Nehring O.: Novel long-lasting impregnation technique transferred from clothing to bednets: extended efficacy and residual activity of different pyrethroids against *Aedes aegypti* as shown by EN ISO 6330-standardized machine laundering. *Parasitol Res*, 2012, 110(6), s: 2341–2350;
59. Appel K.E., Gundert-Remy U., Fischer H., Faulde M., Mross K.G., Letzel S., Rossbach B.: Risk assessment of Bundeswehr (German Federal Armed Forces) permethrin-impregnated battle dress uniforms (BDU). *Int J Hyg Environ Health*, 2008, 211, s. 88–104;
60. Rossbach B., Kegel P., Zier U., Niemiets A., Letzel S.: Protective efficacy of permethrin-treated trousers against tick infestation in forestry workers. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2014, 21 (4) s.712-717;

61. Eisen L., Rose D., Prose R., Breuner N., Dolan M., Thompson K., Connally N.: Bioassays to evaluate non-contact spatial repellency, contact irritancy, and acute toxicity of permethrin-treated clothing against nymphal *Ixodes scapularis* ticks. Elsevier 2017, 8(6), s: 837-849;
62. DeRaedt S. i wsp.: Permethrin-treated clothing as protection against the Dengue vector, *Aedes aegypti*: extend end duration of protection. PLoS Neglected Tropical Diseases 2015, 9(10), s.1-16;
63. Meagan F., Steven R., Meshnick.: Pilot Study Assessing the Effectiveness of Long-Lasting Permethrin-Impregnated Clothing for the Prevention of Tick Bites. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2011, 11(7), s: 869-875;
64. Vaughn M.F., Funkhouser S.W., Lin F-C, Fine J., Juliano J.J., Apperson C.S., Meshnick S.R.: Long-lasting permethrin impregnated uniforms: a randomized-controlled trial for tick bite prevention. Am J Prev Med, 2014, 46, s. 573–480
65. Meagan F. i wsp.: Long-lasting Permethrin Impregnated Uniforms: A Randomized-Controlled Trial for Tick Bite Prevention. American Journal of Preventive Medicine, 2014, 46(5), s. 473-480;
66. Gliniewicz A., Mikulak E., Przygodzka M.: Metody badania repelentów przeciwko kleszczom. Przegląd Epidemiologiczny, 2017, 71(3), s.457-465;
67. Grabowski J.M, Nilsson O., Fischer E., i wsp.: Dissecting Flavivirus Biology in Salivary Gland Cultures from Fed and Unfed *Ixodes scapularis* (Black-Legged Tick). mBio, 2019, 10(1), s.1-16;
68. Adaszek Ł., Winiarczyk S.: Babeszjoza psów – wciąż aktualny problem. Wiadomości Parazytologiczne, 2008, 54(2), s.109-115;
69. Zygnier W. i wsp.: Ponad 20 lat badań nad babeszjozą psów na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie. Medycyna Weterynaryjna, 2017, 73(10), s.606-612;
70. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr. 1007/2011 z dn.27.09.2011r w sprawie nazewnictwa włókien tekstylnych oraz etykietowania i oznakowania składu surowcowego wyrobów włókienniczych i nr 1907/2006 z dn.18.12.2006r zał. XVII;
71. PN-EN ISO 139; POLSKA NORMA, Klimaty normalne do aklimatyzacji i badań, 2012;
72. PN ISO 3801, POLSKA NORMA, Wyznaczanie masy liniowej i powierzchniowej, 1993;

73. PN-EN ISO 9237, POLSKA NORMA, Wyznaczanie przepuszczalności powietrza wyrobów włókienniczych, 1998;
74. PN-EN ISO 12947-1, POLSKA NORMA, Wyznaczanie odporności płaskich wyrobów na ścieranie metodą Martindale'a, 2000;
75. PN-EN ISO 13937-2, POLSKA NORMA, Metody badania rozdzierania płaskich wyrobów, Wyznaczanie siły rozdzierania próbek roboczych w kształcie spodni (metoda pojedynczego rozdzierania), 2002;
76. PN-EN 12590, POLSKA NORMA, Przemysłowe nici szwalne wykonane w całości lub częściowo z włókien syntetycznych, 2002;
77. Biernat B. i wsp.: The role of particular ticks developmental stages in the circulation of tick-borne pathogens in Central Europe. 5. Borreliaceae. *Annals of Parasitology*, 2018
78. Kowalec M. i wsp.: Ticks and the city-are there any differences between city parks and natural forests in terms of tick abundance and prevalence of spirochaetes? *Parasites & Vectors*, 2017, 10, s. 573;
79. Pejchalova K.: Isolation cultivation and identification of *Borrelia burgdorferi* genospecies from *Ixodes ricinus* ticks from the city of Brno. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine, Czech Republic*, 2007, 14, s. 75-79;
80. Brochocka A., Kasprzak J., Barczak T. i wsp.: Zagrożenia związane z pasożytniczym oddziaływaniem kleszczy jako wektora patogenów. *Hygeia public health*, 2018, 53 (2) s.132-139;
81. Cios H.: Ocena ryzyka ataków kleszczy *Ixodes ricinus* (L.) (Acari: Ixodidae) w różnych regionach klimatycznych Lubelszczyzny i sposoby ich ograniczania : praca doktorska. Uniwersytet Medyczny Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii I Wydziału Lekarskiego z Oddziałem Stomatologicznym w Lublinie, 2014;
82. Sawicka B., Mikulak E., Gliniewicz A. i wsp.: Ocena skuteczności wybranych preparatów dostępnych na polskim rynku służących do ochrony przed komarami. *Przegląd epidemiologiczny*, 2012, 66(3), s.479-485;
83. Young D., Evans S.: Safety and efficacy of DEET and permethrin in the prevention of arthropod attack. *Mil Med*, 1998, 163(5), s: 1–7;
84. Brooke W., Bissinger R., Michael R.: Tick repellents: Past, present, and future. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2010, 96(2), s. 63-79;
85. Banks S.D., Murray N., Wilder-Smith A., Logan J.G.: Insecticide-treated clothes for the control of vector-borne diseases: a review on effectiveness and safety. *Med Vet Entomol*, 2014, 28(1), s. 14–25;

86. Faulde M., Scharninghausen J., Tisch M.: Preventive effect of permethrin impregnated clothing for humans exposed to *Ixodes ricinus* ticks and associated *Borrelia burgdorferi* s.l. in Germany. *Int J Med Microbiol* , 2008, 298(1), s. 321–324;
87. Rossbach B. i wsp.: Biomonitoring and evaluation of permethrin uptake in forestry workers using permethrin-treated tick-proof pants. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 2016, 26(1), s. 95-103;
88. Agada N. i wsp.: Permethrin Treated Clothing to Protect Outdoor Workers: Evaluation of Different Methods for Mosquito Exposure Against Populations of Differing Resistance Status. *Pathogens and Global Health*, 2018, 112(1), s: 13-21;
89. Frances S., Sferopoulos R., Bin L.: Protection From Mosquito Biting Provided by Permethrin-Treated Military Fabrics. *Journal of Medical Entomology*, 2014, 51(6), s. 1220-1226;
90. Rajski Ł. i wsp.: Biobójcze wykończenie tkanin. *Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra*. Wydawnictwo SIGMA – NOT, nr 4, Warszawa 2016, s. 22-27;
91. Piestrzeniewicz J., Stępnik A.: Jakość i bezpieczeństwo tekstyliów w aspekcie badań laboratoryjnych. *Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy*, nr 9, 2003, s. 5-8;
92. Piestrzeniewicz J.: Bezpieczeństwo materiałów włókienniczych – potencjalne i realne zagrożenia. *Przegląd włókienniczy – włókno, odzież, skóra*. Wydawnictwo SIGMA – NOT, nr 11, Warszawa 2016, s. 36-38;
93. Szosland J.: Struktury tkaninowe. Wydawnictwo PAN. Łódź, 2007, s.155-156;
94. Karbowski G. i wsp.: The Competition Between Immatures of *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* (Ixodida: Ixodidae) Ticks for Rodent Hosts. *Journal of Medical Entomology*, 2018, 56(2), s. 448-452;
95. Karbowski G.: Kleszcz łąkowy – występowanie, biologia i rola jako wektora chorób odkleszczowych. Monografia, 2009, 1;
96. Hajdul-Marwicz M. i wsp.: The abundance of the ticks in the woodland areas and parks in Warsaw agglomeration. *Stawonogi. Oddziaływanie na żywiciela*, Lublin 2008, s. 63-71;
97. Łęzak K. i wsp.: Zasady badań i oceny właściwości ergonomicznych odzieży ochronnej. *Przegląd włókienniczy – włókno, odzież, skóra*. Wydawnictwo SIGMA – NOT, nr 5, Warszawa 2018, s. 25-33;
98. Majchrzycka K.: Rozwój funkcjonalności i ergonomii środków ochrony indywidualnej z uwzględnieniem innowacyjnych materiałów, systemów i technologii. *Zeszyty*

- Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, 2015, 1(11)
s. 38-50;
99. Zakrzewska A.: Trendy na rynku odzieży roboczej. Przegląd włókienniczy, 2019, 6,
s.15;
100. Goch J.H.: Fizjologiczne i psychotechniczne aspekty użytkowania
indywidualnych ochron przez funkcjonariuszy Policji, Straży Pożarnej i Straży
Granicznej. Techniczne Wyroby Włókiennicze. Instytut Technologii Bezpieczeństwa
"Moratex", 2001, nr 1(2), s. 36-38;

14. Spis rysunków

Objaśnienie: poniższy spis rysunków został uzupełniony o źródła internetowe fotografii pochodzących ze stron internetowych.

Rys.1. Systematyka kleszczy;

Rys.2. Główny podział – rodziny kleszczy;

Rys.3. Kleszcz twardy – *Dermacentor andersoni* – samica i samiec [z.i.];

[https://tickencounter.org/tick_identification/rocky_mountain_wood_tick];

Rys.4. Kleszcz twardy – *Hyalomma rufipes* – samica i samiec [z.i.];

[https://tickencounter.org/tick_identification/hyalomma_rufipes_tick];

Rys.5. Kleszcz twardy – *Amblyomma variegatum* – samica i samiec [z.i.];

[https://tickencounter.org/tick_identification/amblyomma_variegatum_tick];

Rys.6. Kleszcz twardy – *Ixodes ricinus* [z.i.];

[<http://biobalance.pl/kleszcze/>];

Rys.7. Kleszcz miękkki: a) *Argas*, b) *Antricola*, c) *Carios*, d) *Otobius* e) *Ornithodoros* [z.i.];

[https://tickencounter.org/tick_identification/];

Rys.8. Gnatosoma: a) narząd Hallera, b) szczęki, c) hypostom, d) nogogłaszczki [z.i.];

[[http://encyklopedia.naukowy.pl/Kleszcze_\(paj%C4%99czaki\)](http://encyklopedia.naukowy.pl/Kleszcze_(paj%C4%99czaki))];

[<https://www.parasitenportal.de/bilder/>];

[<https://www.wildlifearchives.com/pin/3695/>];

Rys.9. Narząd Hallera [z.i.];

[<http://www.bogleech.com/ticks.html>];

[<https://www.semanticscholar.org/paper/Regeneration-of-Haller's-sensory-organ/>];

- Rys.10. Żerująca na powierzchni skóry samica *I.ririnus* [z.i.];
[<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/kleszcze-patogeny-i-klimat-300>];
- Rys.11. Cykl rozwojowy kleszcza *Ixodes ricinus* [z.i.];
[<http://biobalance.pl/kleszcze/>];
- Rys.12. Przyjęcie charakterystycznej pozycji w oczekiwaniu na żywiciela [z.i.];
[<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/kleszcze-patogeny-i-klimat-300>];
- Rys.13. Najliczniejsze gatunki kleszczy w Polsce [z.i.];
[<https://www.biolib.cz/cz/image/id139044/>];
[http://outbreaknewstoday.com/rocky-mountain-spotted-fever-risk-factors-disease-mexicali-23120/7644_lores/];
[<https://www.flickr.com/photos/flugbolaget/34704750091/in/photostream/>];
[<https://www.biolib.cz/en/image/id247800/>];
- Rys.14. Zapadalność na boreliozę z Lyme w latach 2005 – 2018 na terenie Polski;
- Rys.15. Krętki *Borrelia burgdorferi* [z.i.];
[<https://www.bayarealyme.org/about-lyme/what-causes-lyme-disease/borrelia-burgdorferi/>];
- Rys.16. Średnia liczba ukąszeń kleszczy w grupie chronionej impregnowaną odzieżą, oraz całkowita liczba ukąszeń kleszczy związanych z wykonywaną pracą lub nie związanych z pracą. Słupki błędów reprezentują błąd standardowy;
- Rys.17. Pies wojskowy [z.i.];
[<https://www.dogsnaturallymagazine.com/military-dog>];
- Rys.18. Psy ratownicze wodne [z.i.];
[<https://www.dogsnaturallymagazine.com/water-rescue-dog>];
- Rys.19. Mapy nadleśnictw w północnym i południowym obszarze Polski, ze wskazaniem nadleśnictwa Bytów i Bielsko [z.i.];
[<http://www.lasy.gov.pl/pl/nasze-lasy/mapa-lasow>];

- Rys.20. Ankieta wstępna, strona pierwsza;
- Rys.21. Ankieta wstępna, strona druga;
- Rys.22. Przykładowe rozważane materiały: a) FLORES 150, b) FOLK 150, c) US 21/150;
- Rys.23. Przykładowe warianty kolorystyczne (pustynny oraz leśny) zastrzeżonego wzoru patentowego dla tkaniny o nazwie US 21;
- Rys.24. Belka materiału po napawaniu przygotowana do badań;
- Rys.25. Widma absorpcji w zakresie MIR dla tkaniny: 1 – surowej, 2 – po 10-ciu cyklach prań, 3 – po 5-ciu cyklach prań, 4 – po 0 cyklach prań;
- Rys.26. Widma absorpcji w zakresie MIR dla tkaniny: 1 – surowej, 2 – po 10-ciu cyklach prań, 3 – po 5-ciu cyklach prań, 4 – po 0 cyklach prań;
- Rys.27. Specyfikacja tkaniny US 21;
- Rys.28. Specyfikacja tkaniny US 21;
- Rys.29. Materiał tekstylny napawany wytypowany do badań: a) strona prawa b) strona lewa;
- Rys.30. Zdjęcia splotu z różnych obszarów tkaniny, powiększenie 20x;
- Rys.31. Zdjęcia splotu z różnych obszarów tkaniny, powiększenie 40x;
- Rys.32. Wyróżnik splotu badanego materiału;
- Rys.33. Zapis tkacki badanego materiału włókienniczego – splot skośny $\frac{2}{2}S$;
- Rys.34. Zdjęcia nitek różnej grubości budujących tkaninę, powiększenie 40x;
- Rys.35. Podwójna nitka, powiększenie 10x;
- Rys.36. Skaningowy mikroskop elektronowy Phenom PoX [z.i.];
- [<https://www.phenom-world.com/desktop-scanning-electron-microscopes/phenom-pro-x>];
- Rys.37. Tkanina surowa (bez apretury) wraz z pomiarem grubości włókien, powiększenie 255x;
- Rys.38. Tkanina US 120 z apreturą biobójczą wraz z pomiarem grubości włókien, powiększenie 270x;

Rys.39. Przekrój włókien tkaniny surowej wraz ze wskazaniem surowca, powiększenie 320x;

Rys.40. Przekrój włókien tkaniny surowej wraz ze wskazaniem surowca powiększenie 970x;

Rys.41. Przekrój włókien poliestrowych, powiększenie 2500x;

Rys.42. Przekrój włókien bawełnianych, powiększenie 2500x;

Rys.43. Prostoliniorny układ przestrzenny włókien poliestrowych, powiększenie 2500x;

Rys.44. Spiralny układ przestrzenny włókien bawełnianych, powiększenie 2500x;

Rys.45. Tkanina po 0 cyklach prań, powiększenie 255x;

Rys.46. Tkanina po 1 cyklu prania, powiększenie 270x;

Rys.47. Tkanina po 5 cyklach prań, powiększenie 255x;

Rys.48. Tkanina po 10 cyklach prań, powiększenie 250x;

Rys.49. Tkanina po 15 cyklach prań, powiększenie 270x

Rys.50. Tkanina po 20 cyklach prań, powiększenie 270x;

Rys.51. Tkanina po 0 cyklach prań, powiększenie 1000x;

Rys.52. Tkanina po 1 cyklu prania, powiększenie 1000x;

Rys.53. Tkanina po 5 cyklach prań, powiększenie 100x;

Rys.54. Tkanina po 10 cyklach prań, powiększenie 1000x

Rys.55. Tkanina po 15 cyklach prań, powiększenie 1000x;

Rys.56. Tkanina po 20 cyklach prań, powiększenie 1000x;

Rys.57. Tkanina po 0 cyklach prań, powiększenie 2500x;

Rys.58. Tkanina po 1 cyklu prania, powiększenie 2500x;

Rys.59. Tkanina po 5 cyklach prań, powiększenie 2500x;

Rys.60. Tkanina po 10 cyklach prań, powiększenie 2500x;

Rys.61. Tkanina po 15 cyklach prań, powiększenie 2500x;

Rys.62. Tkanina po 20 cyklach prań, powiększenie 2500x;

- Rys.63. Tkanina po 0 cyklach prań, powiększenie 5000x;
- Rys.64. Tkanina po 1 cyklu prania, powiększenie 5000x;
- Rys.65. Tkanina po 5 cyklach prań, powiększenie 5000x;
- Rys.66. Tkanina po 10 cyklach prań, powiększenie 5000x;
- Rys.67. Tkanina po 15 cyklach prań, powiększenie 5000x;
- Rys.68. Tkanina po 20 cyklach prań, powiększenie 500;
- Rys.69. Przeprowadzone badania podstawowe wraz z numerem normy, wymiarem próbki, ich ilością oraz wyglądem;
- Rys.70. Wyniki wyznaczania masy powierzchniowej;
- Rys.71. Graficzna prezentacja wartości masy powierzchniowej badanej tkaniny;
- Rys.72. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczania przepuszczalności powietrza wraz z oznaczeniem;
- Rys.73. Graficzne przedstawienie rozkładu wartości przepływu powietrza dla prawej i lewej strony tkaniny;
- Rys.74. Graficzna prezentacja wartości przepuszczalności powietrza dla: 1 – prawej strony tkaniny, 2 – lewej strony tkaniny;
- Rys.75. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczenia odporności na ścieranie wraz z oznaczeniem;
- Rys.76. Przykładowe próbki przeznaczone do wyznaczenia odporności rozdierania wraz z oznaczeniami
- Rys.77. Graficzne przedstawienie średnich sił rozdierających tkaninę wzdłuż i w poprzek;
- Rys.78. Graficzna prezentacja wartości sił rozdierania tkaniny: 1 – wzdłuż, 2 – w poprzek;
- Rys.79. Szklany pojemnik wraz z badaną tkaniną biobójczą;
- Rys.80. Charakterystyczne fazy porażenia układu nerwowego;
- Rys.81. Obserwacja muchy domowej – metoda przed modyfikacją przeprowadzana w szklanym pojemniku z pokrywą;

- Rys.82. Obserwacja muchy domowej – metoda przed modyfikacją przeprowadzana w szklanym pojemniku z pokrywą;
- Rys.83. Stanowisko do obserwacji żywych organizmów;
- Rys.84. Stanowisko do obserwacji żywych organizmów;
- Rys.85. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie;
- Rys.86. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie;
- Rys.87. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* bezpośrednio po umieszczeniu na tkaninie;
- Rys.88. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – drażniące oddziaływanie tkaniny;
- Rys.89. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – pierwsza faza porażenia;
- Rys.90. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – druga faza porażenia;
- Rys.91. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* – trzecia faza porażenia;
- Rys.92. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy I;
- Rys.93. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy II;
- Rys.94. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy III;
- Rys.95. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy I;
- Rys.96. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy II;
- Rys.97. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy III;
- Rys.98. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy I;
- Rys.99. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy II;
- Rys.100. Tkanina po kolejnych cyklach prań, wyniki dla fazy III;
- Rys.101. Projekt koszuli z linią prostą T– widok z przodu;
- Rys.102. Projekt koszuli z linią wypukłą T – widok z tyłu;
- Rys.103. Koszuła z linią wypukłą T – widok z przodu;
- Rys.104. Detale: kołnierz na odcinanej stójce zapinanej na jeden guzik i mankiet sportowy;
- Rys.105. Odręczny szkic kamizelki biobójczej dla psa;

- Rys.106. Projekt kamizelki dla psa – widok od góry i wewnątrz;
- Rys.107. Projekt kamizelki dla psa – widok z boku;
- Rys.108. Projekt kamizelki dla psa widok: a) od góry, b) od dołu;
- Rys.109. Kamizelka dla psa widok od góry i wewnątrz;
- Rys.110. Kamizelka dla psa widok od wewnątrz;
- Rys.111. Kamizelka dla psa widok od dołu z wstawką z kordury na linii dolnej;
- Rys.112. Detale zapięcia rozmieszczone na listwie grzbietowej: klamry zatrzaskowe na pasku (zewnątrzne) i taśma Velcro (wewnętrzne);
- Rys.113. Protokół tygodniowy – koszula dla człowieka;
- Rys.114. Protokół tygodniowy – kamizelka dla psa;
- Rys.115. Ocena skuteczności koszuli biobójczej dla człowieka;
- Rys.116. Ocena skuteczności kamizelki biobójczej dla psa;
- Rys.117. Graficzne porównanie oceny skuteczności odzieży biobójczej;
- Rys.118. Ankieta końcowa (podsumowująca);
- Rys.119. Graficzne przedstawienie wyników ankiety podsumowującej. Zastawienie opracowane dla koszuli dla człowieka;
- Rys.120. Graficzne przedstawienie wyników ankiety podsumowującej. Zastawienie opracowane dla kamizelki dla psa;

15. Spis tabel

Tabela 1. Mikroorganizmy przenoszone przez kleszcze *Ixodes ricinus*;

Tabela 2. Wyniki pomiaru grubości włókien: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p);

Tabela 3. Wyniki pomiaru grubości w przekroju pojedynczego włókna poliestrowego: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p);

Tabela 4. Wyniki pomiaru grubości pojedynczego włókna poliestrowego: wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), poziom ufności (p);

Tabela 5. Analiza statystyczna wyników masy powierzchniowej: średnia wartość (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartyly (Q25, Q75), poziom ufności (p);

Tabela 6. Wyniki przepuszczalności tkaniny dla prawej i lewej strony: średnia wartość wydatku powietrza (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). Objasnienie dodatkowe: 1 – prawa strona tkaniny, 2 – lewa strona tkaniny;

Tabela 7. Wyniki odporności na rozdzieranie tkaniny wzdłuż i w poprzek: średnia wartość siły zrywającej (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). Objasnienie dodatkowe: 1 – rozdzieranie wzdłuż tkaniny (wzdłuż osnowy), 2 – rozdzieranie w poprzek tkaniny (wzdłuż wątku);

Tabela.8. Porównanie odporności na rozdzieranie średniej wartości siły zrywającej (\bar{x}) dla tkaniny napawanej i surowej: wzdłuż (osnowy) i w poprzek (wzdłuż wątku);

Tabela.9. Wyniki dla kleszcza pospolitego (*Ixodes ricinus*): wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). objaśnienie dodatkowe: P – pranie (0,1,5,10,15,20), F – faza (1,2,3);

Tabela.10. Wyniki dla muchy pospolitej (*Musca domestica*): wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). objaśnienie dodatkowe: P – pranie (0,1,5,10,15,20), F – faza (1,2,3);

Tabela.11. Wyniki dla biedronki azjatyckiej (*Harmonia axyridis*): wartość średnia (\bar{x}), błąd standardowy (SE), współczynnik zmienności (CV), odchylenie standardowe (SD), wartości minimalne i maksymalne (Min., Max.), mediana (Me), kwartył 1 (Q25), kwartył 3 (Q75), poziom ufności (p). objaśnienie dodatkowe: P – pranie (0,1,5,10,15,20), F – faza (1,2,3);

Tabela 12. Zestawienie wszystkich grup eksperckich;

Tabela 13. Zestawienie wyników ankiety podsumowującej, kolor: granatowy – koszula dla człowieka, zielony – kamizelka dla psa;