

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

Rozprawy
nr 94

JANUSZ DĄBROWSKI

ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH
W REJONACH ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ
WYBRANYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

/599

owski, Janusz (ekolog
ocze (Acari) nadrzewn

BYDGOSZCZ - 1999



AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

**Rozprawy
nr 94**

JANUSZ DĄBROWSKI

ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH
W REJONACH ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ
WYBRANYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy



000000066107

BYDGOSZCZ - 1999

5.3.3. Analiza zgrupowań Gamasida	53
5.3.3.1. Skład gatunkowy Gamasida.....	53
5.3.3.2. Analiza wybranych gatunków Gamasida.....	55
5.3.3.2.1. <i>Anthoseius rhenanus</i> (Oudemans)	55
5.3.3.2.2. <i>Anthoseius verrucosus</i> Wainstein	58
5.3.3.2.3. Inne Gamasida.....	58
5.4. Analiza statystyczna zależności i podobieństw	58
6. DYSKUSJA.....	62
7. WNIOSKI.....	66
LITERATURA.....	67
STRESZCZENIA.....	86

1. WSTĘP

Lesistość Polski wynosi 28% ogólnej powierzchni kraju. Ponad 2/3 powierzchni leśnej porasta sosna, z czego około 40% przypada na drzewa w wieku od 1 do 40 lat [56]. Sosna jest cenionym surowcem w przemyśle drzewnym, kopalnianym i budownictwie, lecz jej monokultury stanowią znaczny problem w gospodarce leśnej. Są one mniej odporne niż drzewostany wielogatunkowe na działanie czynników ograniczających, takich jak szkodliwe owady, pasożytnicze grzyby oraz zanieczyszczenia przemysłowe, nie gwarantują również utrzymania odpowiedniej produktywności siedlisk i stabilności ekosystemów [2, 91, 118, 135, 215].

Wzrost industrializacji kraju w okresie powojennym powodował coraz to większe szkody w lasach. Duże zakłady przemysłowe, ze względu na uciążliwość dla człowieka, lokalizowano poza obrębem miast, najczęściej w pobliżu lasów lub w lasach. Już po krótkim okresie działalności zakładów najbliższe drzewostany ulegały uszkodzeniu bądź całkowicie obumierały, a z czasem uszkodzeniu ulegały również drzewa rosnące w dalszej odległości od emitorów zanieczyszczeń [13, 14, 20, 54, 91, 92, 103, 105, 117, 124, 131, 232].

W związku z dużym uszkodzeniem przez zanieczyszczenia przemysłowe lasów w Polsce, rejestruje się w nich skażenie powietrza, głównie SO_2 , NO_x , F oraz opad pyłu, w którym określa się depozycję metali ciężkich, takich jak: Zn, Pb, Cd, Cu i Fe (monitoring techniczny). Ocenia się także stopień uszkodzenia drzewostanów, biorąc pod uwagę głównie stopień defoliacji, odbarwienie aparatu asymilacyjnego oraz dodatkowe cechy morfologiczne koron drzew (monitoring biologiczny) [11, 137, 223]. Czynności te poszerzone o inne badania (analizę chemiczną aparatu asymilacyjnego, wód opadowych, gleby; ocenę składu florystycznego runa, fitopatologiczną, zdrowotności nasion sosny oraz jesienne poszukiwania owadów szkodliwych) wchodzi w skład ogólnego monitoringu lasu, który ma na celu:

- określenie przestrzennego rozkładu uszkodzeń drzewostanów,
- określenie trendu zmian uszkodzeń drzewostanów w czasie,
- ocenę poziomu bioróżnorodności szaty roślinnej w zbiorowiskach leśnych,
- analizę związków przyczynowo–skutkowych pomiędzy zdrowotnością lasów a czynnikami środowiska [223].

Do pełniejszej oceny stanu skażenia środowiska leśnego od wielu lat poszukuje się wśród biocenoz leśnych czułych organizmów, czytelnie reagujących na zanieczyszczenia przemysłowe. Takimi organizmami są dla przykładu porosty epifityczne, gdyż na podstawie ich składu gatunkowego można ocenić stopień skażenia środowiska [58], zwłaszcza dwutlenkiem siarki [63]. W lasach

iglastych, a szczególnie w młodnikach, metoda ta nie jest polecana z uwagi na ubogi skład gatunkowy porostów [47, 48]. Poza porostami do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska, szczególnie metalami ciężkimi, proponowane są mchy. Grodzińska i inni [60] w 1995 r. prowadzili ocenę zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi na terenie całego kraju (297 stanowisk w lasach), wykorzystując szeroko rozpowszechniony gatunek mchu *Pleurozium schreberi* (Bridd.) Mitt. Stwierdzili oni znaczną zgodność pomiędzy rozmieszczeniem źródeł emisji a akumulacją metali ciężkich w wymienionym mchu.

W literaturze można spotkać szereg prac poświęconych reakcji bezkręgowców leśnych na zanieczyszczenia przemysłowe. Najczęściej jednak do monitorowania zmian w środowisku leśnym, będącym pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych, proponowane są owady [51, 73, 136, 161, 166, 210]. Według Gutowskiego i Krzysztofiaka [62] uzyskiwane przez wielu autorów wyniki badań zachęcają do wykorzystania różnych grup systematycznych bezkręgowców do monitoringu biologicznego, mają jednak jedno podstawowe ograniczenie, a mianowicie mogą być wykonywane tylko przez specjalistów, znających dobrze określone grupy bezkręgowców.

Od kilkunastu lat w Katedrze Ekologii ATR w Bydgoszczy prowadzi się kompleksowe badania nad wykorzystaniem wskaźnikowych właściwości roztoczy do oceny stanu skażenia środowisk leśnych przez zakłady przemysłowe. Część pracowników prowadzi badania nad roztoczami glebowymi, natomiast obiektem moich badań były roztocze żyjące na drzewach. Uzyskane wyniki zmian jakościowych i liczebności roztoczy nadrzewnych w młodnikach sosnowych przy różnych zakładach przemysłowych są zachęcające [24–30, 32–38], gdyż na ogół wyrażają ich negatywną reakcję na zanieczyszczenia przemysłowe. Dlatego w niniejszej pracy stały się one podstawą kompleksowej analizy, pod kątem reakcji roztoczy nadrzewnych na zanieczyszczenia przemysłowe.

Celem pracy była analiza zmian w składzie jakościowym i liczebności, jakie zaszły wśród roztoczy żyjących na strzałach sosny w młodnikach, będących pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych oraz poznanie tych elementów ekologii roztoczy nadrzewnych, dzięki którym można lepiej określić wpływ zanieczyszczeń. Na podstawie powyższych analiz można było stwierdzić, czy wśród roztoczy żyjących na strzałach sosny istnieją czytelne grupy lub gatunki, które mogą okazać się przydatne do monitorowania stopnia skażenia młodników sosnowych nie tylko przy pojedynczych zakładach, lecz w szerszej skali.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Do pełniejszej oceny wpływu zanieczyszczeń na roztocze potrzebna jest znajomość ich biologii i ekologii. W przypadku gatunków Oribatida i Gamasida, występujących na drzewach, badania z tego zakresu nie są liczne, a tylko niektóre opracowania dotyczą powiązań określonych gatunków ze środowiskiem nadrzewnym.

Eitminavičiute [43, 44, 45] wykazała mechowce zasiedlające dolne partie pni starych drzew w różnych typach lasu na terenie Litwy. Na pniach drzew liściastych, porośniętych mchami i porostami w lesie mieszanym, dominował *Eremaeus oblongus* C.L. Koch, a w lesie liściastym *Oribatula tibialis* (Nicolet). Natomiast w lesie iglastym na pniach sosen dominował *Carabodes labyrinthicus* (Michael).

Travé [220] badał we Francji ekologię i biologię mechowców występujących na skałach i drzewach rozmieszczonych w terenach otwartych, zasiedlonych przez porosty i mchy. Autor ten stwierdził, że gatunki roztoczy charakterystyczne dla drzew i skał stanowiły 24,4% całości zebranego materiału, gatunki glebowe – 68,4%, natomiast gatunki wspólne dla wymienionych biotopów obejmowały zaledwie 7,2% materiału. Środowisko naskalne i nadrzewne traktował on jako bardzo zbliżone pod względem naświetlenia i porastających je epifitów. Najwyższą stałość występowania (20–30%) osiągnęły następujące mechowce: *Cymbaeremaeus cymba* (Nicolet), *Humerobates rostroramellatus* Grandjean, *Mycobates parmeliae* (Michael), *Pirnodus detectidens* Grandjean, a w przedziale wskaźnika między 10 a 20% znalazły się: *Phauloppia lucorum* (C.L. Koch), *Liodes theleproctus* (Hermann), *Zygoribatula exilis* (Nicolet), *Caleremaeus monilipes* (Michael), *Scutovertex* sp., *Trichoribates trimaculatus* (C.L. Koch), *Oribatula exsudans* Travé, *Camisia horrida* (Hermann), *Ommatocephus ocellatus* (Michael) i *Tectocephus sarekensis* Trägårdh. Wymieniony autor wyróżnił 6 jednostek prostych z jednym gatunkiem dominującym i 5 jednostek zbiorczych opanowanych przez kilka gatunków. W dwóch ostatnich jednostkach duży udział miała *Zygoribatula exilis*.

Niedbała [152] analizował skład gatunkowy i liczebny mechowców, zebranych z różnych części drzew (dębu, sosny i świerka) oraz ze ściółki leżącej pod ich okapem. W wyższych partiach drzew na pniach i gałęziach wykazał łącznie 37 gatunków Oribatida, a 4 z nich: *Cymbaeremaeus cymba*, *Domatorina plantivaga* (Berlese), *Eporibatula rauschenensis* (Sellnick) i *Micreremus brevipes* (Michael) występowały tam prawie wyłącznie. Pod względem obecności na gałęziach wyższych partii drzew, autor ten podzielił mechowce na 3 grupy. W pierwszej grupie znalazło się 6 gatunków: *Cymbaeremaeus cymba*, *Domatorina plantivaga*, *Eporibatula gracilis* Hammer, *Eporibatula rauschenensis*, *Micreremus brevipes* i *Scheloribates latipes* (C.L. Koch), które obecne były na dębie, sośnie i świerku, w drugiej wystąpiły mechowce, które obecne były na dwóch, a w trzeciej grupie na jednym gatunku drzewa.

Lebrun [127], traktując szeroko środowisko występowania mechowców, podzielił roztocze na 3 grupy: żyjące na korze drzew i mchach epifitycznych [reprezentowane głównie przez *Licneremaeus licnophorus* (Michael) i *Zygoribatula exilis*], żyjące na drewnie, spróchniałych pniach, pniach i gałęziach leżących na ziemi [gatunkiem charakterystycznym była *Oppiella neerlandica* (Oudemans)] oraz mechowce edaficzne [reprezentowane głównie przez *Suctobelba subtrigona* (Oudemans) i *Quadroppia quadricarinata* (Michael)].

Kiełczewski i Seniczak [99], biorąc pod uwagę wskaźniki dominacji i stałości występowania poszczególnych gatunków na strzale starszych świerków w okolicy Poznania, podzieleni mechowce na 3 grupy. W pierwszej znalazły się typowe gatunki nadrzewne, które osiągały wysokie wskaźniki dominacji i stałości występowania powyżej odziomkowej części świerków, a mianowicie: *Phauloppia lucorum*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Micreremus brevipes*, *Carabodes labyrinthicus*, *Scheloribates latipes*, *Trichoribates trimaculatus* i *Dometorina plantivaga*. Do drugiej grupy zaliczono roztocze (*Licneremaeus licnophorus* i *Zygoribatula exilis*), które osiągały największą dominację w odziomkowej części pnia, lecz były obecne również na wyższych jego odcinkach. W trzeciej grupie znalazły się mechowce glebowe, które zajmowały dolną część strzały, a ich występowanie w tej części pnia wynikało z bliskiej obecności ściółki leśnej.

Seniczak [172], prowadząc badania nad roztoczami w 10- i 15-letnich młodnikach sosnowych (z sosną, modrzewiem i świerkiem) w okolicy Poznania, w różnych typach siedliskowych lasu, podzielił roztocze na 3 grupy. Do pierwszej zaliczył gatunki zdecydowanie nadrzewne, takie jak: *Dipterobates humeralis* (Hermann), *Micreremus brevipes*, *Trichoribates trimaculatus*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Eporibatula rauschenensis*, *Carabodes labyrinthicus*, *Camisia segnis* (Hermann) i *C. biurus* (C.L. Koch). Do drugiej grupy zaliczone zostały roztocze zasadniczo glebowe, których obecność na drzewach autor wiązał z ich szeroką walencją ekologiczną. Do trzeciej grupy autor zaliczył gatunki, które występowały na drzewach nielicznie, choć mogły być wśród nich roztocze nadrzewne, takie jak: *Camisia spinifer* (C.L. Koch), *Dometorina plantivaga*, *Zygoribatula exilis* i *Damaeus* sp.

Seniczak i inni [179], na podstawie występowania roztoczy na dolnych odcinkach strzał starszych sosen w okolicy Włocławka, wyszczególnili grupę roztoczy typowo nadrzewnych: *Anthoseius rhenanus* (Oudemans), *A. verrucosus* Wainstein, *Camisia biurus*, *C. spinifer*, *Carabodes labyrinthicus*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Eporibatula rauschenensis*, *Micreremus brevipes*, *Phauloppia lucorum*, *Trichoribates trimaculatus* i *Zygoribatula exilis*; grupę glebowo-nadrzewnych, którą reprezentował *Eremaeus oblongus*, oraz grupę roztoczy glebowych.

Weigmann i Jung [224] badali skład roztoczy na drzewach i w glebie w Berlinie. Wyodrębnili oni 4 grupy mechowców skupiające: gatunki nadrzewne zasiedlające drzewa w mieście i w otwartym krajobrazie (*Zygoribatula laubieri meridionalis* Travé, *Trichoribates trimaculatus*, *Phauloppia lucorum*, *Scapheremaeus palustris* Sellnick i *Camisia segnis*), gatunki nadrzewne bytuja-

ce na drzewach w lesie (*Carabodes labyrinthicus*, *Oribatella reticulata* Berlese, *Camisia spinifer* i *Eremaeus oblongus*), gatunki nadrzewne zasiedlające drzewa w lesie i otwartym krajobrazie (*Camisia horrida*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Domotorina plantivaga*, *Micreremus brevipes* i *Scheloribates ascendens* Weigman & Wunderle) oraz gatunki żyjące w przeważającej części w glebie i tylko towarzyszące gatunkom nadrzewnym.

Literatura na temat wpływu zanieczyszczeń przemysłowych na stawonogi żyjące na drzewach jest stosunkowo liczna. Najwięcej prac z tego zakresu poświęcono owadom szkodliwym, a tylko nieliczne publikacje dotyczą roztoczy żyjących na strzałach drzew. Heliövaara i Väisänen [66] pobierali próby w młodnikach sosnowych ze strzał sosny w okolicy oddziaływania huty miedzi i niklu w Finlandii. W przedziale wysokości 0,5–1,5 m od podłoża autorzy ci odnotowali 11 grup stawonogów (Acarina, Aranea, Coleoptera, Collembola, Diptera, Heteroptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera i Thysanoptera), spośród których najliczniej reprezentowane były Acarina. Interesujące było to, że wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji ze wszystkich grup stawonogów najwyraźniej spadkiem liczebności zareagowały roztocze.

Dąbrowski i Seniczak [22, 23], Dąbrowski i inni [31] oraz Seniczak i Dąbrowski [175] analizowali w borze świeżym, w okolicy Zakładów Azotowych Włocławek, roztocze żyjące na pniach starszych brzoź, dębów i sosen oraz na pędach jałowca i czeremchy. Na powierzchniach silnie skażonych związkami azotu było mniej roztoczy i mniejsza liczba gatunków, zwłaszcza Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Gatunkami wrażliwymi na zanieczyszczenia, pochodzące z wymienionego zakładu, okazały się *Carabodes labyrinthicus*, *Eremaeus oblongus*, *Zygoribatula exilis*, a tolerowały je *Ceratoplia bipilis* i *Trichoribates trimaculatus*.

Kehl i Weigmann [94] pobierali w Berlinie próby z pni jabłoni, a Weigmann i Jung [224] z pni lip rosnących w miejscach o różnym stopniu zanieczyszczenia dwutlenkiem siarki. Stwierdzili oni, że w śródmieściu Berlina, gdzie stężenie dwutlenku siarki w powietrzu było wyższe, mechowce wystąpiły mniej licznie i były uboższe w gatunki niż na mniej skażonych peryferiach miasta. Porzner i Weigmann [162] w dzielnicy Berlina Grunewald wyznaczyli w lesie transekt w kierunku autostrady AVUS, a następnie pobierali próby z pni dębów. Doszli oni do wniosku, że wraz ze zbliżaniem się do autostrady zagęszczenie Oribatida malało, co miało związek ze wzrostem stężenia tlenków azotu w powietrzu, a najwyraźniej negatywnie na te zanieczyszczenia zareagował *Carabodes labyrinthicus*.

Na terenach zanieczyszczonych analizowano również roztocze żyjące na liściach drzew. Koricheva i in. [119] badali zagęszczenie szpecieli występujących na liściach dwóch gatunków brzoź i topoli osiki w okolicy huty produkującej miedź i nikiel w Finlandii. Stwierdzili oni, że w miarę zbliżania się do huty stężenie Cu i Ni w liściach drzew wzrastało. Na brzozach, wraz ze wzrostem stężenia metali w liściach, zagęszczenie *Aceria leionotus* (Nalepa), *A. longisetosus* (Nalepa) i *Acalitus rudis* (Canestrini) malało. Natomiast nie

odnotowano takich zależności wśród roztoczy [*Eriophyes diversipunctatus* (Nalepa), *Aceria varia* (Nalepa) i *Phyllocoptes populi* Nalepa] występujących na liściach topoli osiki.

Przędziorki wydają się być odporne na zanieczyszczenia powietrza zarówno pochodzenia przemysłowego, jak i motoryzacyjnego. W młodnikach sosnowych, położonych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych (głównie dwutlenku siarki, chloru i innych substancji), Sierpiński [205, 207] odnotował liczne występowanie przędziorka sosnowca [*Oligonychus ununguis* (Jacoby)], który wysysając soki z igieł i pędów, przyczyniał się do osłabienia drzew. Kropczyńska–Linkiewicz [123] stwierdziła masowe pojawy przędziorka lipowca [*Eotetranychus tiliarium* (Hermann)] na lipach rosnących przy ważniejszych arteriach komunikacyjnych Warszawy. Zanieczyszczenia motoryzacyjne nie wpłynęły również ujemnie na roztocze drapieżne (Phytoseiidae) żyjące na drzewach. Podobne wyniki uzyskała Czajkowska i inni [17–19], prowadząc badania nad występowaniem i rozmnażaniem się *E. tiliarium* na lipach, rosnących przy ulicach o różnym natężeniu ruchu w Warszawie. Okazało się, że liczebność tych roztoczy była najwyższa na drzewach rosnących wzdłuż ulic o szczególnie natężonym ruchu miejskim, gdzie liście lipy były silnie skażone wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi i ołowiem w porównaniu z kontrolą. Zanieczyszczenia motoryzacyjne na ogół nie zakłócały rozwoju przędziorka lipowca, a nawet stymulowały jego rozwój. Nie odnotowano też wpływu pyłów na liczebność drapieżnych roztoczy Phytoseiidae na lipach, a jedynie na niektórych skażonych stanowiskach stwierdzono zubożenie składu gatunkowego w porównaniu z kontrolą.

W lasach sosnowych bogatą listę gatunków odpornych na zanieczyszczenia przemysłowe stanowią szkodliwe owady [12, 39, 65, 66, 74, 106, 118, 147, 150, 203–206, 208, 209, 225], które mogą występować masowo w osłabionych lub uszkodzonych drzewostanach. W młodnikach sosnowych, znajdujących się w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych, licznie, a niekiedy masowo pojawiają się mszyce [65, 66, 74, 106, 209, 225]. W miejscach ich masowych pojawów igły żółkną, po czym opadają, co ujemnie wpływa na przyrost i stan zdrowotny drzew. Na młodych sosnach w pobliżu Huty „Katowice” Klimaszewski i inni [106] odnotowali wyjątkowo wysoką dominację gatunku *Eulachnus agilis* (Kalt.) – 65% ogółu mszyc, lecz na terenach nieco mniej skażonych, jak podają autorzy, gatunek ten ustępuje *Schizolachnus pineti* (Fabr.) i *Cinara pinea* (Mordv.). Jest interesujące, że te dwa ostatnie taksony występowały licznie w młodnikach sosnowych w pobliżu ZWCh „Wistom” [225] i elektrowni [74], co można wiązać z umiarkowanym podwyższeniem stężenia SO₂ [67]. Na sadzonkach sosny i świerka, będących pod silnym wpływem emisji (głównie SO₂), pochodzących z zakładów papierniczych w Finlandii, licznie występowały *Cinara* spp., a mniej obficie reprezentowana była *Schizolachnus pineti* [68]. Piechota i Piechota [161] proponują uwzględniać *Schizolachnus pineti*, *Cinara pinea*, *C. pini* (L.) i *Pineus pini* (Ratz.) jako bioindykatory zmian środowiska, między innymi ze względu na powszechność ich występowania na

sosnach. Jak się wydaje, wartość bioindykacyjną mszyc można uchwycić głównie w pobliżu źródła emisji zanieczyszczeń, tam gdzie skażenie lasów jest duże, a w dalszych odległościach od zakładów reakcja tych stawonogów jest mniej czytelna. Ponadto, obok zanieczyszczeń, liczebność mszyc mogą w znacznej mierze modelować inne czynniki, takie jak otwarta ściana lasu [225], żyzność gleb leśnych [209] oraz warunki klimatyczne.

W młodnikach sosnowych, będących pod wpływem silnych zanieczyszczeń przemysłowych, Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego [12, 203, 205], Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego [39], ZWCh „Wistom” [225] oraz huty w Finlandii [64], odnotowywano liczne występowanie motyli, między innymi skośnika tuzinka [*Exoteleia dodecella* (L.)], zwójki sosnoweczki [*Rhyacionia buoliana* (Den. et Schiff.)] oraz zwójki żywiczanecki [*Retinia resinella* (L.)], które wraz z mszycami zaliczane są do szkodników nękających. Motyle te są odporne na zanieczyszczenia, w znacznej mierze dzięki temu, że w okresie larwalnym przebywają w ukryciu [203, 205]. Skośnik tuzinek i zwójka sosnoweczka pozostają w tkankach igieł lub w pączkach przez okres około 10 miesięcy, a gąsienice zwójki żywiczanecki pod grubą i szczelną okrywą z żywicy przebywają około 22 miesięcy [203]. Nasilenie występowania tych szkodników w młodnikach sosnowych w znacznym stopniu zależne jest od zwarcia drzewostanów. Im jest ono bardziej rozluźnione oraz im więcej jest luk, tym gatunki te mają lepsze warunki do rozwoju. Skośnik tuzinek, z uwagi na masowe i chroniczne występowanie w skażonych drzewostanach sosnowych, był zaproponowany przez Sierpińskiego [210] jako bioindykator stopnia zanieczyszczenia lasów sosnowych. Jak podaje Chłodny [12], zagrożenie masowym występowaniem skośnika tuzinka zmniejszyło się na obszarze Polski do kilku nadleśnictw na Górnym Śląsku. Motyle na terenach skażonych mogą pojawiać się masowo, podobnie jak mszyce, a po pewnym okresie czasu ich gradacja zanika. Dlatego też wartość wskaźnikowa określonych gatunków może mieć charakter okresowy i lokalny.

W starszych drzewostanach sosnowych, będących pod silnym wpływem różnorodnych zanieczyszczeń przemysłowych [12, 39, 205, 206, 208], licznie pojawiały się szkodniki wtórne, takie jak: przyplaszczek granatek [*Phaenops cyanea* (Fabr.)], smolik drągowinowiec [*Pissodes piniphilus* (Herbst)] i żerdzianka sosnowka [*Monochamus galloprovincialis* (Oliv.)]. Masowemu występowaniu tych chrząszczy sprzyja fizjologiczne osłabienie drzew oraz przerzedzenie drzewostanów. W drzewostanach sosnowych o silnym zwarcu, w pewnym oddaleniu od źródła emisji zanieczyszczeń, licznie spotkać można inne gatunki chrząszczy, takie jak: cetyniec większy [*Tomicus piniperda* (L.)], drwalnik paskowany [*Xyloterus lineatus* (Oliv.)], rębaczce (*Rhagium* spp.) i inne [205]. Wymienione szkodniki wtórne, żyjąc w ukryciu, w znacznym stopniu unikają bezpośredniego kontaktu z zanieczyszczeniami przemysłowymi, co daje im możliwość przebywania na terenach będących pod dużą presją zanieczyszczeń przemysłowych. Szkodniki wtórne zasiedlają licznie drzewa w znacznym

stopniu uszkodzone, jak również martwe. Określanie stopnia skażenia lasów z wykorzystaniem tej grupy owadów jest więc znacznie spóźnione.

Wśród owadów zasiedlających sosny znajdowano też takie, które okazywały wrażliwość na zanieczyszczenia przemysłowe. W okolicy ZWCh „Wistom” Wiąckowski [225] stwierdził, że w miarę zbliżania się do źródła emisji liczebność biedronek i ryjkowców malała. Do gatunku, który występował prawie wyłącznie w drzewostanach kontrolnych, należał szeliniak sosnowiec [*Hylobius abietis* (L.)]. Natomiast liczne występowanie tego gatunku odnotowano w uprawach sosnowych, będących pod silnym wpływem zanieczyszczeń, na terenie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego [39], co oznacza, że na jego występowanie mają istotny wpływ, obok zanieczyszczeń, także inne czynniki. Ze szkodliwych owadów pierwotnych tendencją do liczniejszego występowania na mniej skażonych sosnach niekiedy wykazywała błonkówka osnują gwiazdzista (*Acantholyda posticalis* Mats.) [203].

W Polsce od dawna prowadzi się tzw. jesienne poszukiwania szkodników sosny, które wchodzi w zakres monitoringu biologicznego. Służą one do oceny stopnia zagrożenia drzew sosnowych przez owady szkodliwe, lecz nie dotyczą stopnia oceny skażenia lasów. W 1987 roku szereg specjalistów (głównie entomologów) podjęło badania fauny bezkręgowej w lasach na terenie północno-wschodniej Polski [62] z zamiarem kontynuowania badań przez 20 lat. Wyznaczyli oni sobie następujące cele:

- poznanie składu gatunkowego, liczebności względnej, fenologii oraz zmian zachodzących w niektórych grupach owadów w zależności od rodzaju zbiorowiska i wieku drzewostanu,
- poznanie dynamiki zmian struktury populacji (głównie chrząszczy i wybranych żądłówek) różnych zbiorowisk leśnych w strefie małych zagrożeń,
- znalezienie wśród bezkręgowców leśnych prostych i czytelnych bioindykatorów zmian środowiska,
- opracowanie systemu wczesnego ostrzegania przed niekorzystnymi zmianami w środowisku. Otrzymane wyniki badań będą mogły być wykorzystane również do porównań z wynikami badań uzyskanymi w rejonach bardziej zanieczyszczonych.

Roztocze żyjące w okolicy zakładów przemysłowych są narażone na oddziaływanie wielu szkodliwych zanieczyszczeń pyłowych (głównie metali ciężkich) i gazowych (SO_2 i innych). W celu zbadania wpływu poszczególnych zanieczyszczeń na roztocze prowadzi się od wielu lat eksperymenty laboratoryjne. Seniczak i in. [169–171] podawali mechowcowi *Archezogetes longisetosus* Aoki glony w różnym stopniu skażone miedzią lub ołowiem. Koncentracja miedzi w glonach (42–418 $\mu\text{g/g}$) powodowała niewielkie wydłużenie czasu rozwoju tego gatunku i zwiększała jego płodność w porównaniu z grupą kontrolną. Wyższa koncentracja miedzi w glonach (713–4193 $\mu\text{g/g}$) powodowała wydłużenie czasu rozwoju, obniżenie płodności oraz zwiększenie śmiertelności w porównaniu z grupą kontrolną. Stężenie ołowiu w glonach od 103–1146 $\mu\text{g/g}$

nie powodowało zmian w rozwoju tych roztoczy, natomiast wyższa koncentracja około 2000 µg/g wyraźnie wydłużała czas rozwoju, zmniejszała płodność, zwiększała śmiertelność oraz powodowała zmiany morfologiczne u stadiów młodocianych w 4 parze nóg, które pojawiają się w trakcie ontogenezy.

Wśród roztoczy można wyróżnić gatunki, które różnią się znacznie stopniem wrażliwości na te same stężenia metali ciężkich. Różną wrażliwość roztoczy *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze et Robin) i *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) na te same stężenia roztworów (0,625%, 1,25%, 2,5%, 5%, 10% i 20%) CuSO_4 i $\text{Zn(NO}_3)_2$ w warunkach laboratoryjnych potwierdzili Dziuba i Dębowska [41]. Zdecydowanie wrażliwszym na działanie tych samych stężeń roztworów badanych związków okazał się *H. aculeifer*. Z kolei Ignatowicz [71], badając oddziaływanie nadmiaru soli wapniowych w pokarmie na płodność i długość życia rozkruszka drobnego [*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)] i rozkruszka mącznego (*Acarus siro* L.) [72], stwierdził, że fosforan trójwapniowy dodany do pokarmu w stężeniu 1–6% wywierał nieznaczny wpływ na płodność, długość życia i rozwój rozkruszka drobnego. Natomiast sól ta dodana do zarodków pszenicy w stężeniu 1,5–6% wyraźnie wpływała na płodność i długość życia rozkruszka mącznego, nie oddziaływała jednak na żywotność jaj.

Miedź, wapń i fosfor są pierwiastkami biogennymi, niezbędnymi do prawidłowego funkcjonowania zwierząt, a dopiero ich niedobór czy nadmiar może być dla nich szkodliwy. Natomiast ołów, obecny na terenach zanieczyszczonych przez przemysł i motoryzację, jest metalem zbędnym dla organizmu. Roztocze pobierają ołów wraz z pokarmem, który po dostaniu się do organizmu może wchodzić w ten sam szlak co wapń [143], dlatego nawet w niedużym stężeniu jest on dla zwierząt szkodliwy. Zwierzęta wykazujące znaczne zapotrzebowanie na wapń, między innymi roztocze, są narażone na dużą koncentrację ołowiu.

Pośród stawonogów roztocze w znacznym stopniu mogą akumulować metale ciężkie. Janssen i inni [75], analizując koncentrację kadmu w ciele stawonogów żyjących w ściółce boru sosnowego zanieczyszczonego przez hutę cynku, stwierdzili znacznie większą koncentrację tego metalu u roztoczy [*Pergamasus crassipes* (L.), *P. robustus* (Oudemans), *Platynothrhus peltifer* (C.L. Koch)] w porównaniu z chrząszczami [*Calathus melanocephalus* (L.), *Notiophilus biguttatus* (Fabr.)] i skoczogonkiem *Orchesella cincta* (L.).

Roztocze mogą pozbywać się metali ciężkich i unieszkodliwiać znaczne ich ilości [120, 133, 134, 144], ale tylko do pewnego stopnia, natomiast wysokie stężenia są najczęściej dla nich śmiertelne. Należy zwrócić jeszcze uwagę na fakt, że detoksykacja metali ciężkich jest procesem energochłonnym, co stwierdzono na przykładzie świerszczy [142, 145] i skoczogonków [76]. Stawonogi te ponosiły znaczny wydatek energii na detoksykację metali, między innymi ołowiu. Roztocze żyjące na drzewach, zjadając pokarm silnie skażony metalami ciężkimi, tracą energię na ich detoksykację, a tym samym stają się mniej odporne na oddziaływanie zanieczyszczeń gazowych.

Spośród takich gazów, jak: SO_2 , N_2 , NH_3 i H_2S , najsilniej toksyczne dla Oribatida i Gamasida okazały się amoniak i dwutlenek siarki [128, 130, 148, 149, 222]. W warunkach naturalnych problem oddziaływania zanieczyszczeń na roztocze jest bardzo złożony. Zakłady przemysłowe, obok głównych zanieczyszczeń, emitują do atmosfery szereg innych związków, które mogą być również toksyczne dla roztoczy i tworzyć związki synergiczne o zdecydowanie zwiększonej toksyczności. Stwierdzono, że wspólne oddziaływanie SO_2 i NO_2 na *Humerobates rostromellatus* zwiększyło jego śmiertelność [1]. Także czynniki klimatyczne mogą potęgować lub osłabiać działanie emitowanych toksyn. Wykazano, że w warunkach małej wilgotności względnej powietrza wzrasta wpływ SO_2 na śmiertelność *H. rostromellatus* [129]. W wyniku łącznego działania SO_2 i „kwaśnego deszczu” u mszycy *Macrosiphoniella oblonga* (Mordv.) stwierdzono obniżenie płodności i aktywności badanych enzymów w porównaniu z działaniem samego SO_2 [121, 122]. Ignatowicz [70], badając oddziaływanie wilgotności i soli mineralnych ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, NH_4NO_3) na płodność i długość życia rozkruszka drobnego, doszedł do wniosku, że roztocze te, żyjąc normalnie w środowiskach o wysokiej wilgotności względnej powietrza (85–95%), nie prowadzą oszczędnej gospodarki wodnej i wydalają stosunkowo dużo wody, a wraz z nią znaczne ilości soli pobieranych z testowaną pożywką, co przeciwdziała kumulacji tych związków wewnątrz ustroju. Wyrazem tego jest mały efekt toksyczny tych związków. W warunkach obniżonej wilgotności 75–85% w większości przypadków stwierdzono silniejszy wpływ hamujący na płodność i długość życia rozkruszka drobnego niż w warunkach optymalnych. Roztocze żyjące na strzałach sosny prowadzą prawdopodobnie bardziej oszczędną gospodarkę wodną w porównaniu z roztoczymi żyjącymi w glebie, a tym samym w okolicy zakładów przemysłowych kumulują większą ilość różnych szkodliwych związków, co może mieć wpływ na bardziej wyraźną redukcję roztoczy na drzewach w porównaniu z roztoczymi żyjącymi w glebie [178, 181–185, 193].

Hughes [69], dokonując szerokiego przeglądu literatury światowej na temat wpływu zanieczyszczeń na rośliny i owady oraz przedstawiając relację w skażonym środowisku pomiędzy rośliną a owadami, znacznie poszerza problem oddziaływania zanieczyszczeń na stawonogi. Twierdzi on, że zanieczyszczenia przemysłowe mogą wpływać na owady także pośrednio, oddziałując na liczebność ich wrogów (drapieżników), pasożytów i patogenów (np. wirusów), także na konkurentów pokarmowych, zmianę mikroklimatu lub mikrośrodowiska (np. uszkodzenie aparatu szparkowego liści) oraz zmianę jakości pokarmu. W roślinie, pod wpływem średnich stężeń różnych zanieczyszczeń przemysłowych, z reguły wzrasta ilość wolnych aminokwasów i kwasów organicznych. Zanieczyszczenia również wpływają na wzrost zawartości cukrów zredukowanych (fruktozy, glukozy), natomiast sacharoza i tłuszcze zawarte w liściu mają tendencję spadkową [69]. W igłach świerka, będących pod wpływem zanieczyszczeń, stwierdzono wzrost glukozy i fruktozy, czego wynikiem było zwiększenie się liczby mszyc [88]. Wzrost zawartości tych cukrów odnotowano rów-

nież w łyku sosen, będących pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych, co miało wpływ na wzrost liczebności populacji rozważka korowca [*Aradus cinnamomeus* (Panz.)] [147]. Natomiast w liściach lip, rosnących na glebie zasolonej, zwiększona zawartość niebiałkowych form azotu stymulowała płodność przędziorka lipowca [123].

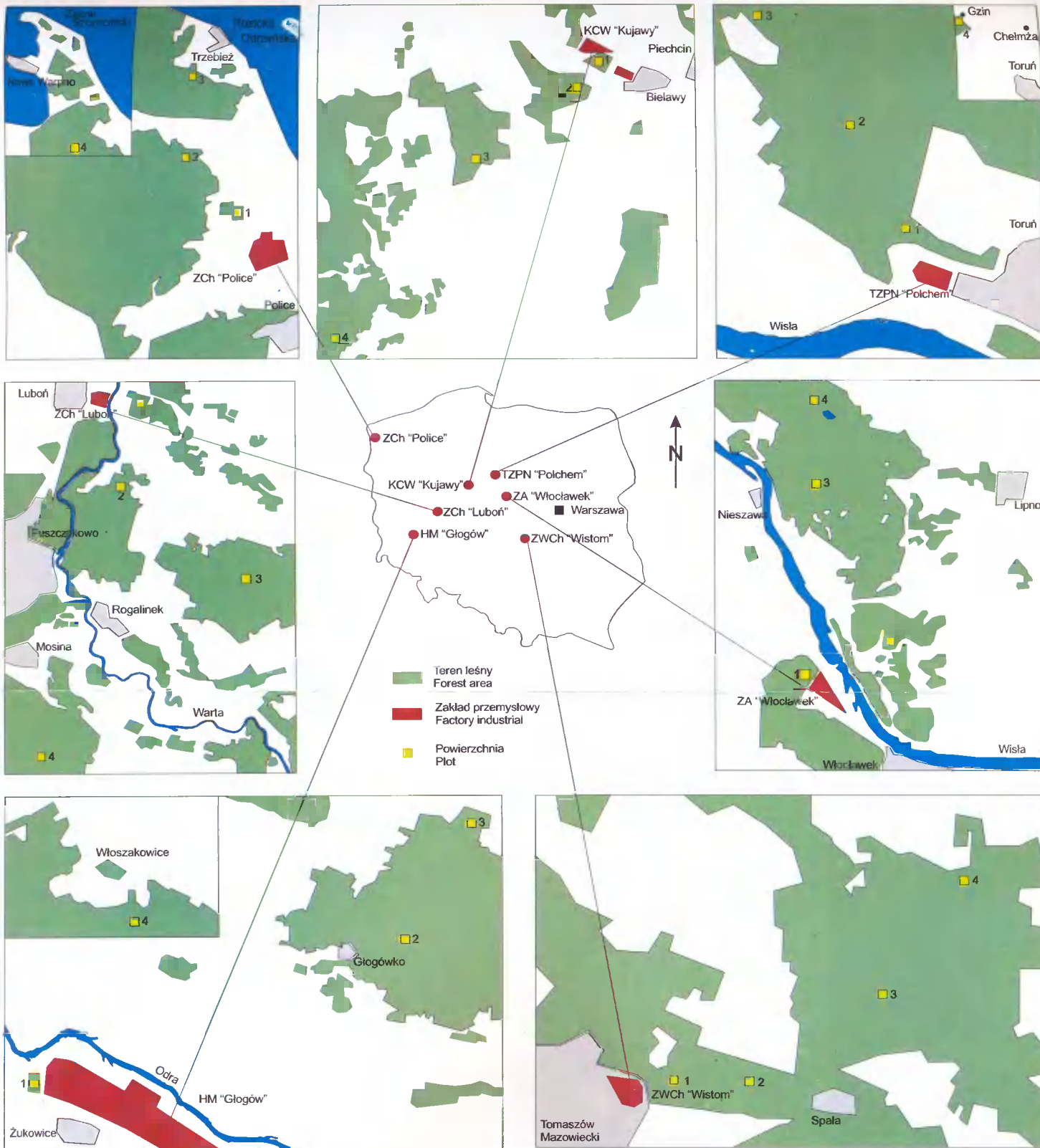
3. OPIS TERENU BADAŃ

Powierzchnie badawcze zlokalizowano w około 20-letnich młodnikach sosnowych, będących pod wpływem zanieczyszczeń emitowanych przez duże zakłady przemysłowe, takie jak: Toruńskie Zakłady Przemysłu Nieorganicznego „Polchem” (TZPN „Polchem”), Zakłady Włókien Chemicznych „Wistom” (ZWCh „Wistom”), Zakłady Chemiczne „Luboń” (ZCh „Luboń”), Zakłady Azotowe „Włocławek” (ZA „Włocławek”), Zakłady Chemiczne „Police” (ZCh „Police”), Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” (KCW „Kujawy”) oraz Huta Miedzi „Głogów” (HM „Głogów”). W okolicy każdego zakładu wytypowano 4 powierzchnie badawcze, które znajdowały się w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów, wytyczonych wcześniej przez pracowników Biura Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej. Podstawą do oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych były zmiany w koronach drzew, głównie stopień defoliacji oraz odbarwienia aparatu asymilacyjnego. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III (uszkodzenia silne), II (uszkodzenia średnie) i I (uszkodzenia słabe) strefie uszkodzeń drzewostanów, a powierzchnie 4 (kontrolne) lokalizowano w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzew. Najbardziej uszkodzone drzewostany leżały zawsze najbliżej zakładów, a wraz z oddalaniem się od źródła zanieczyszczeń stopień uszkodzenia drzew malał. Rozmieszczenie poszczególnych powierzchni badawczych w terenie przedstawiono na rysunku 1, a ich odległości od źródła emisji zanieczyszczeń zamieszczono w tabeli 1.

Okolice zakładów przemysłowych nie różniły się zasadniczo klimatem. Średnia roczna temperatura powietrza z wielolecia w okolicy poszczególnych zakładów wahała się od 7,4 °C (ZWCh „Wistom”) do 8,8 °C (KCW „Kujawy”), a średnia roczna suma opadów wynosiła od 483 mm (ZCh „Luboń”) do 624 mm (ZWCh „Wistom”). Wiatr wiał najczęściej z kierunku zachodniego ze średnią prędkością nie przekraczającą 5 m/s. Bardziej szczegółową charakterystykę klimatu terenów badawczych przedstawiono wcześniej [32–38].

Gleby powierzchni badawczych zaliczono do typu gleb rdzawych i podtypu gleb biellicowo-rdzawych. Porastały je zwarte młodniki sosnowe na siedlisku boru świeżego, które pod względem fitosocjologicznym należały do zespołu *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 [140]. Jedynie w okolicy KCW „Kujawy” młodniki sosnowe rosły na bogatszym siedlisku (bór mieszany świeży) i zaliczono je do klasy *Vaccinio-Piceetea*.

Najwyższe piętro w młodnikach stanowiła sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) z niewielkim udziałem brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.), którym często towarzyszył dąb bezszypułkowy [*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb.], a rzadziej występowały inne gatunki drzew. Warstwa krzewów była najczęściej złożona z podrostu drzew tworzących drzewostan, jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.), jeżyny popielicy (*Rubus caesius* L.), kruszyny pospolitej (*Frangula alnus* Miller) i maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.).



Rys. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych
 Fig. 1. Location of studied plots (1–4) in the region of chosen factories

Tabela 1. Odległość powierzchni badawczych od źródła zanieczyszczeń w km
 Table 1. The distance (km) of studied plots from the pollution source

Zakład – Factory	Powierzchnia – Plot			
	1	2	3	4
Toruńskie Zakłady Przemysłu Nieorganicznego „Polchem” Chemical factory „Polchem”	1,0	2,0	3,8	23,0
Zakłady Włókien Chemicznych „Wistom” Chemical factory „Wistom”	1,0	3,8	9,0	14,0
Zakłady Chemiczne „Luboń” Chemical factory „Luboń”	1,5	3,5	8,0	14,0
Zakłady Azotowe „Włocławek” Nitrogen fertilizer factory „Włocławek”	1,0	5,5	14,0	22,0
Zakłady Chemiczne „Police” Chemical factory „Police”	1,5	5,0	8,0	19,0
Kombinat Cementowo–Wapienniczy „Kujawy” Cement and lime factory „Kujawy”	0,2	1,7	7,5	17,5
Huta Miedzi „Głogów” Copper smelting works „Głogów”	1,0	11,0	16,0	37,0

Najniższe pokrycie krzewów (1%) odnotowywano przeważnie w pobliżu zakładów, z wyjątkiem ZWCh „Wistom” i ZA „Włocławek”. Przy tym ostatnim zakładzie stwierdzono największe pokrycie krzewów; na powierzchni 1 i 2 wynosiło ono odpowiednio 30% i 20%. Na pozostałych powierzchniach pokrycie warstwy krzewów wahało się najczęściej w przedziale od 5% do 15%. Warstwę zielną tworzyły najczęściej krzewinki borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus* L.), borówki brusznicy (*V. vitis-idaea* L.) i wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris* Hull.) oraz traw, takich jak: śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa* L.), kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.) i mietlica pospolita (*Agrostis tenuis* Sibth.). Inne gatunki traw występowały znacznie rzadziej. Pokrycie warstwy zielnej wahało się od 10% (powierzchnia 1 – ZCh „Luboń” i ZCh „Police”) do 50% (powierzchnia 1 – KCW „Kujawy”), przy średniej 24,8% dla wszystkich powierzchni badawczych. Warstwa mszysta reprezentowana była głównie przez dwa gatunki *Pleurozium schreberi* (Bridd.) Mitt. i *Dicranum polysetum* Sw., a miejscami występowała *Pohlia nutans* (Hedw.). Z pozostałych gatunków mchów często występowały *Dicranum scoparium* Hedw., *Brachythecium curtum* (Lindb.) i *Scleropodium purum* (L.) Limpr., a inne gatunki odnotowywano rzadziej. Pokrycie warstwy mszystej wahało się od 15% (powierzchnia 1 – HM „Gło-

gów” i ZCh „Luboń”) do 90% (powierzchnia 1 i 3 ZA „Włocławek”), przy średniej dla wszystkich powierzchni 59,5%. Duże pokrycie mchów w okolicy zakładów azotowych można wiązać ze znacznym wzbogaceniem gleby w azot.

W warstwie runa niekiedy odnotowywano niewielki udział porostów z rodzaju *Cladonia*. W okolicy HM „Głogów” i KCW „Kujawy” w ogóle ich nie odnotowano, a przy pozostałych zakładach występowały głównie na powierzchniach mniej skażonych.

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonała dr inż. Beata Dąbrowska, a mchy pomogła oznaczyć dr Anna Rusińska. Dokładniejszy opis roślinności oraz zdjęcia fitosocjologiczne dla poszczególnych powierzchni badawczych przedstawiono wcześniej [32–38].

Wśród zanieczyszczeń emitowanych przez TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom” zdecydowanie dominowały związki siarki, które reprezentowane były głównie przez dwutlenek siarki (tab.2). Gaz ten dominował również w emisjach pochodzących z terenów zakładów produkujących nawozy sztuczne (ZCh „Luboń”, ZCh „Police” i ZA „Włocławek”). ZCh „Luboń” emitowały ponadto znaczną ilość pyłów zawierających fosfor oraz niebezpieczne dla środowiska związki fluoru, natomiast ZCh „Police” i ZA „Włocławek”, poza dwutlenkiem siarki, emitowały do atmosfery duże ilości związków azotowych oraz pyłów; ten ostatni zakład emitował również znaczne ilości chlorku winylu. Zanieczyszczenia KCW „Kujawy” stanowiły w większości pyły, zawierające głównie związki wapnia, a także wysoki udział miały dwutlenek siarki i tlenek węgla. Najwięcej ostatnio wymienionych gazów emitowała HM „Głogów”, a emitowane pyły były bogate w metale ciężkie, zwłaszcza miedź i ołów.

Rozpatrując wielkość wykazanych emisji (tab.2), należy mieć na uwadze fakt, że w rzeczywistości są one powiększone o dodatkowe emisje na skutek częstych awarii, nieszczelności w instalacji, źle zabezpieczonych składowisk, transportu odkrytego itp. Ich wielkość jest trudna do określenia, lecz w pobliżu źródeł emisji często one mają główny wpływ na szkody powstałe w środowisku przyrodniczym.

Na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń wpływa szereg czynników, głównie warunki atmosferyczne, temperatura gazów odlotowych, rodzaj emitowanej substancji oraz wysokość emitorów. Kominy na terenie TZPN „Polchem” nie przekraczają 45 m, a na terenie ZCh „Luboń” 65 m. W KCW „Kujawy” jedynie 3 kominy odprowadzające emisje z pieców obrotowych do wypalania klinkieru mają wysokość 85 m, a pozostałe są znacznie niższe. Na terenie pozostałych zakładów, obok niższych występują również kominy w przedziale wysokości od 100 do 180 m.

Tabela 2. Średnia wielkość emisji głównych zanieczyszczeń (Mg/rok) z wybranych zakładów przemysłowych w latach 1988–1992 (dane wykazane przez działy ochrony środowiska poszczególnych zakładów)

Table 2. Average amount of the main pollutants (Mg/year) from chosen factories in the years 1988–1992 (after the departments of environmental protection of these factories)

Zanieczyszczenia Pollution	Zakład – Factory						
	TZPN „Polchem”	ZWCh „Wistom”	ZCh „Luboń”	ZA „Wrocławek”	ZCh „Police”	KCW „Kujawy”	HM „Głogów”
Pył Dust	61	152	253	441	1508	5472	1698
Popiół lotny Fly-ash		2361		53			
Dwutlenek siarki Sulphur dioxide	774	3314	283	5755	6353	1493	34572
Dwusiarczek węgla Carbon disulphide		1605					435
Siarkowodór Sulphur hydrogen		271					
Kwas siarkowy Sulphuric acid	103				107		792
Tlenek węgla Carbon monoxide		1286		109	454	1500	75119
Tlenki azotu Nitrogen oxides	35	867	40	2586	1217	753	144
Amoniak Ammonia				145	2350		
Fluor Fluorine	7		10		27		
Chlorek winylu Vinyl chloride				531			

4. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano w młodnikach sosnowych ze strzał sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm od podłoża, sekcję środkową – w środkowej części strzały, a sekcję górną usytuowano na wysokości trzeciego okółka gałęzi, licząc od wierzchołka drzewa. Powierzchnia próby w każdej z sekcji obejmowała dookoła strzałę i wynosiła 1 dm². Do oceny pokrycia powierzchni sekcji przez glony i porosty używano siatek o wielkości oczek 1 cm x 1 cm. Po rejestracji epifitów zeszkrobywano je wraz z wierzchnią warstwą kory do foliowych worków. Porosty epifityczne oznaczył dr Ludwik Lipnicki, a glony oznaczyła dr Bogna Paczuska. W okolicy każdego emitora materiał pobierano z 4 powierzchni badawczych przez dwa kolejne lata, w pierwszej dekadzie maja i października, każdorazowo z 10 strzał z danej powierzchni. W tym samym czasie i z tych samych powierzchni w młodnikach sosnowych inni pracownicy Katedry Ekologii pobierali próby z gleby, co dało wyjątkową możliwość oceny ewentualnej migracji roztoczy nadrzewnych do środowiska glebowego [52, 79–85, 109–114]. W okolicy TZPN „Polchem” próby pobrano w latach 1990–91, w okolicy HM „Głogów”, KCW „Kujawy”, ZA „Włocławek”, ZCh „Luboń” i ZWCh „Wistom” w latach 1991–92, a w okolicy ZCh „Police” w latach 1992–93.

Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena, konserwowano w 70% alkoholu etylowym i preparowano w płynie Hoyerera lub w kwasie mlekowym. Z łącznej liczby 3360 prób uzyskano prawie 43000 roztoczy. Oribatida i Gamasida oznaczano do gatunku lub rodzaju, uwzględniając ich stadia młodociane, a pozostałe roztocze oznaczano do rzędów. Oznaczania stadiów młodocianych Oribatida konsultowano z prof. dr hab. Stanisławem Seniczakiem, a Gamasida do gatunku oznaczył dr Sławomir Kaczmarek. W niniejszej pracy analizowano szczegółowo głównie liczniej reprezentowane gatunki zaliczane do nadrzewnych. Zgrupowania gatunków Oribatida i Gamasida scharakteryzowano za pomocą wskaźników: abundancji (*A*), dominacji (*D*) i stałości występowania (*C*) [90], a zgrupowania mechowców określano wskaźnikami różnorodności gatunkowej Shannona (*H*) i równomierności *e* [158]. Klasy dominacji gatunków przyjęto według Seniczaka [174].

Epifity i kora drzew stanowią dla wielu roztoczy miejsce schronienia, rozrodu oraz pokarm [31, 141, 164, 168, 173, 220], dlatego badano w nich koncentrację dominujących zanieczyszczeń. Do analiz chemicznych pobrano osobno korę, glony i porosty ze strzał sosny w przedziale wysokości 110–150 cm, licząc od powierzchni gleby. Na wszystkich powierzchniach w wymienionych substratach oznaczano siarkę ogólną metodą nefelometryczną i wartość pH w wodzie metodą potencjometryczną. Pozostałe analizy uzależniono od specyfiki zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady przemysłowe. Metale ciężkie (miedź, ołów i wapń) oznaczano metodą ASA, fluor metodą spektrofotometryczną.

metryczną, a fosfor, azot amonowy i azotanowy metodą kolorymetryczną. Do oznaczania chlorku winylu zastosowano metodę chromatografii gazowej. Analizy chemiczne wykonali dr hab. inż. Janusz Hermann, dr inż. Jacek Długosz oraz mgr inż. Bogumiła Cieścińska. Bardziej szczegółową metodykę oznaczania wymienionych pierwiastków i związków w materiale roślinnym przedstawiono wcześniej [32–38].

Do oceny różnic średnich liczebności roztoczy między powierzchniami łączącymi bliżej emitora a powierzchnią kontrolną, w okolicy każdego zakładu zastosowano analizę wariancji Anova/Manova, stosując test Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$. Obliczano także korelacje między udziałem epifitów, stopniem uszkodzenia drzewostanów a liczebnością ogólną roztoczy, liczniej reprezentowanych rzędów i gatunków oraz średnią liczbą gatunków Oribatida i Gamasida na strzale sosny. Zbadano ponadto zależność liczebności roztoczy od stopnia skażenia epifitów różnymi zanieczyszczeniami. W przypadku zakładów emitujących duże ilości związków azotu (ZA „Włocławek” i ZCh „Police”) oraz zakładów emitujących w większości związki siarki (TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom”) traktowano je łącznie, a pozostałe zakłady rozpatrywano indywidualnie. Istotne współczynniki korelacji interpretowano wg skali Guilforda [61].

Zastosowano analizę skupień w celu wykazania podobieństwa powierzchni badawczych, biorąc pod uwagę 101 zmiennych (zagęszczenie Acari, Actinedida, Oribatida, Gamasida, rodzajów i gatunków, liczbę gatunków Oribatida i Gamasida na danej powierzchni, średnią liczbę gatunków Oribatida i Gamasida na strzale sosny danej powierzchni oraz wskaźniki H i e). Dendrogram sporządzono metodą Warda z wykorzystaniem odległości euklidesowych. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonywano za pomocą programu statystycznego „STATISTICA – 5”.

5. WYNIKI BADAŃ

5.1. Analiza ilościowa i jakościowa epifitów

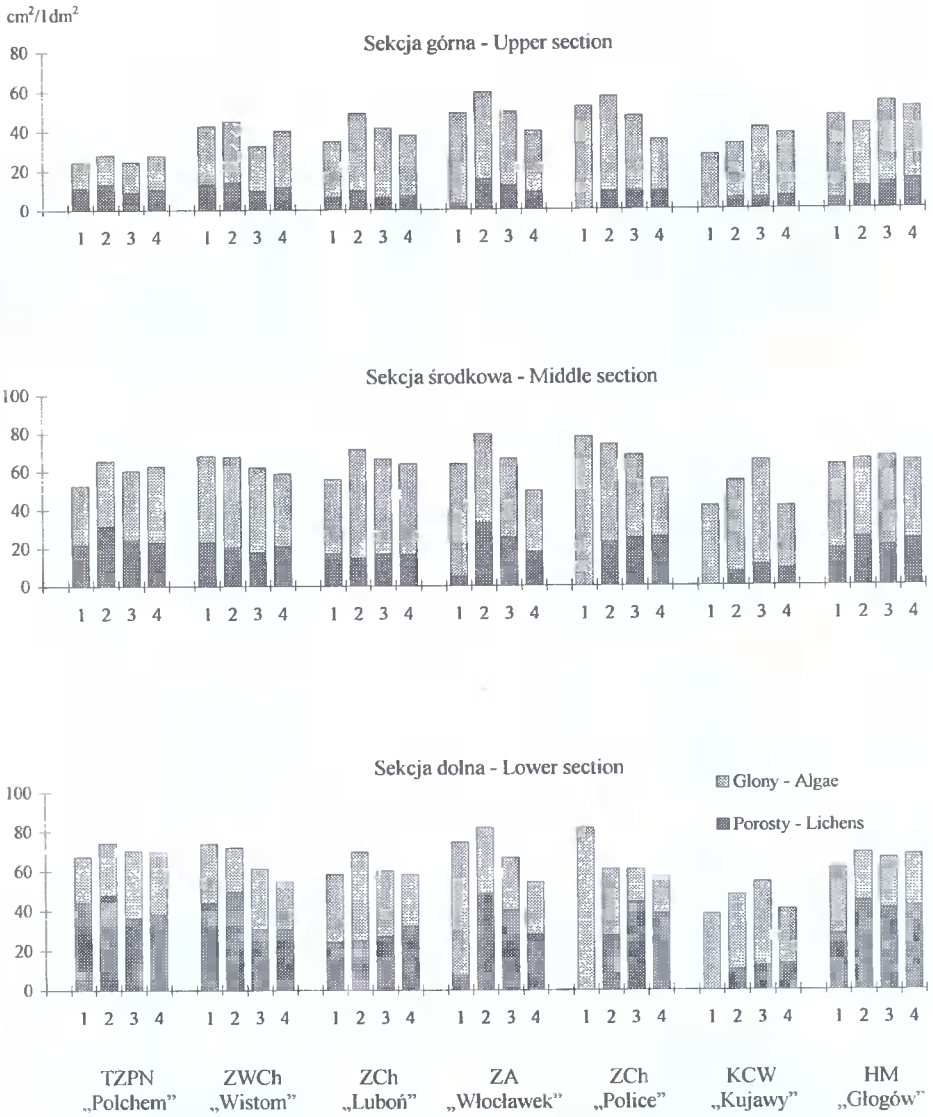
Epifity na strzałach sosny były reprezentowane przez porosty i glony. Porosty najobficiej pokrywały dolne odcinki strzał, a wraz ze wzrostem wysokości ich udział malał na korzyść glonów (rys.2). Porosty występowały stosunkowo obficie w okolicy TZPN „Polchem”, ZWCh „Wistom” i HM „Głogów”, w znacznie mniejszym stopniu w okolicy ZCh „Luboń”, a najmniej było ich w okolicy KCW „Kujawy” (rys.3). W pobliżu tego ostatniego emitora i ZCh „Police” porostów nie stwierdzono. Wyraźny spadek pokrycia sosen porostami zaobserwowano również w pobliżu ZA „Włocławek” (5% pokrycia kory), a nieco dalej od tego emitora odnotowano wyraźną stymulację wzrostu porostów, nawet do ponad 30% pokrycia kory. Glony obficie wystąpiły w pobliżu zakładów produkujących nawozy azotowe (ZA „Włocławek” i ZCh „Police”) (rys.4). Blisko tego ostatniego emitora pokrywały one strzały aż w 71%. W najmniejszym stopniu zasiedlały drzewa w okolicy TZPN „Polchem”. Ogólnie można stwierdzić, że wraz z ubywaniem porostów ich miejsce zajmowały glony, które niekiedy były jedynym przedstawicielem epifitów na korze sosny.

Na sosnach porosty były reprezentowane głównie przez 2 gatunki o plesze skorupiastej: *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb. i *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda. Zdecydowanie odmienny skład gatunkowy porostów odnotowano jedynie na powierzchni 2 w okolicy KCW „Kujawy”. Dominowała tam *Lecania cyrtella* (Ach.) Th. Fr., a znaczny udział miały *Caloplaca holocarpa* (Hoff.) Wade i *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. Spośród glonów w okolicy HM „Głogów” dominowała *Chlorella homosphaera* Skuja, a przy ZWCh „Wistom” *Chlorococcum infusionum* (Schränk). W okolicy pozostałych emitatorów najczęściej występującymi gatunkami glonów były *Chlorella vulgaris* Bayer i *Pleurococcus vulgaris* Naeg.

5.2. Analiza chemiczna kory sosny i epifitów

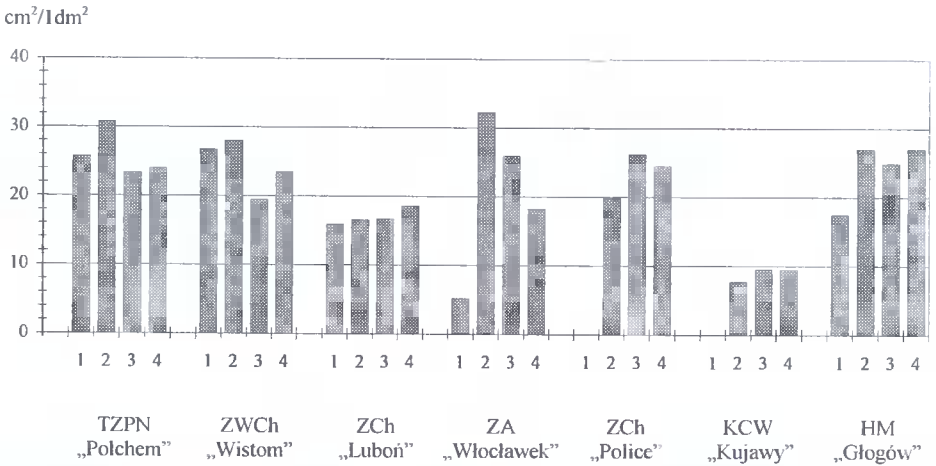
Stężenie siarki w glonach i porostach było podobne, a w korze było znacznie niższe (rys.5). Najwyższą zawartość siarki w badanych substratach odnotowywano najczęściej na powierzchniach leżących w pobliżu zakładów przemysłowych, w dalszej odległości od emitatorów było jej mniej, co najwyraźniej widać na przykładzie TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom”, które emitują zanieczyszczenia z wysokim udziałem związków siarki.

Stężenie jonów wodorowych w korze sosny mieściło się najczęściej w zakresie od pH 3 do pH 4, a w epifitach było nieco wyższe (rys.6). Zdecydowanie wyższą wartość pH odnotowano w pobliżu KCW „Kujawy” (pH ok. 7), co niewątpliwie było wynikiem bardzo wysokiej koncentracji wapnia (rys.7).



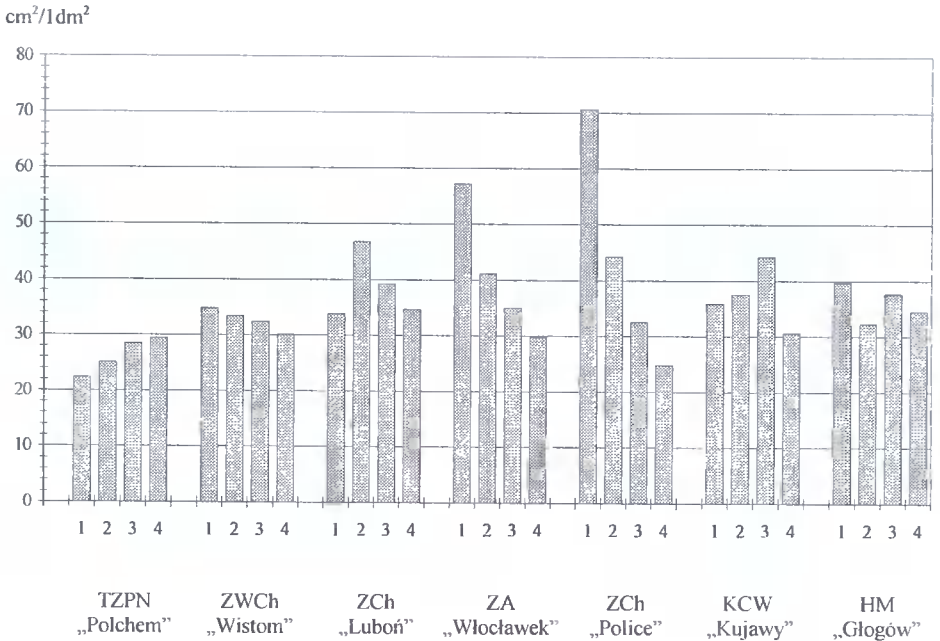
Rys.2. Pionowe rozmieszczenie epifitów na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Fig.2. Vertical distribution of epiphytes on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories



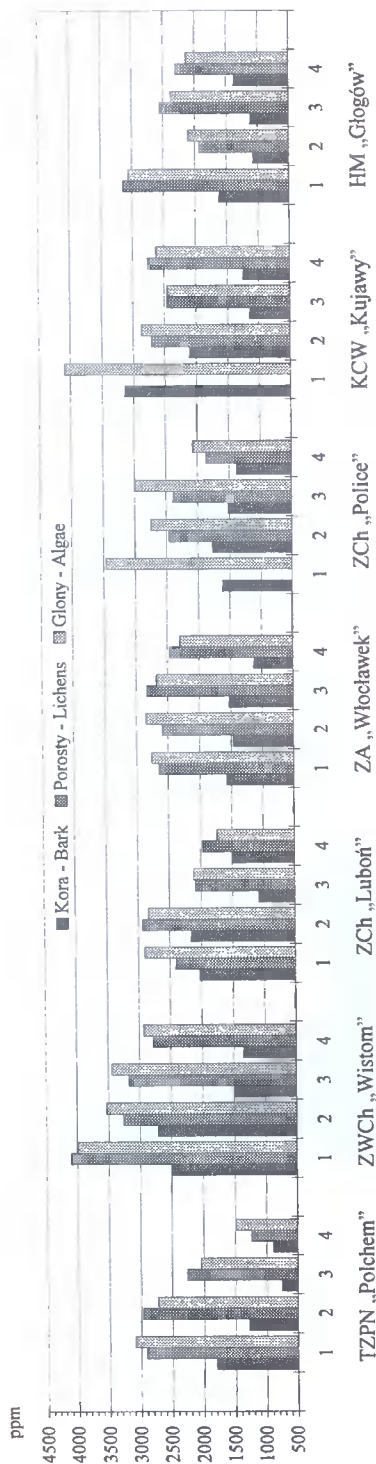
Rys.3. Udział porostów na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Fig.3. Covering of lichens on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories

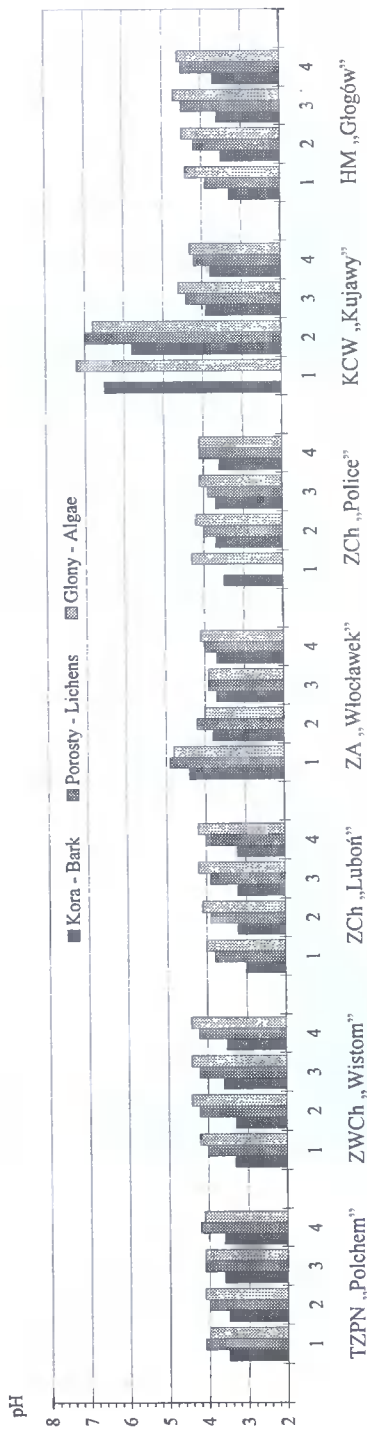


Rys.4. Udział glonów na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

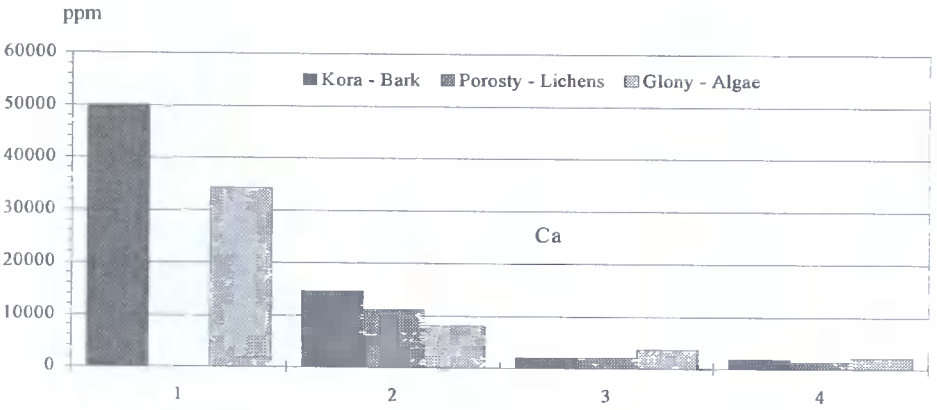
Fig.4. Covering of algae on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories



Rys.5. Zawartość siarki w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1-4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych
Fig.5. Concentration of sulphur in Scots pine bark and epiphytes in the studied plots (1-4) in the region of chosen factories

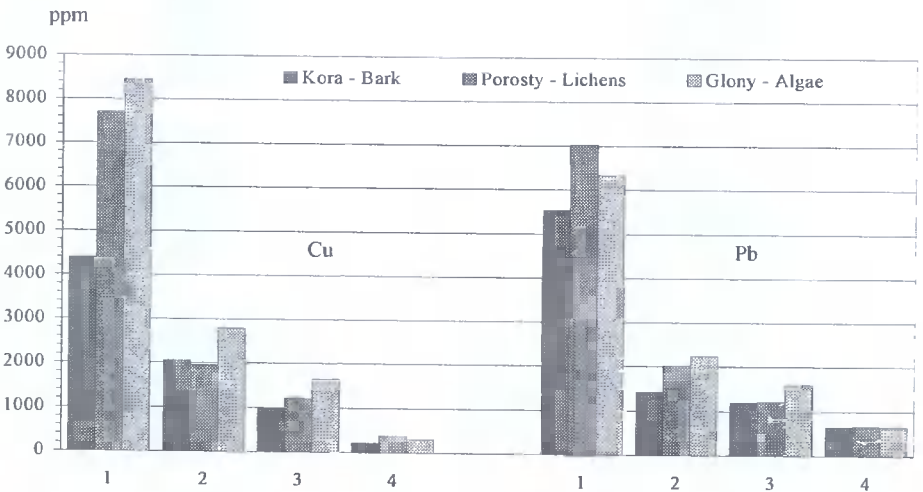


Rys.6. Wartość pH w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1-4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych
Fig.6. The pH of Scots pine bark and epiphytes in the studied plots (1-4) in the region of chosen factories



Rys.7. Zawartość wapnia w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy Kombinatu Cementowo–Wapienniczego „Kujawy”

Fig.7. Concentration of calcium in Scots pine bark and epiphytes in the studied plots (1–4) in the region of „Kujawy” cement and lime factory



Rys.8. Zawartość miedzi i ołowiu w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy Huty Miedzi „Głogów”

Fig.8. Concentration of copper and lead in Scots pine bark and epiphytes in the studied plots (1–4) in the region of „Głogów” copper smelting works

Wraz ze zbliżaniem się do KCW „Kujawy” odnotowano w analizowanych substratach wyraźny wzrost zawartości wapnia, a zbliżając się do HM „Głogów” stwierdzono zwiększanie się w nich znacznie koncentracji miedzi i ołowiu (rys.7,8). W pobliżu KCW „Kujawy” na powierzchni 1 koncentracja wapnia w korze sosny była ponad 26-krotnie wyższa, a w glonach ponad 15-krotnie wyższa w porównaniu z powierzchnią kontrolną (rys.7). Natomiast w pobliżu HM „Głogów” na powierzchni 1 w korze, glonach i porostach stwierdzono 20-krotnie więcej miedzi i około 10-krotnie więcej ołowiu w porównaniu z powierzchnią kontrolną (rys.8).

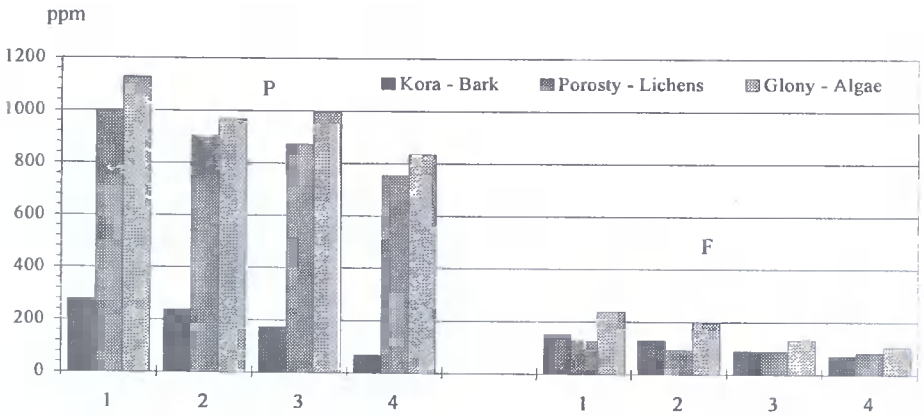
Wraz ze zbliżaniem się do ZCh „Luboń” w korze sosny i epifitach wzrastała zawartość fosforu i fluoru (rys.9). Natomiast wraz ze zbliżaniem się do zakładów produkujących nawozy azotowe (ZA „Włocławek” i ZCh „Police”) w badanych substratach wzrastała zawartość mineralnych form azotu, szczególnie azotu amonowego (rys.10). W pobliżu ZA „Włocławek” na powierzchni 1 koncentracja azotu amonowego w korze i porostach była kilkunastokrotnie wyższa, a w glonach nawet 35-krotnie wyższa w porównaniu z powierzchnią kontrolną. W okolicy tego zakładu stężenie chlorku winylu w korze sosny osiągało nieznaczne wartości (0,05–0,09 mg/100 g), natomiast większe stężenie tego związku stwierdzono w glonach i porostach na powierzchni 1 (odpowiednio 3,71 mg/100 g i 1,06 mg/100 g).

Ogólnie można stwierdzić, że zanieczyszczenia emitowane przez poszczególne zakłady przemysłowe spowodowały największe skażenie środowiska przyrodniczego w najbliższej okolicy źródła emisji, co było w znacznym stopniu wynikiem nieorganizowanych emisji oraz niskich kominów.

5.3. Analiza występowania roztoczy na strzałach sosny

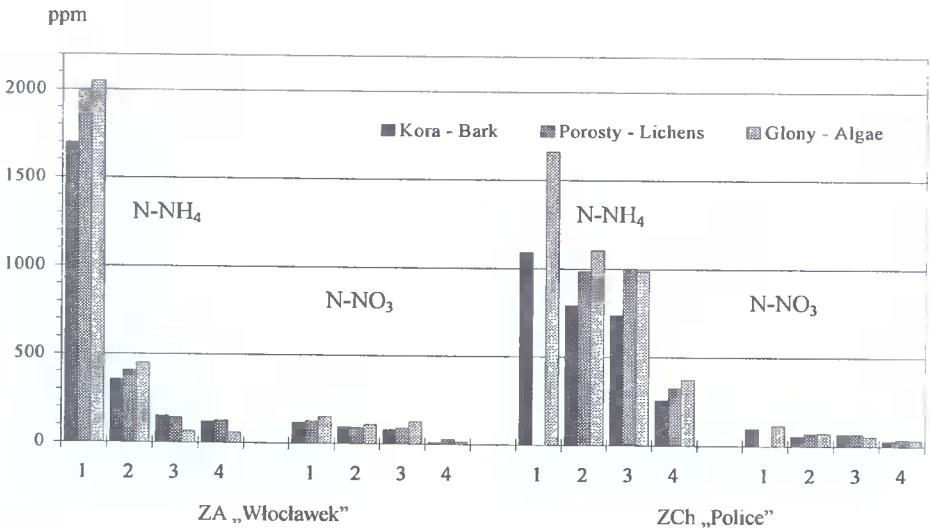
5.3.1. Analiza liczebności roztoczy

Roztocze w badanym materiale reprezentowane były przez 5 grup, wśród których dominowały Oribatida (rys.11). Licznie reprezentowane były również Actinedida, znacznie mniejszy udział miały Gamasida, natomiast Acaridida i Tarsonemida występowały sporadycznie. Liczebność ogólna roztoczy, jak i każdej z wymienionych grup była wiosną i jesienią podobna.



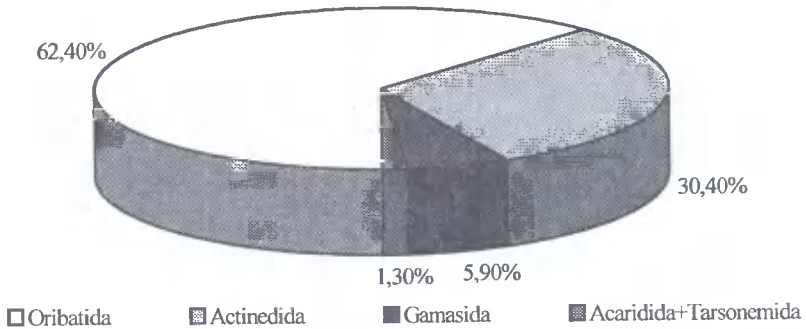
Rys.9. Zawartość fosforu i fluorku w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy Zakładów Chemicznych „Luboń”

Fig.9. Concentration of phosphorus and fluorine in Scots pine bark and epiphytes in the studied plots (1–4) in the region of „Luboń” chemical factory



Rys.10. Zawartość mineralnych form azotu w korze sosny i epifitach na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy Zakładów Azotowych „Włocławek” i Zakładów Chemicznych „Police”

Fig.10. Concentration of mineral forms of nitrogen in Scots pine bark and epiphytes on the studied plots (1–4) in the region of „Włocławek” nitrogen factory and „Police” chemical factory



Rys.11. Procentowy udział liczebny grup roztoczy w badanym materiale
 Fig.11. Participation of groups of mites in the investigated samples

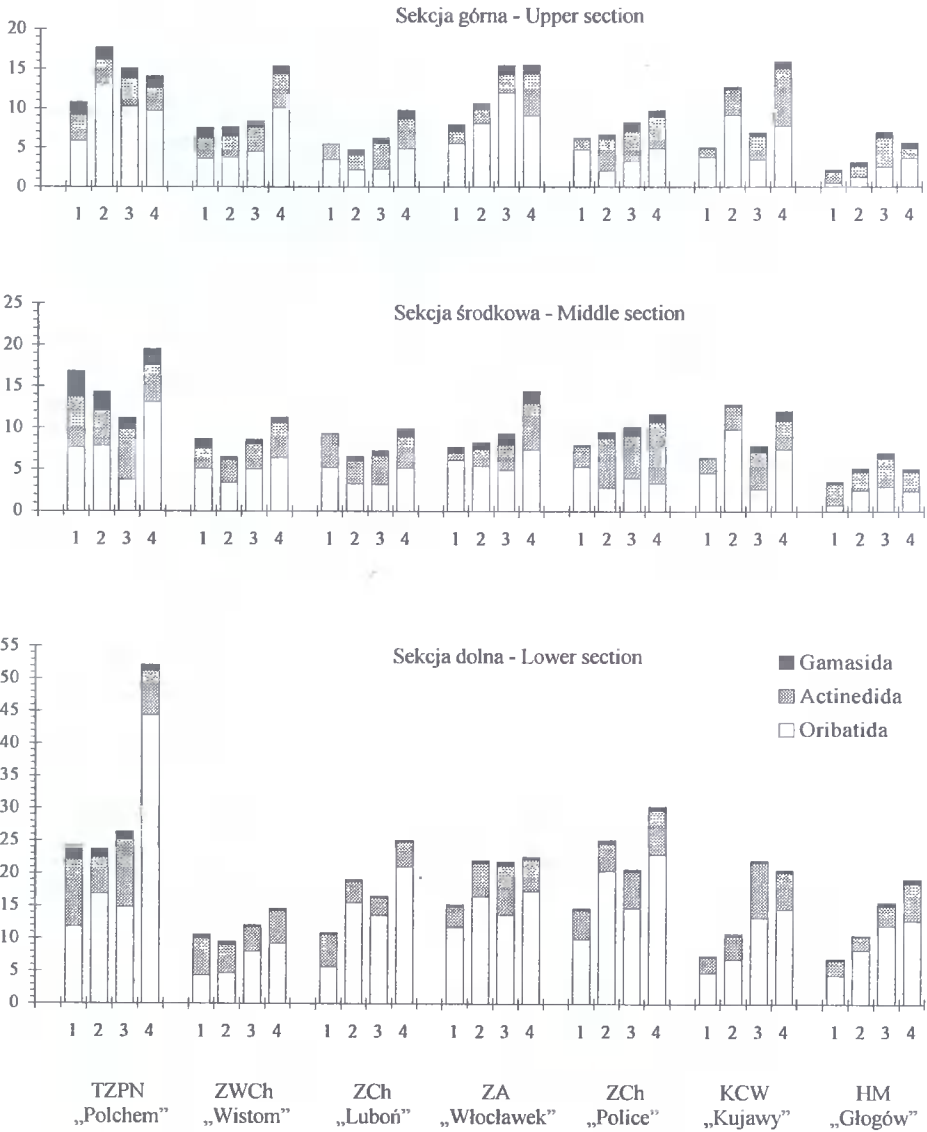
Roztocze osiągały największe zagęszczenie w odziomkowych sekcjach strzał, a w sekcjach wyższych było ich mniej (rys.12). Na taki obraz rozmieszczenia roztoczy główny wpływ miały Oribatida.

W okolicy zakładów przemysłowych największą liczebność ogólną roztoczy odnotowywano zawsze na powierzchni kontrolnej, natomiast najmniejszą prawie zawsze na powierzchni 1 leżącej najbliżej emitora (tab.3). Największy spadek liczebności roztoczy odnotowano w pobliżu KCW „Kujawy” i HM „Głogów”. Na powierzchniach leżących najbliżej tych zakładów stwierdzono znacznie poniżej 50% stanu liczebnego roztoczy z powierzchni kontrolnych. Różnice w średniej liczebności Acari pomiędzy powierzchniami 1 a powierzchniami kontrolnymi w obrębie każdego emitora były istotne statystycznie. Na powierzchniach 2 i 3, bardziej oddalonych od źródła emisji, liczebność ogólna roztoczy w okolicy większości rozpatrywanych emitorów także różniła się istotnie statystycznie od liczebności na powierzchniach kontrolnych.

Na taki obraz zagęszczenia roztoczy główny wpływ miały Oribatida, które w okolicy każdego z zakładów występowały najliczniej na powierzchni kontrolnej. Najmniejsze zagęszczenie tych roztoczy odnotowano najbliżej HM „Głogów”, gdzie ich liczebność spadła do 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej. W okolicy pozostałych emitorów różnice w zagęszczeniu mechowców między powierzchnią 1 a kontrolną były nieco mniejsze, lecz w każdym przypadku istotne statystycznie.

Actinedida w okolicy większości zakładów także były liczniej reprezentowane na powierzchniach kontrolnych w porównaniu z powierzchniami leżącymi bliżej zakładów, z wyjątkiem HM „Głogów” i TZPN „Polchem”, gdzie największą ich liczebność odnotowano na powierzchniach 3 leżących bliżej zakładów. Na powierzchni 1 w pobliżu KCW „Kujawy” i ZA „Włocławek” roztocze te stanowiły około 1/3, a w pobliżu ZCh „Police” około 1/2 stanu liczebności z powierzchni kontrolnej, a różnice między tymi skrajnymi powierzchniami były istotne statystycznie.

Osobn./1dm²
Indiv./1dm²



Rys.12. Pionowe rozmieszczenie wybranych grup roztoczy na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Fig.12. Vertical distribution of some groups of mites on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories

Tabela 3. Liczebność roztoczy na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych (osobn./1dm²)

Table 3. Abundance of mites on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories (individ./1dm²)

Zakład i powierzchnia Factory and plot		Grupa roztoczy Group of mites				Acari
		Oribatida	Actinedida	Gamasida	Inne–Others	
TZPN „Polchem”	1	8,41*	6,56	2,33	0,26	17,56*
	2	12,62*	4,23	1,71	0,23	18,79*
	3	9,62*	6,62	1,28	0,58	18,10*
	4	22,37	4,75	1,46	0,34	28,92
ZWCh „Wistom”	1	4,34*	3,55	1,04	0,07	9,00*
	2	3,96*	3,23	0,70	0,07	7,96*
	3	5,85*	3,29	0,54	0,10	9,78*
	4	8,54	4,49	0,68	0,17	13,88
ZCh „Luboń”	1	4,82*	3,65	0,09*	0,04	8,60*
	2	6,98*	2,60*	0,53	0,12	10,23*
	3	6,36*	3,12	0,52	0,22	10,22*
	4	10,32	3,79	0,82	0,13	15,06
ZA „Wrocławek”	1	7,79*	1,83*	0,66	0,07	10,35*
	2	9,97	2,99*	0,65	0,10	13,71*
	3	10,19	4,30	1,04	0,09	15,62
	4	11,23	5,26	1,02	0,29	17,80
ZCh „Police”	1	6,66*	2,74*	0,22*	0,01	9,63*
	2	8,43	4,68	0,66	0,08	13,85
	3	7,32	4,80	0,88	0,16	13,16
	4	10,39	6,02	0,80	0,23	17,44
KCW „Kujawy”	1	4,39*	1,76*	0,09*	0,06	6,30*
	2	8,59	3,22*	0,28*	0,06	12,15*
	3	6,44*	5,31	0,48*	0,13	12,36*
	4	9,87	5,46	0,82	0,29	16,44
HM „Głogów”	1	1,89*	2,07	0,30	0,12	4,38*
	2	4,02*	1,88	0,38	0,11	6,39*
	3	5,82	3,56	0,64	0,08	10,10
	4	6,26	3,10	0,59	0,28	10,23

* poziom istotności – significance level – p = 0,05

Największe zagęszczenie Gamasida w okolicy KCW „Kujawy” i ZCh „Luboń” odnotowano na powierzchniach kontrolnych, a w okolicy HM „Głogów”, ZA „Włocławek” i ZCh „Police” na powierzchniach 3. Natomiast przy zakładach emitujących w dużym udziale związku siarki (TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom”) Gamasida osiągnęły największe zagęszczenie na powierzchniach 1, leżących najbliżej emitora. W okolicy ZCh „Luboń”, ZCh „Police” i KCW „Kujawy” różnice w średniej liczebności tych roztoczy między powierzchnią 1 a powierzchnią kontrolną były istotne statystycznie. Ogólnie można stwierdzić, że wraz ze zbliżaniem się do źródła zanieczyszczeń liczebność roztoczy malała, co było najbardziej widoczne na przykładzie Oribatida.

5.3.2. Analiza zgrupowań Oribatida

5.3.2.1. Skład gatunkowy i charakterystyka zgrupowań Oribatida

W zebranych materiale stwierdzono łącznie 61 taksonów mechowców (tab.4). Najwięcej taksonów (57) odnotowano w dolnych sekcjach strzał, a w sekcji środkowej i górnej drzew było ich mniej – odpowiednio 40 i 36. Wraz z oddalaniem się od emitora zanieczyszczeń liczba gatunków na ogół wzrastała. Najmniej gatunków (6) odnotowano na powierzchni 1, leżącej w pobliżu HM „Głogów”, a najwięcej (29) było na powierzchniach kontrolnych w okolicy tej huty oraz ZCh „Luboń”.

Najniższą średnią liczbę gatunków Oribatida na strzale sosny w okolicy każdego z emitatorów stwierdzono na powierzchniach leżących w pobliżu zakładów, a ich liczba na ogół wzrastała w miarę oddalania się od źródła zanieczyszczeń (tab.5). W obrębie każdego emitatora różnice między średnią liczbą gatunków na powierzchni 1 a powierzchnią kontrolną były istotne statystycznie.

Rozpatrując wskaźnik różnorodności gatunkowej H można stwierdzić, że w okolicy każdego emitatora najniższą różnorodność gatunkową odnotowywano na powierzchniach silniej skażonych (tab.6). Najbardziej uwidoczniło się to w okolicy ZCh „Luboń”, HM „Głogów” i KCW „Kujawy”, gdzie na najsilniej skażonych powierzchniach 1 stwierdzono wartość wskaźnika H o około połowę niższą w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi. Wskaźnik równomierności e na powierzchniach silniej skażonych osiągał na ogół również niższe wartości w porównaniu z powierzchniami mniej skażonymi.

Tabela 4 cd.

Table 4 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>Licnermaeus lichenophorus</i> (Michael)						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Liebstadia humerata</i> Sellnick		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>L. similis</i> (Michael)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Liocithonius</i> sp.				*																									
<i>Liodes theleproctus</i> (Hermann)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Metabelba pulverulenta</i> C.L.Koch				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Microrhiza minima</i> (Berlese)				⊕	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
<i>Nothrus silvestris</i> Nicolet												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Odontocopeus elongatus</i> (Michael)													*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Opella neerlandica</i> (Oudemans)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>O. minus</i> (Paoli)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>O. nova</i> (Oudemans)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>O. ornata</i> (Oudemans)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>O. subpectinata</i> (Oudemans)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oribateia reticulata</i> Berlese				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oribateia</i> sp.				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pergalumna nervosa</i> (Berlese)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Phauloppia lucorum</i> (C.L.Koch)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Phthiracarus borealis</i> Trägårdh				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Puncoriobates punctum</i> (C.L.Koch)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Quadrroppia quadricarinata</i> (Michael)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scapheremaeus</i> sp.				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scheloribates laevigatus</i> (C.L.Koch)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>S. latipes</i> (C.L.Koch)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scheloribatidae</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scutovertex</i> sp.				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Suctobelba</i> sp.				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann)				∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)				x	x	∅	∅	∅	∅	x	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	x	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Liczba gatunków - Number of species	17	18	18	27	20	20	26	26	14	19	29	29	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

osobn./1dm² - indiv./1dm²: (*) - < 0,10; (x) - 0,10-0,50; (O) - 0,51-1,00; (∅) - 1,01-2,00; (⊕) - 2,01-3,00; (⊗) - > 3,00

Tabela 5. Średnia liczba gatunków Oribatida na strzale sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 5. Average number of oribatid species on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories

Zakład – Factory	Powierzchnia – Plot			
	1	2	3	4
TZPN „Polchem”	4,63*	5,00*	5,30*	9,13
ZWCh „Wistom”	4,03*	3,83*	6,20	6,18
ZCh „Luboń”	2,20*	4,93*	6,13	6,13
ZA „Włocławek”	4,28*	6,63	5,83*	7,05
ZCh „Police”	4,25*	4,78	4,63	5,43
KCW „Kujawy”	2,70*	4,30*	4,30*	7,28
HM „Głogów”	1,38*	3,63*	5,30*	6,43

* poziom istotności – significance level – $p = 0,05$

Tabela 6. Wskaźnik różnorodności gatunkowej (H) i równomierności (e) Oribatida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 6. Species diversity (H) and evenness (e) indices of Oribatida on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories

Zakład – Factory	Wskaźnik – Index							
	H				e			
	Powierzchnia – Plot							
	1	2	3	4	1	2	3	4
TZPN „Polchem”	1,74	1,57	1,93	2,26	0,61	0,54	0,67	0,68
ZWCh „Wistom”	2,06	1,99	2,44	2,15	0,69	0,67	0,75	0,66
ZCh „Luboń”	0,78	1,74	2,31	1,79	0,30	0,59	0,69	0,60
ZA „Włocławek”	1,43	2,15	2,02	2,26	0,54	0,71	0,66	0,69
ZCh „Police”	1,80	1,58	2,06	1,65	0,66	0,49	0,65	0,52
KCW „Kujawy”	1,04	1,33	1,66	2,28	0,45	0,45	0,57	0,69
HM „Głogów”	0,91	2,07	2,25	2,57	0,51	0,72	0,72	0,76

5.3.2.2. Struktura dominacji Oribatida

Spośród 28 powierzchni badawczych, aż na 10 odnotowano superdominanta (tab.7). W tej klasie dominacji kilka razy wystąpiła *Zygoribatula exilis* oraz *Trichoribates trimaculatus*, a sporadycznie pojawiały się w niej *Cultrolibula juncta*, *Eremaeus oblongus* i *Micreremus brevipes*. Należy podkreślić fakt, że superdominanty odnotowywano głównie na powierzchniach zlokalizowanych bliżej zakładów przemysłowych. Powyższe gatunki na ogół częściej były obecne w klasie eudominantów, w której wystąpiły również *Carabodes labyrinthicus*, *Chamobates schuetzi* i *Diapterobates humeralis*. W klasie dominantów i subdominantów było więcej taksonów, gdyż pojawiały się wśród nich gatunki reprezentowane licznie w glebie. Najwięcej taksonów Oribatida odnotowano wśród subprecedentów, co było wynikiem obecności wielu gatunków roztoczy glebowych (tab.4), występujących na dolnych odcinkach strzał.

Na szczególną uwagę zasługują dwa mechowce, *Carabodes labyrinthicus* i *Trichoribates trimaculatus*. Ten pierwszy gatunek na powierzchniach kontrolnych zajmował znaczące miejsce w hierarchii dominacji Oribatida, najczęściej obok takich gatunków, jak: *Zygoribatula exilis*, *Micreremus brevipes* i *Diapterobates humeralis*, natomiast w pobliżu zakładów przemysłowych zajmował najniższe klasy dominacji lub w ogóle nie występował. W pobliżu źródeł emisji, z wyjątkiem HM „Głogów”, często niepodzielnie dominował *Trichoribates trimaculatus*, który na powierzchniach kontrolnych nie zajmował znaczącej pozycji w hierarchii dominacji Oribatida.

5.3.2.3. Analiza wybranych gatunków Oribatida

5.3.2.3.1. *Carabodes labyrinthicus* (Michael)

Jest to gatunek leśny [160, 165], zaliczany do roztoczy nadrzewnych [99, 172, 173, 179, 224]. Na starszych sosnach, a zwłaszcza świerkach i dębach w okolicy Poznania, uzyskiwał większe zagęszczenie w wyższych partiach drzew [99, 152]. Natomiast w młodnikach iglastych był najliczniejszy w dolnych sekcjach strzał, a największe zagęszczenie osiągnął na świerkach [172, 173]. W okolicy Włocławka, w borze świeżym mało skażonym przez zakłady azotowe, *C. labyrinthicus* wystąpił licznie na pniach brzozy, dębu i sosny oraz na pędach jałowca i czeremchy, a wraz ze wzrostem skażenia środowiska nadrzewnego jego liczebność zdecydowanie malała [22, 23]. Gatunek ten dominował na pniach dębów rosnących przy autostradzie i na pniach lip w Berlinie, a w miejscach, gdzie stężenie tlenków azotu i dwutlenku siarki w powietrzu było wyższe, występował mniej licznie [162, 224]. Jego dominację odnotowano również na strzałach sosny w lesie iglastym na Litwie [43]. Występował także w żerowiskach korników [102], gniazdach ptaków śpiewających [77, 177] oraz w porostach i mchach porastających skały i kamienie [155, 220, 231].

Tabela 7. Pozycja w strukturze dominacji wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1-4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 7. Position of some species in the dominance structure of Oribatida on Scots pine trees in the studied plots (1-4) in the region of chosen factories

Gatunek Species	Zakład - Factory																											
	TZPN „Polchem”				ZWCh „Wistom”				ZCh „Luboń”				ZA „Włocławek”				ZCh „Police”				KCW „Kujawy”				HM „Głogów”			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<i>Carabodes labyrinthicus</i>	e	d	e	d	e	c	c	c	d	c	d	c	d	f	b	c	b	d	b	b	b	f	f	d	d			
<i>Chamobates schuetzi</i>	e	b	e	e	f	e	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f				
<i>Cultrolibula juncta</i>	d	e	e	e	e	e	d	e	e	e	d	f	f	f	e	e	e	e	e	e	f	f	e	d				
<i>Cymbaeremaeus cymba</i>	f	f	e	c	c	c	d	e	e	e	e	e	e	e	e	e	f	e	f	f	e	e	d	e				
<i>Damaeus</i> spp.	f	e	e	f	e	d	f	f	d	d	f	f	f	d	c	d	c	d	c	d	e	d	c	c				
<i>Diapterobates humeralis</i>	d	e	c	c	d	f	b	b	f	f	f	f	e	f	d	e	f	f	f	f	f	f	d	e				
<i>Eporibatula rauschenensis</i>	f	f	f	f	f	f	f	f	f	c	d	c	f	f	e	f	f	e	f	f	f	f	e	e				
<i>Eremaeus oblongus</i>	f	d	e	f	d	d	e	e	a	b	c	c	d	c	c	c	f	e	b	d	f	e	d	f				
<i>Micreremus brevipes</i>	b	a	b	d	c	b	d	c	e	e	e	c	d	c	b	c	b	e	e	c	f	d	c	c				
<i>Tectocephus velatus</i>	f	e	c	e	f	f	f	d	d	e	e	e	f	f	f	f	f	d	e	f	f	f	f	e				
<i>Trichoribatates trimaculatus</i>	b	b	c	d	b	e	e	d	a	f	f	f	a	d	c	f	b	f	f	f	b	a	e	e				
<i>Zygoribatula exilis</i>	e	e	d	c	b	b	c	c	d	c	b	b	b	c	b	c	e	a	c	a	a	c	a	b				

a - superdominanty (D>40,0);
 b - eudominantny (20,0<D≤40,0);
 c - dominanty (10,0<D≤20,0);
 d - subdominantny (5,0<D≤10,0);
 e - recedenty (1,0<D≤5,0);
 f - subprecedenty (D≤1,0)

W lesie *C. labyrinthicus* znajdowano również w mrowiskach [98, 167, 227], na butwiejących pniach, w płatach mchów i porostów w ściółce oraz w próbach glebowych najczęściej pobieranych wraz ze ściółką [10, 40, 43, 45, 95, 107, 108, 152, 155, 157, 174, 186, 188, 196–199, 202, 214, 230, 233]. Sporadycznie odnotowywano go w glebie łąkowej, zadrzewieniach śródpolnych oraz w płatach słonorośli [180, 187, 194, 195, 201]. Mechowiec ten powszechnie występuje na drzewach i krzewach obficie porośniętych porostami, w borach mało skażonych.

Na powierzchniach badawczych *C. labyrinthicus* wystąpił najliczniej w dolnej sekcji strzał (około 60% populacji tego gatunku), a wraz ze wzrostem wysokości jego zagęszczenie malało (tab.8, rys.13). Wiosną i jesienią osiągał zbliżoną liczebność (rys.14). Reprezentowany był głównie przez osobniki dorosłe (tab.9); na żadnej z powierzchni badawczych osobniki młodociane nie przekroczyły 35% ogółu liczebności tego gatunku. *Carabodes labyrinthicus* osiągał na ogół największe zagęszczenie i stałość występowania na powierzchniach kontrolnych, uzyskując tam zawsze znaczące miejsce w hierarchii dominacji Oribatida (tab.10). Omawiany gatunek reagował zdecydowanie negatywnie na zanieczyszczenia przemysłowe. W najbliższej okolicy TZPN „Polchem”, ZWCh „Wistom” i ZA „Włocławek” występował sporadycznie, a przy pozostałych emitorach w ogóle go nie stwierdzono. Różnice w liczebności tego gatunku między powierzchniami kontrolnymi a powierzchniami leżącymi w pobliżu poszczególnych emitorów były najczęściej istotne statystycznie. W glebie młodników był mało liczny, a na powierzchniach najbardziej skażonych najczęściej nie występował [52, 109–114, 182–184].

5.3.2.3.2. *Cultroribula juncta* (Michael)

Gatunek ten był rzadko odnotowywany. W okolicy Poznania wystąpił na strzałach starszych świerków na wysokości 0,5–2 m i 8 m od podłoża [99, 152], a także na młodszych świerkach [172]. Natomiast w okolicy Włocławka jego obecność stwierdzono na pniach drzew liściastych (brzozy, dębu) i na pędach czeremchy [22, 23]. W środowisku glebowym odnotowywany był sporadycznie [10, 154, 186, 187]. Wszędzie występował nielicznie.

W młodnikach sosnowych *C. juncta* osiągała największe zagęszczenie w dolnej sekcji strzał (66% ogółu populacji tego mechowca), często występowała również w sekcji środkowej, a rzadziej zasiedlała wyższą sekcję (tab.8, rys.13). Osobniki tego gatunku w analizowanych sezonach osiągały zbliżone zagęszczenie (rys.14). Na powierzchniach badawczych stadia młodociane stanowiły najczęściej kilka procent ogółu populacji tego gatunku, a na wielu z nich wystąpiły wyłącznie osobniki dorosłe (tab.9). Gatunek ten osiągnął największe zagęszczenie i stałość występowania na powierzchni najsilniej skażonej przez HM „Głógów”, gdzie niepodzielnie dominował na całej wysokości strzał i stanowił 2/3 ogółu mechowców (tab.10).

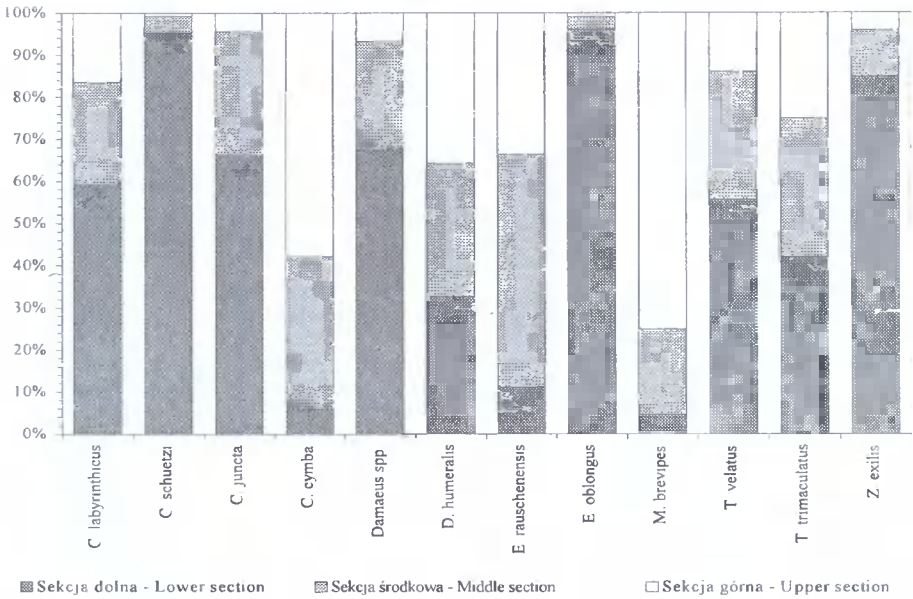
Tabela 8. Rozmieszczenie wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny w sekcji dolnej (a), środkowej (b) i górnej (c) na powierzchniach badawczych (1-4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych (osobn./1dm²)

Table 8. Distribution of some oribatid species on the lower (a), middle (b) and upper (c) section of Scots pine trees in the studied plots (1-4) in the region of chosen factories (individ./1dm²)

Gatunek Species	Zakład – Factory																							
	TZPN „Polchem”			ZWCh „Wisłom”			ZCh „Luboit”			ZA „Włocławek”			ZCh „Police”			KCW „Kujawy”			HM „Głogów”					
	Sekcja – Section			Sekcja – Section			Sekcja – Section			Sekcja – Section			Sekcja – Section			Sekcja – Section			Sekcja – Section					
Plot	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
<i>Carabodes</i>	0,48	0,03	0,03	0,20	0,03					0,03														
<i>labyrinthicus</i>	1,48	0,40	0,13	1,70	0,23	0,15	0,63	0,45	0,13	4,25	1,00	0,95	0,68	0,73	0,85	0,10			0,15			0,15		0,03
	0,82			0,85	0,73	0,55	1,48	0,95	0,33	2,15	0,40	0,50	2,15	1,58	1,20	0,03	0,03	0,05	0,58	0,03		0,58	0,03	
	2,53	1,90	0,13	2,40	1,20	0,18	1,08	0,65	0,60	4,40	1,80	1,10	4,23	1,20	1,50	0,73	0,43	0,95	1,00	0,13	0,03	1,00	0,13	0,03
<i>Chamobates</i>	1	0,45	0,03	0,03		0,08		0,03											1,15			1,15		
<i>schuetzi</i>	2			0,18			0,05		0,03										1,30	0,35		1,30	0,35	
	3									0,03			0,08			0,03			0,28			0,28		
	4	18,05	0,43	0,10	0,08		0,10												2,00	0,05		2,00	0,05	
<i>Cultrolibula</i>	1	1,60		0,13	0,05	0,03	0,30	0,03					0,18	0,08	0,03	0,03			2,88	0,70	0,40	2,88	0,70	0,40
<i>juncta</i>	2	0,63	0,03	0,15	0,10		0,58	0,33	0,10	0,28			0,10	0,38		0,05	0,03		1,03	0,65	0,15	1,03	0,65	0,15
	3	0,38		0,50	1,15	0,03	0,88	0,38	0,05	0,05	0,10		0,08	0,33		0,15	0,03		1,48	0,10		1,48	0,10	
	4	1,65	0,56	0,03	0,15	0,25	0,10	0,03		0,13	0,05		0,08	0,23	0,03	0,28	0,23		1,10	0,18	0,05	1,10	0,18	0,05
<i>Cymbaeremaenus</i>	1		0,08	0,03	0,25	0,68	0,98			0,08	0,15	0,38												
<i>cymba</i>	2		0,10	0,05	0,08	0,60	0,78	0,08	0,28	0,28	0,45		0,03	0,08	0,10	0,10	0,30	0,43						
	3			0,03	0,53	0,65	0,05	0,15	0,40	0,18	0,85		0,03	0,08	0,30	0,05	0,13	0,48						
	4	0,08	0,78	0,78	0,03	0,20	0,53	0,03	0,28	0,05	0,10	0,78	0,03	0,03		0,10	0,78	0,70	0,05	0,13	0,10	0,05	0,13	0,10
<i>Damaeus spp.</i>	1												2,20	1,25	0,23									
	2			0,15			0,75	0,18	0,03	0,03			0,98	0,45	0,08	0,23	0,03							
	3			0,78	0,30		0,08	0,03		1,93	0,65	0,18	1,45	0,83	0,50	3,98	1,45	0,45						
	4	0,08		0,03									1,18	0,38										

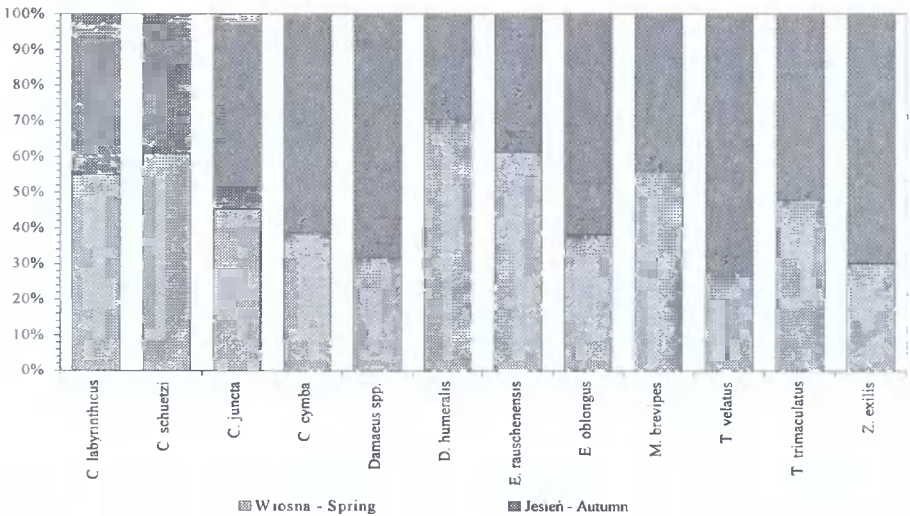
Tabela 8 cd.
Table 8 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<i>Diapterobates humeralis</i>	1	0,85	1,23	0,20	0,60	0,10							0,15	0,18	0,18	0,03						
	2	1,00	0,15	0,23	0,03									0,08								
	3	2,28	0,20	0,75	0,73	1,35	1,88	0,05	0,10	0,10	0,03	0,10	0,03							0,43	0,30	0,40
	4	4,15	3,73	3,08	0,95	1,70	4,20	0,13	0,08	0,08	0,53	0,68	0,93	0,08	0,03	0,03	0,55	1,25	0,88	0,03	0,13	0,28
<i>Eporibatula rauschenensis</i>	1		0,03	0,03		0,03	0,03	0,05			0,10	0,08	0,03	0,03	0,03							
	2				0,03	0,03	0,18	1,75	0,73				0,03			0,05	0,08			0,05	0,08	
	3				0,10	0,08	0,30	0,93	0,33	0,08			0,08	0,23	0,13					0,20	1,63	0,65
	4	0,03	0,05	0,05	0,03		0,78	3,10	2,10	0,18	0,83	0,48			0,10		0,18	0,38		0,48	0,33	
<i>Eremaeus oblongus</i>	1				0,78	0,10				1,75	0,03		0,03			0,05						
	2	1,73	0,50	0,18	1,08	0,03	9,95	0,08	0,03	4,30	0,35	0,08	0,25	0,05	0,03	0,43			1,23			
	3	0,38			0,28		4,63	0,05		3,18	0,08		6,23	0,08	0,03	0,98	0,03		0,20			
	4	0,05			1,13		5,63	0,05		4,78	0,05	0,03	2,10	0,03	0,03	0,20	0,03		3,18	0,15		
<i>Micreremus brevipes</i>	1	0,13	3,13	4,93	0,20	0,80	0,40			0,05	0,28	0,95	0,28	1,38	2,48							
	2	1,55	3,78	12,00	0,08	0,65	2,10	0,03	0,10	0,25	1,25	4,43	0,25	0,20	0,78	0,18	0,50	1,50	0,03	0,05	0,65	
	3	0,63	2,00	8,55	0,03	0,13	0,90	0,03	0,05	0,63	0,20	0,90	6,20	0,05	0,58	0,10	0,38	2,43		0,03	1,00	
	4	0,10	0,38	3,25	0,05	0,85	4,10	0,08	0,15	1,28	0,05	1,03	4,55	0,05	0,58	2,98	0,13	0,70	2,58	0,10	0,33	2,50
<i>Tectocephus velatus</i>	1		0,08	0,08	0,03		0,45	0,23	0,20	0,03	0,05	0,15	0,08	0,10	0,03							
	2	0,28	0,25	0,03	0,03	0,05	0,65	0,38	0,15	0,23	0,03	0,03	1,35	0,38	0,15	0,05			0,13	0,03	0,03	
	3	2,18	0,45	0,63	0,15	0,03	0,45	0,03		0,03	0,05	0,08	0,15	0,20	0,10				0,80	0,18		
	4	0,05	0,73	0,10	0,50	0,85	0,10	0,50	0,10		0,15	0,03	0,15	0,05	0,05	0,03	0,03		0,53	0,05		
<i>Trichoribates trimaculatus</i>	1	6,65	2,20	0,23	1,33	0,95	3,78	4,80	3,35	3,65	5,23	3,83	3,75	1,60	1,58	0,98	1,70	2,10				
	2	8,40	2,45	0,40	0,13	0,03	0,08	0,08	0,08	0,80	0,73	1,08		0,13		3,45	6,77	6,62				
	3	2,83	0,88	0,20	0,10	0,13	0,18	0,03	0,03	1,03	0,80	2,28			0,03	0,20	0,18					
	4	2,35	2,85	1,25	0,20	0,68	0,55	0,03	0,03	0,03	0,05			0,05		0,08	0,20	0,30				
<i>Zygoribatula exilis</i>	1	1,05			0,95	1,68	0,83	0,03	0,05	5,28	0,08	0,05	0,50	0,05	0,08	3,13	2,50	1,30	0,03			
	2	1,15	0,03	0,05	0,83	1,75	3,13	0,05	0,05	3,78	0,20	0,08	15,28	0,28	0,08	1,75	1,50	0,13	2,33	0,88	0,25	
	3	2,23			3,13	0,13	0,05	3,98	0,10	5,83	1,43	1,18	3,30	0,30	0,15	9,03	1,18	0,28	6,00	0,23	0,08	
	4	8,95	0,38	0,05	2,53	0,50	0,38	11,70	0,50	4,25	1,25	0,25	14,25	0,50	0,05	6,80	0,78	0,30	2,48	0,15	0,08	



Rys.13. Pionowe rozmieszczenie wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny

Fig.13. Vertical distribution of some oribatid species on Scots pine trees



Rys.14. Procentowy udział osobników wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny w okresie wiosny i jesieni

Fig.14. Participation of individuals (in %) of some oribatid species on Scots pine trees, in spring and autumn

Tabela 9. Liczebność osobników dorosłych (ad.) i młodocianych (juv.) wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych (osobn./1dm²)

Table 9. Density of adults (ad.) and juveniles (juv.) of some oribatid species on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories (individ./1dm²)

Gatunek Species, Powierzchnia Plot	Zakład – Factory													
	TZPN „Polchem”		ZWCh „Wistom”		ZCh „Luboń”		ZA „Włocławek”		ZCh „Police”		KCW „Kujawy”		HM „Głogów”	
	ad.	juv.	ad.	juv.	ad.	juv.	ad.	juv.	ad.	juv.	ad.	juv.	ad.	juv.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Carabodes</i>	0,15	0,03	0,08				0,01							
<i>labyrinthicus</i>	0,56	0,11	0,55	0,14	0,31	0,09	1,75	0,32	0,53	0,22	0,03		0,04	0,02
	0,27		0,48	0,23	0,75	0,17	0,83	0,19	1,40	0,24	0,04		0,19	0,01
	1,22	0,30	1,12	0,14	0,73	0,05	2,13	0,30	2,00	0,31	0,56	0,14	0,28	0,11
<i>Chamobates</i>	0,15	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01							0,02	0,36
<i>schuetzi</i>			0,06		0,01	0,01					0,01		0,13	0,42
	3,81	2,38			0,01	0,03	0,01		0,03				0,01	0,08
<i>Cultrolibula</i>	0,45	0,08	0,07		0,10	0,01			0,05	0,05	0,01		1,30	0,03
<i>juncta</i>	0,23		0,08		0,32	0,02	0,09		0,15	0,01	0,02	0,01	0,55	0,06
	0,10	0,03	0,45	0,11	0,42	0,02	0,05		0,11	0,03	0,06		0,49	0,04
	0,62	0,13	0,13	0,01	0,04	0,04	0,04	0,02	0,11		0,17		0,43	0,01
<i>Cymbaeremaus</i>	0,03	0,01	0,47	0,17			0,11	0,09						
<i>cymba</i>	0,03	0,02	0,28	0,21	0,08	0,04	0,18	0,06	0,02	0,03	0,11	0,17	0,04	0,05
			0,11	0,29	0,07	0,13	0,15	0,19	0,10	0,04	0,15	0,07	0,04	0,05
	0,21	0,34	0,15	0,10	0,14	0,11	0,20	0,11	0,01		0,17	0,36	0,05	0,04
<i>Damaeus</i> spp.									0,56	0,67				
			0,05		0,11	0,21	0,01		0,14	0,36	0,02	0,07		
			0,21	0,15	0,11	0,03	0,23	0,69	0,42	0,51	0,17	0,35		
	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,23	0,69	0,13	0,39	0,72	1,24		

Tabela 9 cd.
Table 9 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Diapterobates humeralis</i>	1	0,32	0,37	0,29	0,01				0,09	0,08	0,01			
	2	0,17	0,29	0,01			0,12	0,14	0,01	0,02				
	3	0,31	0,77	1,02	0,30	0,01	0,04	0,03	0,05	0,01				
	4	2,11	1,54	1,84	0,44	0,05	0,02	0,63	0,08	0,03	0,02	0,66	0,23	0,30
<i>Eporibatula rauschenensis</i>	1				0,02	0,01	0,06		0,01	0,02				
	2	0,01	0,01	0,01	0,60	0,29	0,01		0,01	0,01	0,03		0,03	0,01
	3			0,05	0,01	0,29	0,23	0,02	0,01	0,02		0,01	0,01	0,50
	4	0,03	0,01	0,01	1,05	0,94	0,37	0,13	0,03	0,03	0,16	0,03	0,15	0,12
<i>Eremaeus oblongus</i>	1	0,02	0,05	0,05	0,24		0,04	0,55	0,01	0,02	0,02			
	2	0,23	0,57	0,06	0,31	0,92	2,43	1,41	0,02	0,09	0,01	0,13	0,13	0,28
	3	0,02	0,11	0,01	0,08	1,19	0,37	0,28	0,44	1,67	0,03	0,30	0,02	0,05
	4	0,02		0,16	0,22	1,01	0,88	0,61	1,01	0,54	0,04	0,04	0,32	0,79
<i>Micreremus brevipes</i>	1	2,27	0,46	0,33	0,14		0,33	0,10	1,08	0,30	0,01			
	2	4,23	1,55	0,82	0,12	0,20	0,03	0,10	0,31	0,10	0,48	0,24	0,10	0,14
	3	2,85	0,88	0,26	0,09	0,19	0,05	1,99	0,44	0,04	0,56	0,41	0,22	0,12
	4	0,78	0,46	1,27	0,40	0,40	0,10	1,53	0,35	1,00	0,20	0,90	0,24	0,73
<i>Tectocephus velatus</i>	1	0,05		0,01		0,29		0,07	0,01	0,05	0,02			
	2	0,18	0,01	0,03		0,39		0,09	0,01	0,54	0,09	0,02	0,06	
	3	1,03	0,06	0,06		0,13	0,03	0,05	0,13	0,02			0,33	
	4	0,26	0,03	0,45	0,03	0,20		0,11	0,03	0,02	0,02		0,19	
<i>Trichoribates trimaculatus</i>	1	1,47	1,56	0,51	0,66	3,03	0,95	1,01	3,23	1,37	0,94	0,70	0,89	
	2	1,51	2,24	0,02	0,03	0,03		0,45	0,42	0,03	0,01	2,61	3,00	0,43
	3	0,58	0,72	0,12	0,02	0,02		0,41	0,96	0,01	0,08	0,05	0,04	
	4	1,04	1,11	0,43	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17	0,29	0,24
<i>Zygoribatula exilis</i>	1	0,25	0,13	0,83	0,22	0,19	0,10	0,82	0,98	0,12	0,09	1,54	0,77	0,01
	2	0,27	0,14	0,99	0,06	0,73	0,35	0,49	0,86	2,07	3,12	0,59	0,53	0,58
	3	0,39	0,35	0,47	0,63	0,81	0,58	1,31	1,50	0,51	0,74	1,33	2,16	1,19
	4	0,90	2,23	0,86	0,28	2,37	1,71	0,58	1,34	1,62	3,31	1,49	1,13	0,43

Tabela 10. Wskaźnik abundancji (A – osobn./ 1dm^2), dominacji (D) i stałości występowania (C) wybranych gatunków Oribatida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 10. Abundance (A – indiv./ 1dm^2), dominance (D) and constancy (C) indices of some oribatid species on Scots pine trees in the studied plots (1–4), in the region of chosen factories

Gatunek Species, Powierzchnia Plot	Zakład – Factory																															
	TZPN „Polchem”				ZWCh „Wistom”				ZCh „Luboń”				ZA „Włocławek”				Zch „Police”				KCW „Kujawy”				HM „Głogów”							
	A	D	C		A	D	C		A	D	C		A	D	C		A	D	C		A	D	C		A	D	C					
1	0,18*	2,1	5,0	0,08*	1,8	4,2		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22										
<i>Carabodes</i>	2	0,67*	5,3	23,3	0,69	17,3	31,7	0,04*	5,7	22,5	2,07	20,7	60,8	0,75*	8,8	42,5	0,03*	<1,0	2,5	0,06*	1,5	4,2										
<i>labyrinthicus</i>	3	0,27*	2,8	20,8	0,71	12,0	34,2	0,92	14,4	46,7	1,02*	10,0	41,7	1,64	22,2	67,5	0,04*	<1,0	3,3	0,20	3,4	10,8										
	4	1,52	6,8	50,8	1,26	14,6	40,8	0,78	7,5	45,8	2,43	21,5	70,0	2,31	22,2	71,7	0,70	6,9	37,5	0,39	6,2	14,2										
<i>Chamobates</i>	1	0,16*	1,9	6,7	0,04	<1,0	1,7	0,01	<1,0	0,8										0,38	20,1	7,5										
<i>schuetzi</i>	2				0,06	1,5	2,5	0,02	<1,0	1,7										0,55	13,7	9,2										
	3							0,01	<1,0	0,8										0,09	1,5	2,5										
	4	6,19	27,7	41,8	0,03	<1,0	1,7	0,03	<1,0	2,5	0,01	<0,1	0,8	0,03	<0,1	1,7				0,68	10,9	15,0										
<i>Cultiroribula</i>	1	0,53	6,3	19,2	0,07	1,6	3,3	0,11	2,3	8,3										0,10	1,5	5,8	0,01*	<1,0	0,8	1,33*	70,4	43,3				
<i>Juncta</i>	2	0,23*	1,8	7,5	0,08	2,0	7,5	0,34*	4,8	21,7	0,09	<1,0	3,3	0,16	1,9	10,8	0,03	<1,0	2,5	0,61	15,2	32,5										
	3	0,13*	1,4	8,3	0,56*	9,5	27,5	0,44*	6,9	20,8	0,05	<1,0	3,3	0,14	1,9	9,2	0,06	<1,0	5,8	0,53	9,1	18,3										
	4	0,75	3,4	28,3	0,14	1,6	8,3	0,04	<1,0	4,2	0,20	<1,0	1,7	0,11	1,1	8,3	0,17	1,7	10,0	0,44	7,0	25,0										
<i>Cymbaeremaeus</i>	1	0,04*	<1,0	2,5	0,64*	14,6	38,3				0,20	2,6	16,7																			
<i>cymba</i>	2	0,05*	<1,0	3,3	0,49	12,3	28,3	0,12*	1,7	10,0	0,24	2,4	14,2	0,05	<1,0	5,0	0,28	3,3	20,0													
	3				0,40	6,8	25,0	0,20	3,1	17,5	0,34	3,3	17,5	0,14*	1,9	10,8	0,22*	3,4	11,7	0,09	1,5	7,5										
	4	0,55	2,5	26,7	0,25	2,9	14,2	0,25	2,4	18,3	0,31	2,7	16,7	0,01	<1,0	0,8	0,53	5,2	30,0	0,09	1,4	7,5										
<i>Damaeus</i> spp.	1				0,05	1,3	2,5							1,23	18,3	25,8				0,09*	1,1	5,8										
	2				0,36*	6,1	17,5	0,32*	5,0	12,5	0,01*	<1,0	0,8	0,93	12,6	25,8	0,52*	8,0	22,5													
	3				0,01	<1,0	0,8	0,04	<1,0	1,7	0,92	8,1	35,0	0,52	5,0	24,2	1,96	19,4	50,0													
	4	0,03	<0,1	2,5	0,01	<1,0	0,8	0,04	<1,0	1,7	0,92	8,1	35,0	0,52	5,0	24,2	1,96	19,4	50,0													

Tabela 10 cd.
Table 10 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<i>Diaperobates humeralis</i>	1	0,69*	8,2	47,5	0,30*	6,8	9,2				0,26*	2,6	17,5	0,17*	2,5	15,8	0,01*	<1,0	0,8				
	2	0,46*	3,6	17,5	0,01*	<1,0	0,8				0,08*	<1,0	7,5	0,01	<1,0	0,8				0,38*	6,5	27,5	
	3	1,08*	11,2	34,2	1,32*	22,4	52,5	0,05	<1,0	5,0	0,08*	6,3	26,7	0,05	<1,0	4,2				0,15	2,4	8,3	
	4	3,65	16,3	83,3	2,28	26,5	59,2	0,07	<1,0	6,7	0,71	6,3	26,7	0,05	<1,0	4,2			8,8	45,8			
<i>Eporibatula rauschenensis</i>	1	0,02	<1,0	1,7	0,01	<1,0	0,8	0,03*	<1,0	2,5	0,06*	<1,0	4,2	0,03	<1,0	2,5			<1,0	2,5	0,04	<1,0	3,3
	2	0,80*	6,3	18,3	0,37	9,3	15,0	3,35*	47,7	38,3	1,58	15,8	39,2	0,11	1,3	7,5	0,14	1,6	7,5	0,41*	10,2	15,0	
	3	0,13	1,4	2,5	0,09	1,5	5,0	1,56	24,3	21,7	1,09	10,7	27,5	2,11*	28,6	23,3	0,33*	5,1	12,5	0,07*	1,2	4,2	
	4	0,02	<1,0	1,7	0,38	4,4	10,8	1,89	18,3	25,8	1,62	14,3	30,0	0,72	6,9	18,3	0,08	<1,0	4,2	1,11	17,7	21,7	
<i>Micreremus brevipes</i>	1	2,73	32,5	56,7	0,47*	10,7	20,8				0,43*	5,5	23,3	1,38	20,6	46,7	0,01*	<1,0	0,8				
	2	5,78*	45,8	75,0	0,94	23,6	28,3	0,23*	3,3	20,0	1,98	19,8	42,5	0,41*	4,8	25,0	0,72	8,4	33,3	0,24*	6,0	6,7	
	3	3,73*	38,8	68,3	0,35*	5,9	20,0	0,24*	3,7	17,5	2,43	23,8	40,0	0,21*	2,8	16,7	0,97	15,0	31,7	0,34*	5,8	15,0	
	4	1,24	5,5	37,5	1,67	19,4	39,2	0,50	4,8	25,8	1,88	16,6	34,2	1,20	11,5	36,7	1,14	11,3	41,7	0,98	15,7	32,5	
<i>Tectocephus velatus</i>	1	0,05	<1,0	3,3	0,01	<1,0	0,8	0,29	6,0	12,5	0,08	1,0	5,8	0,07	1,0	5,8	0,01	<1,0	0,8				
	2	0,19	1,5	13,3	0,03	<1,0	1,7	0,39	5,5	13,3	0,10	<1,0	3,3	0,63*	7,4	16,7	0,02	<1,0	1,7	0,06	1,5	4,2	
	3	1,09	11,3	20,8	0,06	1,0	4,2	0,16	2,5	7,5	0,05	<1,0	5,0	0,15	2,0	10,0			0,33	5,7	15,0		
	4	0,29	1,3	13,3	0,48	5,6	11,7	0,20	1,9	10,0	0,11	<1,0	5,0	0,03	<1,0	2,5	0,02	<1,0	1,7	0,19	3,0	6,7	
<i>Trichoribates trimaculatus</i>	1	3,03	36,1	68,3	1,17*	26,6	57,5	3,98*	82,1	90,0	4,24*	54,2	83,3	2,31*	34,4	65,8	1,59*	36,1	53,3	0,65	16,2	25,0	
	2	3,75	29,7	49,2	0,05*	1,3	5,0	0,03	<1,0	1,7	0,87	8,7	44,2	0,04	<1,0	0,8	5,61*	65,2	70,0	0,65	16,2	25,0	
	3	1,30	13,5	42,5	0,14	2,4	10,8	0,02	<1,0	1,7	1,37*	13,4	49,2	0,01	<1,0	0,8	0,13	2,0	10,8	0,04*	<1,0	2,5	
	4	2,15	9,6	49,2	0,48	5,6	25,0	0,02	<1,0	1,7	0,02	<1,0	0,8	0,01	<1,0	1,7	0,19	1,9	10,8	0,53	8,5	21,7	
<i>Zygoribatula exilis</i>	1	0,38*	4,5	13,3	1,05	23,9	39,2	0,29*	6,0	13,3	1,80	23,0	30,0	0,21*	3,1	11,7	2,31	52,4	56,7	0,03*	1,6	1,7	
	2	0,41*	3,2	10,0	1,05	26,3	32,5	1,08*	15,4	25,0	1,35	13,5	30,8	5,19	61,2	27,5	1,12*	13,0	37,5	1,15	28,7	30,0	
	3	0,74*	7,7	18,3	1,10	18,6	31,7	1,39*	21,7	31,7	2,81	27,5	44,2	1,25*	16,9	26,7	3,49	53,9	45,8	2,10*	36,1	30,0	
	4	3,13	14,0	32,5	1,14	13,2	29,2	4,08	39,4	40,0	1,92	17,0	30,0	4,93	47,3	39,2	2,62	25,9	49,2	0,90	14,4	24,2	

* poziom istotności – significance level – p = 0,05

Wraz z oddalaniem się od huty jego liczebność malała i zdecydowanie zmniejszał się wskaźnik dominacji. *Cultroribula juncta* obecna była prawie na wszystkich pozostałych powierzchniach, ale nigdzie nie osiągnęła tak dużego zagęszczenia i tak wysokich wskaźników dominacji i stałości występowania jak w pobliżu huty. W glebie młodników sosnowych występowała sporadycznie [52, 109–114, 182].

5.3.2.3.3. *Cymbaeremaeus cymba* (Nicolet)

Gatunek ten zaliczany jest do roztoczy nadrzewnych, które najchętniej zasiedlają wierzchołkowe partie drzew [99, 152, 165, 172, 173, 224]. W okolicy Poznania w starodrzewiu dominował w górnych partiach świerka i sosny, a na dębach wystąpił mniej licznie [152]. Na strzale świerka odnotowano jego największe zagęszczenie w sekcji zlokalizowanej 16 m od podłoża [99]. Zasiedlał również młode sosny, modrzewie, jodły i świerki, preferując także ich wyższe partie [96, 97, 172, 173]. Znaczne zagęszczenie mechowiec ten osiągał na pniach dębów przy autostradzie, a jeszcze większe na pniach lip w Berlinie [162, 224]. Drzewa te zasiedlał liczniej w miejscach o niższych stężeniach dwutlenku siarki i tlenków azotu w powietrzu. W starodrzewiu okolic Włocławka występował na pniach brzozy, dębu i sosny w przedziale wysokości od 0,1 do 4,1 m oraz na pędach jałowca i czeremchy, wszędzie w małym zagęszczeniu [22, 23]. Odnotowywano go także w żerowiskach korników [102], gniazdach ptaków śpiewających [177] oraz w porostach i mchach naskalnych [155, 220].

W lesie *C. cymba* znajdowano ponadto w gniazdach mrówek [227], w płatach mchów oraz w próbach glebowych, pobieranych najczęściej wraz ze ściółką [107, 154, 155, 174, 188, 196–199, 230]. Jego obecność w środowisku glebowym wykazywano również na łąkach, w płatach roślinności stepowej, w zbiorowiskach terofitów, zadrzewieniach śródpolnych, w parku oraz uprawie jęczmienia w pobliżu drzew [151, 190, 192, 201, 230]. Jest to typowy gatunek nadrzewny, który w glebie występuje przypadkowo.

Na powierzchniach badawczych mechowiec ten zasiedlał głównie sekcję górną strzał sosny (prawie 60% ogółu populacji tego gatunku), mniej licznie występował w środkowej partii drzew, a w dolnej sekcji pojawiał się sporadycznie (tab.8, rys.13). *Cymbaeremaeus cymba* liczniej występował jesienią aniżeli wiosną i częściej odnotowywano jego osobniki dorosłe niż młodociane (rys.14, tab.9). Gatunek ten na sosnach nie osiągał dużego zagęszczenia oraz wysokich wskaźników dominacji i stałości występowania (tab.10). Na powierzchniach zlokalizowanych najbliżej zakładów przemysłowych najczęściej nie występował bądź był mniej liczny w porównaniu z powierzchniami bardziej oddalonymi od źródła emisji. Jedynie w okolicy ZWCh „Wistom” był najliczniejszy na powierzchni 1, położonej blisko emitora zanieczyszczeń. W glebie badanych młodników występował sporadycznie [52, 109–114].

5.3.2.3.4. *Diapterobates humeralis* (Hermann)

Mechowiec ten zaliczany jest do roztoczy nadrzewnych [172]. W środowisku leśnym rozmnaża się na drzewach, jednak okresowo może migrować do ściółki leśnej [173]. W starodrzewiu w okolicy Włocławka wystąpił mało licznie na brzozie i czeremście [22, 23], natomiast w okolicy Poznania osiągał wysokie zagęszczenie na młodych świerkach, modrzewiach i sosnach, gdzie najczęściej niepodzielnie dominował wśród Oribatida [172, 173]. Znajdowano go również na wielu innych gatunkach drzew, krzewów, na żywopłotach i roślinach zielnych oraz w mchach i porostach [57, 211, 219]. Niekiedy znaczną liczebność osiągał w mchach naskalnych [155], natomiast w żerowiskach korników [102] i gniazdach ptaków [89] występował rzadko.

Gatunek ten znajdowano w glebach leśnych [174, 186, 214], a także w glebie na łąkach, w sadach i pod krzewami karagany [9, 219]. Jak się wydaje, najchętniej jednak zasiedla on młode drzewa iglaste.

Na powierzchniach badawczych znaczne zagęszczenie *D. humeralis* odnotowywano we wszystkich przedziałach wysokościowych strzał sosen (tab.8, rys.13). Zdecydowanie liczniej występował wiosną niż jesienią i w większości reprezentowany był przez osobniki młodociane (rys.14, tab.9). Duże zagęszczenie oraz wysokie wskaźniki stałości występowania i dominacji osiągnął na powierzchniach kontrolnych w okolicy TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom” (tab.10). Na powierzchniach zlokalizowanych bliżej tych zakładów występował mniej licznie w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi, a różnice liczebności były istotne statystycznie. Należy odnotować fakt, że gatunek ten był obecny na wszystkich pozostałych powierzchniach kontrolnych, a znaczną jego liczebność odnotowano w okolicy ZA „Włocławek” i KCW „Kujawy”. W pobliżu pozostałych emitorów *D. humeralis* był mało liczny lub w ogóle nie występował.

W glebie młodników, na najsilniej skażonych powierzchniach, najczęściej nie występował, a w glebach mniej skażonych był nieliczny [52, 109–114]. Liczniej wystąpił jedynie w glebie w okolicy ZWCh „Wistom”, a jego zagęszczenie, podobnie jak na drzewach, wyraźnie malało wraz ze zbliżaniem się do tego zakładu [110]. Bardziej obfite wystąpienie tego gatunku w glebie młodników potwierdza jego możliwości schodzenia z drzew do gleby w okresie jesieni [173].

5.3.2.3.5. *Eporibatula rauschenensis* (Sellnick)

Ten nadrzewny gatunek [172, 179] w okolicy Poznania występował licznie w starodrzewiu w górnych partiach świerka i sosny, a mniej liczny był na dębach [152]. Na świerkach odnotowano jego obecność w środkowych partiach strzał [99]. Występował także w młodnikach na świerkach i modrzewiach oraz w podroście świerka [97, 172]. W okolicy Włocławka był obecny na dolnych odcinkach pni brzozy, dębu i sosny oraz na pędach jałowca i czeremchy, jednak liczniej wystąpił jedynie na sośnie [22, 23]. Na tym ostatnim gatunku drzewa stwierdzono jego obecność także w lasach Litwy [43]. Odnotowywano go rów-

niez w żerowiskach korników [102] i gniazdach ptaków śpiewających [177]. Gatunek ten chętnie zasiedla drzewa w borach, natomiast w glebie występuje sporadycznie [154, 188, 198, 199, 231].

Na powierzchniach badawczych *E. rauschenensis* występowała najobficiej w środkowej partii strzał sosny i niekiedy tam dominowała, znaczny jej udział odnotowano w górnym odcinku drzew, a w sekcji dolnej występowała mało licznie (tab.8, rys.13). Wiosną wystąpiła liczniej aniżeli jesienią i reprezentowana była w większości przez osobniki dorosłe (rys.14, tab.9). Na najbardziej skażonych powierzchniach najczęściej nie występowała bądź była bardzo mało liczna. Na powierzchniach leżących bliżej ZCh „Luboń” i ZA „Włocławek” występowała znacznie mniej obficie w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi, a różnice liczebności były istotne statystycznie (tab.10). W okolicy HM „Głogów” gatunek ten wystąpił najliczniej na powierzchni 3, a znaczny jego udział odnotowano także na powierzchni kontrolnej. W glebie młodników występował sporadycznie [52, 110–114].

5.3.2.3.6. *Eremaeus oblongus* C.L.Koch

Jest to gatunek leśny, który znaczne zagęszczenie uzyskuje w środowisku nadrzewnym, a niekiedy i glebowym [175, 181, 198, 199, 224]. Stąd zaliczony został do gatunków glebowo–nadrzewnych [179]. Na Litwie osiągnął duże zagęszczenie w lesie na pniach drzew liściastych obficie porośniętych mchami i porostami, zasiedlał tam także butwiejące pnie [44, 45]. W okolicy Poznania w starodrzewiu znaczne zagęszczenie osiągnął na dębach w przedziale wysokości 7,5–15 m [152], a na świerkach wystąpił nielicznie tylko na wysokości 0,5 m od podłoża [99]. W tej okolicy występował także w zbiorowisku leśnym *Leucobryo–Pinetum cladonietosum* na młodych sosnach, modrzewiach i świerkach [172]. W Berlinie obecny był w lesie na pniach dębu [162]. W starszym borze sosnowym, mało skażonym przez Zakłady Azotowe „Włocławek”, *E. oblongus* wystąpił najliczniej w dolnych sekcjach pni dębu (0,1–0,2 m), obficie pokrytych mchem; na tej wysokości znaczny jego udział odnotowano również na brzozie, sośnie, jałowcu i czeremście [22, 23]. Wraz ze zbliżaniem się do zakładów występował mniej licznie. Gatunek ten chętnie zasiedla porosty i mchy porastające twarde substraty [40, 146, 213], stąd odnotowywano go również w tych roślinach porastających skały i kamienie [155, 220, 231]. Znajdowano go także w żerowiskach korników [102], znaczne zagęszczenie osiągał w gniazdach ptaków śpiewających [77, 177], często też występował w gniazdach mrówek [98, 100, 101, 167, 227].

Eremaeus oblongus występował w glebie różnowiekowych drzewostanów [107, 108, 154, 174, 186, 188, 196–199, 202, 214, 230], a wyjątkowo wysokie jego zagęszczenie odnotowano w starszym borze sosnowym w okolicy Włocławka, zarówno w próbach glebowych pobranych z runem mszystym, jak i bez runa [107, 108, 198, 199]. Znajdowano go również w glebie łąkowej i w płatach roślinności stepowej, lecz nie występował tam licznie [200, 201, 230]. Jest to

gatunek, który w borach najchętniej jednak zasiedla odziomkowe partie drzew, obficie porośnięte mchami i porostami.

Na powierzchniach badawczych gatunek ten zasiedlał głównie dolną sekcję strzał sosny, a niekiedy zdecydowanie tam dominował, natomiast w sekcjach położonych wyżej występował sporadycznie (tab.8, rys.13). Jego populacja jesienią była liczniej reprezentowana w porównaniu z wiosną i w zdecydowanej większości były to osobniki młodociane (rys.14, tab.9). *Eremaeus oblongus* wystąpił licznie na powierzchniach badawczych w okolicy ZCh „Luboń” i ZA „Włocławek”, z wyjątkiem powierzchni I (tab.10). Na pozostałych powierzchniach, leżących najbliżej źródła emisji, gatunek ten był mało liczny, a niekiedy w ogóle nie występował. W glebie młodników sosnowych na wielu powierzchniach badawczych w ogóle nie występował, a na pozostałych jego udział w zgrupowaniu Oribatida nie przekraczał 5% [52, 53, 109–114, 182].

5.3.2.3.7. *Micreremus brevipes* (Michael)

Mechowiec ten zaliczany jest do roztoczy nadrzewnych, zasiedlających wyższe partie drzew [99, 152, 165, 172, 173, 179, 224]. W okolicy Poznania *M. brevipes* licznie zasiedlał wyższe partie starszych sosen, świerków i dębów [99, 152] oraz młodszych sosen, świerków i modrzewi [96, 97, 172, 173]. W Berlinie znaczne zagęszczenie osiągnął na pniach jabłoni, a mniej liczny był na lipach [94, 224]. W okolicy Włocławka rzadko występował na dolnych odciinkach pni brzozy, dębu i sosny, a częściej był obecny na pędach głównych jałowca i czeremchy [22, 23]. Występowanie tego gatunku na drzewach liściastych (dębie, olsze) odnotowywali również inni autorzy [211, 226]. Znajdowano go także w żerowiskach korników [102], gniazdach ptaków śpiewających [177] oraz w mchach i porostach naskalnych [155, 220].

W lesie *M. brevipes* znajdowano także w mrowiskach [227], w płatach mszystych oraz w próbach glebowych pobieranych najczęściej z warstwą ściółki [107, 108, 157, 174, 186, 196–199, 202, 214, 230]. W środowisku glebowym obecny był również w zadrzewieniach śródpolnych i w pobliskim polu uprawnym, w zbiorowiskach terofitów, płatach słonorośli, na łące oraz w parku w warstwie ściółki [151, 153, 176, 190, 192, 194, 195, 201]. Jest to typowy gatunek nadrzewny, który w glebie występuje przypadkowo.

Na powierzchniach badawczych *M. brevipes* występował głównie w górnej sekcji strzał sosny (ponad 2/3 ogółu populacji tych roztoczy), w której najczęściej dominował (tab.8, rys.13). Znaczną liczebność osiągał również w sekcji środkowej, a w sekcji dolnej występował raczej sporadycznie. Gatunek ten w obu analizowanych sezonach osiągał zbliżoną liczebność (rys.14). Osobniki dorosłe stanowiły najczęściej od 70% do ponad 80% ogółu populacji tego gatunku (tab.9). Na strzałach sosny *M. brevipes* był licznie reprezentowany i osiągał wysokie wskaźniki stałości występowania oraz dominacji (tab.10). Jedynie na powierzchniach I, leżących w pobliżu ZCh „Luboń” i HM „Głogów”, nie odnotowano go w ogóle, a w pobliżu KCW „Kujawy” wystąpił sporadycznie.

Największe zagęszczenie, stałość występowania i wskaźnik dominacji gatunek ten osiągnął na powierzchni 2 w okolicy TZPN „Polchem”, liczny był również na pozostałych powierzchniach w okolicy tego emitora. W okolicy ZWCh „Wisłom”, ZCh „Luboń”, KCW „Kujawy” i HM „Głogów” gatunek ten był na powierzchniach kontrolnych liczniejszy niż na powierzchniach silnie skażonych, a różnice liczebności były istotne statystycznie. W glebie młodników sosnowych występował na większości powierzchni badawczych, lecz był bardzo mało liczny [52, 109–114, 182–184].

5.3.2.3.8. *Tectocephus velatus* (Michael)

Jest to typowy gatunek glebowy [224], o szerokiej walencji ekologicznej, zasiedlający również drzewa. W okolicy Poznania odnotowano go na strzałach starszych świerków na wysokości 0,5 m i 14 m od podłoża, wystąpił również na strzałach sosny, świerka i modrzewia w młodnikach [99, 172]. W borze sosnowym w okolicy Włocławka występował licznie w dolnych partiach pni dębów, obficie porośniętych mchem, znaczny jego udział odnotowywano również w dolnych partiach brzoź i sosen, a mniejszy na głównych pędach czeremchy i jałowca [22, 23]. Na pniach drzew liściastych stwierdzono go w lesie na Litwie i w Berlinie [44, 162]. Gatunek ten obecny był również w żerowisku korników [102], gniazdach ptaków śpiewających [77, 177] i mrówek [98, 101, 227] oraz w mchach naskalnych [155].

W lesie występował głównie w środowisku związanym z glebą. Znajdowano go w mchach, ściółce, w próbach glebowych pobieranych z warstwą ściółki oraz bez ściółki i często w nich dominował wśród Oribatida [40, 44, 95, 107, 108, 155, 174, 186, 188, 196–199, 202, 214, 230, 233]. Znaczną liczebność osiągał w zadrzewieniach śródpolnych, występował także w pobliskich płatach terofitów i w uprawie rzepaku, jęczmienia oraz lucerny [187, 189–192]. Na terenach trawiastych, głównie na łąkach, często dominował wśród Oribatida zarówno poza zasięgiem oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych, jak i na terenach zdegradowanych przez przemysł [5–7, 9, 42, 176, 180, 189, 200, 201]. Ten eurytopowy gatunek uzyskiwał również wysoki udział wśród mechowców na terenach rekultywowanych, hałdach i na skarpach osadników produktów odpadowych zakładów sodowych [3, 4, 8, 116]. Gatunek ten najliczniej występuje w glebie borów sosnowych, a na drzewach najchętniej zasiedla dolne odcinki pni, obficie porośnięte mchem.

Ponad połowa osobników *T. velatus* wystąpiła w sekcji dolnej strzał sosny, a wraz ze wzrostem wysokości zagęszczenie tego gatunku malało (tab.8, rys.13). Mechowiec ten zdecydowanie liczniej występował jesienią niż wiosną i reprezentowany był głównie przez osobniki dorosłe (rys.14, tab.9). Obecny był prawie na wszystkich powierzchniach badawczych, lecz występował mało licznie (tab.10). Większe zagęszczenie osiągnął jedynie na powierzchni 3 w okolicy TZPN „Polchem”. W glebie młodników sosnowych był obecny na

wszystkich powierzchniach badawczych, a na większości z nich dominował wśród Oribatida [52, 53, 109–115, 182–185].

5.3.2.3.9. *Trichoribates trimaculatus* (C.L.Koch)

Gatunek ten chętnie zasiedla rośliny porastające twarde substraty [40, 213, 220] i zaliczany jest do roztoczy nadrzewnych [99, 172, 173, 179, 224]. W okolicy Poznania w starodrzewiu wystąpił na pniach dębów w przedziale wysokości 7,5–15 m [152], a na świerkach największe zagęszczenie osiągnął na 14 m wysokości [99]. Natomiast w młodnikach zespołu borowego *Leucobryo–Pinetum claudonietosum* znaczne zagęszczenie osiągnął na sosnach, modrzewiach i świerkach [172, 173]. W Berlinie *T. trimaculatus* licznie wystąpił na pniach lip [224], a szczególnie obficie na pniach jabłoni [94], jego wyższe zagęszczenia odnotowywano na ogół w miejscach, gdzie stężenie dwutlenku siarki w powietrzu było mniejsze. Natomiast w starszym borze sosnowym silnie skażonym przez Zakłady Azotowe „Włocławek” obficie zasiedlał pnie brzoź i pędy jałowca [22, 23]. Wystąpił tam również na sosnach, dębach i czeremchach, lecz w mniejszym zagęszczeniu. Obecny był także w żerowiskach korników [102] i gniazdach ptaków śpiewających [177].

W lesie znajdowano go również w mrowiskach [167], w płatach mszystych, w próbach glebowych wraz ze ściółką i bez ściółki [107, 108, 154–156, 174, 186, 188, 196–199, 202, 214]. Występował też w glebie porośniętej wierzbą, karaganą i zaroślami, w zadrzewieniach śródpolnych, słonoroślach, na łące [9, 195, 201, 221] oraz na skarpach osadników produktów odpadowych zakładów sodowych [116] i na terenach rekultywowanych [4]. Mechowiec ten występuje głównie na drzewach, a poza tym środowiskiem nie uzyskuje na ogół większego zagęszczenia.

Trichoribates trimaculatus osiągał znaczne zagęszczenie na całej wysokości badanych strzał sosny (tab.8, rys.13). Wiosną i jesienią uzyskiwał zbliżone zagęszczenie (rys.14). Był licznie reprezentowany przez osobniki dorosłe i młodociane, a na wielu powierzchniach badawczych udział liczebny obu tych stadiów był zbliżony (tab.9). Największe zagęszczenie i stałość występowania uzyskiwał w pobliżu zakładów przemysłowych i najczęściej tam niepodzielnie dominował, z wyjątkiem HM „Głogów”, gdzie w ogóle go nie stwierdzono (tab.10). W pobliżu prawie każdego emitora liczebność tych roztoczy była zdecydowanie wyższa niż na powierzchniach kontrolnych, a różnice liczebności były najczęściej istotne statystycznie. W glebie młodników sosnowych wystąpił mało licznie, a na powierzchniach najsilniej skażonych był prawie zawsze obecny i na ogół liczniejszy niż na powierzchniach mniej skażonych [52, 109–114, 183–185].

5.3.2.3.10. *Zygoribatula exilis* (Nicolet)

Gatunek ten został zaliczony do roztoczy nadrzewnych [179]. Licznie zasiedla mchy i porosty, szczególnie nadrzewne, a niekiedy i naskalne [40, 127, 155, 163, 213, 220, 228, 231]. W okolicy Włocławka, na terenach mniej skażo-



nych przez zakłady azotowe, wysokie zagęszczenie omawianego gatunku stwierdzono w dolnych sekcjach pni starszych dębów (0,1–0,2 m od podłoża) obficie porośniętych mchem. Na tej wysokości znaczny jego udział odnotowano także na sośnie, brzozie, jałowcu i czeremsze, a wzrost stopnia skażenia środowiska nadrzewnego powodował spadek jego liczebności [22, 23]. Natomiast w okolicy Poznania na starszych dębach i świerkach, a także na młodszych sosnach i świerkach występował na ogół mało licznie [152, 172]. Znaczne jego zagęszczenie odnotowano jedynie na strzałach starszych świerków w sekcji 0,5 m od podłoża [99]. Występował również w żerowiskach korników [102] i gniazdach ptaków śpiewających [177].

W lesie *Z. exilis* znajdowano w mrowiskach [167, 227], mchach oraz w próbach glebowych pobranych najczęściej ze ściółką [10, 40, 107, 108, 154, 155, 174, 188, 196, 198, 199, 230]. Gatunek ten odnotowywano także w glebie terenów zadrzewionych, w płatach roślinności stepowej oraz w zbiorowiskach terofitów [3, 192, 230]. W Bukownie k. Olkusza, na nie zalesionych galeno–galmanowych nieużytkach pogórnicych *Z. exilis* dominowała wśród Oribatida, liczna była również na terenach zalesionych [212]. W borach gatunek ten osiąga duże zagęszczenie na odziomkowych odcinkach pni, obficie pokrytych mchami.

W badanym materiale ponad 80% osobników tego gatunku stwierdzono w dolnej sekcji strzał sosny, gdzie najczęściej dominował (tab.8, rys.13). W sekcji środkowej był on mało liczny, a w sekcji górnej występował sporadycznie. Obficie występował jesienią niż wiosną (rys.14). Reprezentowany był licznie zarówno przez stadia młodociane, jak i dorosłe, a na wielu powierzchniach udział liczebny tych stadiów był zbliżony (tab.9). Był jedynym gatunkiem, który wystąpił na wszystkich powierzchniach badawczych, a na wielu z nich osiągał duże zagęszczenie i wysokie wskaźniki dominacji (tab.10). Największą liczebność osiągał najczęściej na powierzchniach bardziej oddalonych od źródła emisji, a najniższą w pobliżu większości zakładów przemysłowych. W okolicy TZPN „Polchem” i ZCh „Luboń” stwierdzono wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji wyraźny spadek liczebności tych roztoczy, a różnice liczebności pomiędzy powierzchnią kontrolną a pozostałymi powierzchniami były istotne statystycznie. Jest interesujące, że na terenie silnie skażonym pyłami zasadotwórczymi przez KCW „Kujawy” gatunek ten osiągnął duże zagęszczenie oraz wysokie wskaźniki dominacji i stałości występowania ($C > 50\%$).

W glebie młodników sosnowych na większości powierzchni badawczych nie występował, a na pozostałych był na ogół mało liczny [52, 109–114, 183, 184]. Znaczne zagęszczenie tego gatunku w glebie odnotowano jedynie na powierzchni 1 w pobliżu ZCh „Luboń” [113].

5.3.2.3.11. Inne Oribatida

Chamobates schuetzi był obecny głównie w dolnej sekcji strzał (tab.8, rys.13). Licznie wystąpił tylko na powierzchni kontrolnej w okolicy TZPN

„Polchem”, osiągając tam duże wskaźniki dominacji i stałości występowania (tab.10). Znaczny jego udział odnotowano ponadto w okolicy HM „Głógów”, natomiast na pozostałych powierzchniach gatunek ten występował sporadycznie lub nie stwierdzono go w ogóle. W okolicy HM „Głógów” był w większości reprezentowany przez osobniki młodociane, natomiast w okolicy TZPN „Polchem” dominowały jego osobniki dorosłe (tab.9). Liczniej występował wiosną niż jesienią (rys.14). W glebie młodników sosnowych obecny był prawie na wszystkich powierzchniach badawczych, a na wielu z nich uzyskiwał wysokie zagęszczenie [52, 109–114].

Roztocze z rodzaju *Damaeus* zasiedlały najczęściej dolną sekcję strzał, gdzie stanowiły około 2/3 ogółu populacji tych roztoczy (tab.8, rys.13). Znaczny ich udział odnotowano również w środkowej partii strzał, a w sekcji górnej były mało liczne. Roztocze te liczniej występowały w okresie jesieni niż wiosną i reprezentowane były głównie przez osobniki młodociane (rys.14, tab.9). Najwyższe zagęszczenie, wskaźnik stałości występowania i dominacji osiągnęły w okolicy KCW „Kujawy” na powierzchni kontrolnej, a wraz ze zbliżaniem się do tego źródła zanieczyszczeń było ich mniej (tab.10). W okolicy ZCh „Police” roztocze te były obecne na wszystkich powierzchniach badawczych i uzyskały wskaźnik stałości występowania około 25%, natomiast na powierzchniach leżących w pobliżu innych źródeł zanieczyszczeń w ogóle nie wystąpiły. W glebie młodników sosnowych występowały na większości powierzchni badawczych, lecz nie osiągały tam dużego zagęszczenia [52, 109–114].

Pozostałe gatunki na sosnach występowały na ogół mało licznie i w hierarchii dominacji Oribatida uplasowywały się poniżej klasy dominantów. Większość z nich obecna była głównie w dolnej sekcji strzał sosny. Wyższe partie strzał chętnie zasiedlane były przez gatunki: *Camisia biurus*, *C. segnis*, *C. spinifer*, *Ceratoppia bipilis*, *Dometorina plantivaga*, *Eupelops acromios* i *Phaulloppia lucorum* [24–30]. W glebie młodników sosnowych trzech ostatnich gatunków w ogóle nie odnotowano, a najczęściej występowały tam *C. biurus* i *C. spinifer* [52, 109–114].

5.3.3. Analiza grupowań Gamasida

5.3.3.1. Skład gatunkowy Gamasida

W zebranych materiale stwierdzono łącznie 31 taksonów Gamasida, z czego tylko jeden był obecny w okolicy każdego emitora (tab.11). Największą liczbę taksonów odnotowano na powierzchni 3 w okolicy TZPN „Polchem” i na powierzchni 2 w okolicy ZCh „Police” (7), natomiast na powierzchni 1 położonej najbliżej KCW „Kujawy” wystąpił tylko jeden gatunek. Ogólnie można stwierdzić, że więcej gatunków było na powierzchniach bardziej oddalonych od źródeł emisji zanieczyszczeń. Największą średnią liczbę gatunków na strzale sosny odnotowywano najczęściej na powierzchniach kontrolnych, a najmniejszą na położonych blisko emitatorów powierzchniach 1; różnice te były istotne statystycznie (tab.12).

Tabela 11. Lista gatunków Gamasida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1-4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych
 Table 11. List of gamasid species on Scots pine trees in the studied plots (1-4), in the region of chosen factories

Nazwa gatunku Name of species	TZPN „Polchem”				ZWCh „Wistom”				ZCh „Luboni”				Zakład – Factory ZA „Włocławek”				ZCh „Police”				KCW „Kujawy”				HM „Głogów”			
	1 2 3 4				1 2 3 4				1 2 3 4				1 2 3 4				1 2 3 4				1 2 3 4				1 2 3 4			
	* x * x □ □ □				⊕ x x ⊕ ⊕ ⊕				x x x ⊕ ⊕ ⊕				* x x x ⊕ ⊕ ⊕				* x x x ⊕ ⊕ ⊕				* x x x ⊕ ⊕ ⊕				* x x x ⊕ ⊕ ⊕			
<i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)				*																								
<i>Amblyseius obtusus</i> (C.L.Koch)																												
<i>Amblyseius</i> sp.																												
<i>Anthroseius phoenanus</i> (Oudemans)																												
<i>A. verrucosus</i> Wainstein																												
<i>Arctoseius cetratus</i> (Selnick)																												
<i>A. magnanalis</i> Evans																												
<i>Asca aphidivoides</i> (L.)				*																								
<i>A. bicornis</i> (Can. et Fanzago)																												
<i>A. nova</i> Willmann																												
<i>Celaenopsis badius</i> C.L.Koch								*																				
<i>Dendrolaelaps comatus</i> Hirschmann																												
<i>D. cornutus</i> Kramer s. Hirschmann																												
<i>D. punctatus</i> Hirschmann																												
<i>D. tenuipilus</i> Hirschmann																												
<i>Dendrolaelaps</i> sp.																												
<i>Holoparasitus excipuliger</i> (Berlese)								*																				
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Canestrini)				*																								
<i>Hypoaspis</i> sp.								*																				
<i>Lastoseius youcefi</i> Athias-Henriot				*																								
<i>Lastoseius</i> sp.																												
<i>Leiosteius bicolor</i> (Berlese)				*				*				*				*				*				*				*
<i>Parasitus</i> sp.				*				*				*				*				*				*				*
<i>Pergamasus runciger</i> Berlese				*				*				*				*				*				*				*
<i>Pergamasus</i> sp.				*				*				*				*				*				*				*
<i>Proctolaelaps fiseri</i> Samsinak				*				*				*				*				*				*				*
<i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese				*				*				*				*				*				*				*
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)				*				*				*				*				*				*				*
<i>Veigaea cerva</i> (Kramer)				*				*				*				*				*				*				*
<i>Veigaea nemorensis</i> (C.L.Koch)				*				*				*				*				*				*				*
<i>Zercon</i> sp.				*				*				*				*				*				*				*

Liczba gatunków – Number of species
 osobn./1dm² – indiv./1dm²: (*) – <0,05; (x) – 0,05–0,10; (O) – 0,11–0,20; (⊗) – 0,21–0,40; (⊕) – 0,41–0,60; (⊖) – 0,61–1,00; () – >1,00

Tabela 12. Średnia liczba gatunków Gamasida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 12. Average number of gamasid species on Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories

Zakład – Factory	Powierzchnia – Plot			
	1	2	3	4
TZPN „Polchem”	0,73*	0,93*	1,25	1,30
ZWCh „Wistom”	1,08	0,75	0,90	0,73
ZCh „Luboń”	0,18*	0,70*	1,00	1,15
ZA „Włocławek”	1,10	0,93	1,10	1,25
ZCh „Police”	0,48*	1,15	1,08	1,20
KCW „Kujawy”	0,20*	0,55*	0,78*	1,20
HM „Głogów”	0,45*	0,53	0,88	0,90

* poziom istotności – significance level – $p = 0,05$

5.3.3.2. Analiza wybranych gatunków Gamasida

5.3.3.2.1. *Anthoseius rhenanus* (Oudemans)

Jest to gatunek nadrzewny [179]. Znajdowany był na drzewach oraz na malinie i trawach [55, 126]. W okolicy Włocławka obecny był na pniach brzozy, dębu i sosny oraz na pędach głównych jałowca i czeremchy [86]. W glebie odnotowywano go sporadycznie [78, 87, 197–199].

Na powierzchniach badawczych występował na całej wysokości strzał sosny, jednak większe zagęszczenie uzyskał w sekcji środkowej i górnej strzał (tab.13). *Anthoseius rhenanus* reprezentowany był głównie przez stadia dorosłe (tab.14). Nieco liczniej występował jesienią niż wiosną. W tym pierwszym sezonie pozyskano około 60% ogółu osobników tego gatunku. W okolicy HM „Głogów” i na powierzchni 1 w okolicy TZPN „Polchem” gatunku tego nie odnotowano. Największą liczebność i stałość występowania osiągał na powierzchniach kontrolnych, z wyjątkiem okolicy ZWCh „Wistom”, gdzie był najliczniejszy na powierzchni 1 (tab.14). W okolicy pozostałych emitatorów gatunek ten osiągał najmniejszą liczebność na najsilniej skażonych powierzchniach, a w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi różnice liczebności były istotne statystycznie. W glebie młodników sosnowych występował sporadycznie [83, 85].

Tabela 13. Rozmieszczenie wybranych gatunków Gamasida na strzałach sosny w sekcji dolnej (a), środkowej (b) i górnej (c) na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych (osobn./1dm²)

Table 13. Distribution of some gamasid species on the lower (a), middle (b) and upper (c) section of Scots pine trees in the studied plots (1–4) in the region of chosen factories (individ./1dm²)

Zakład i powierzchnia Factory and plot		Gatunek – Species					
		<i>Anthoseius rhenanus</i>			<i>Anthoseius verrucosus</i>		
		Seksja – Section			Seksja – Section		
		a	b	c	a	b	c
TZPN „Polchem”	1				2,10	3,15	1,65
	2	0,05	0,15		1,25	2,15	1,53
	3	0,03	0,05	0,05	0,95	1,15	1,13
	4	0,08	0,15	0,05	0,80	1,75	1,35
ZWCh „Wistom”	1	0,53	0,70	0,25	0,13	0,45	1,00
	2		0,15	0,10	0,50	0,25	1,10
	3	0,05	0,05	0,05	0,10	0,43	0,78
	4		0,03		0,30	0,68	1,00
ZCh „Luboń”	1	0,15		0,08			
	2	0,10	0,18		0,20	0,38	0,68
	3	0,23	0,40	0,15	0,05	0,15	0,45
	4	0,25	0,78	0,15	0,05	0,23	0,90
ZA „Włocławek”	1	0,25	0,43	0,20	0,13	0,23	0,70
	2	0,10	0,75	0,18	0,33	0,05	0,53
	3	0,10	0,60	0,25	0,50	0,73	0,93
	4	0,28	1,35	0,75	0,08	0,13	0,40
ZCh „Police”	1	0,05	0,03		0,18	0,20	0,15
	2	0,08	0,25	0,25	0,13	0,48	0,35
	3	0,08	0,18	0,33	0,18	0,90	0,88
	4	0,13	0,25	0,23	0,45	0,70	0,58
KCW „Kujawy”	1	0,13	0,05	0,10			
	2	0,23	0,13	0,08		0,10	0,20
	3	0,18	0,45	0,13	0,10	0,25	0,33
	4	0,18	0,73	0,18	0,08	0,25	0,60
HM „Głogów”	1						
	2				0,10	0,48	0,48
	3				0,40	0,48	0,75
	4				0,38	0,30	0,73

Tabela 14. Wskaźniki abundancji (A – osobn./1dm²), dominacji (D) i stałości występowania (C) wybranych gatunków Gamasida na strzałach sosny na powierzchniach badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych

Table 14. Abundance (A – indiv./1dm²), dominance (D) and constancy (C) indices of some gamasid species on Scots pine trees in the studied plots (1–4), in the region of chosen factories

Zakład i powierzchnia Factory and plot	Gatunek – Species										
	<i>Anthoseius rhenanus</i>						<i>Anthoseius verrucosus</i>				
	A			D	C	A			D	C	
	ad.	juv.	ad.+juv.			ad.	juv.	ad.+juv.			
TZPN „Polchem”	1					2,27	0,03	2,30	98,7	41,7	
	2	0,07		0,07	4,1	3,3	1,60	0,04	1,64	95,9	66,7
	3	0,04		0,04	3,1	2,5	0,98	0,10	1,08	83,7	62,5
	4	0,08	0,01	0,09	6,2	8,3	1,23	0,07	1,30	89,0	70,8
ZWCh „Wistom”	1	0,47	0,02	0,49*	46,7	28,3	0,44	0,09	0,53	50,5	29,2
	2	0,02	0,06	0,08	11,4	5,8	0,56	0,06	0,62	88,6	35,8
	3	0,03	0,02	0,05	9,1	5,0	0,42	0,02	0,44	80,0	30,0
	4	0,01		0,01	1,4	0,8	0,63	0,03	0,66	95,7	37,5
ZCh „Luboń”	1	0,07	0,01	0,08*	88,9	5,0					
	2	0,08	0,01	0,09*	17,0	5,0	0,31	0,11	0,42	79,2	25,8
	3	0,20	0,06	0,26	50,0	20,0	0,17	0,05	0,22	42,3	16,7
	4	0,36	0,03	0,39	47,6	23,3	0,37	0,02	0,39	47,6	22,5
ZA „Włocławek”	1	0,22	0,07	0,29*	43,9	24,2	0,32	0,03	0,35	53,0	23,3
	2	0,31	0,03	0,34*	52,3	19,2	0,30		0,30	46,2	18,3
	3	0,27	0,05	0,32*	30,5	20,0	0,71	0,01	0,72*	68,6	37,5
	4	0,67	0,12	0,79	77,5	42,5	0,20		0,20	19,6	15,8
ZCh „Police”	1	0,02	0,01	0,03*	13,0	1,7	0,18		0,18*	78,3	17,5
	2	0,07	0,12	0,19	28,8	12,5	0,25	0,07	0,32	48,5	21,7
	3	0,12	0,08	0,20	22,5	13,3	0,50	0,15	0,65	73,0	36,7
	4	0,03	0,17	0,20	24,7	15,8	0,40	0,18	0,58	71,6	30,0
KCW „Kujawy”	1	0,08	0,01	0,09*	100,0	6,7					
	2	0,13	0,02	0,15*	53,6	10,8	0,10		0,10*	35,7	8,3
	3	0,22	0,03	0,25	51,0	21,7	0,20	0,03	0,23	46,9	13,3
	4	0,36		0,36	43,9	22,5	0,28	0,03	0,31	37,8	19,2
HM „Głogów”	1										
	2						0,33	0,02	0,35	92,1	22,5
	3						0,51	0,03	0,54	84,4	25,8
	4						0,45	0,02	0,47	79,7	25,0

* poziom istotności – significance level – $p = 0,05$

5.3.3.2.2. *Anthoseius verrucosus* Wainstein

Gatunek ten należy również do roztoczy nadrzewnych [179]. W okolicy Włocławka występował na pniach brzozy, dębu i sosny oraz na pędach głównych jałowca i czeremchy [86]. Jego obecność stwierdzono również na jeżynie [126]. W glebie występował sporadycznie [78, 87, 197–199].

Na powierzchniach badawczych *A. verrucosus* osiągał znaczne zagęszczenie na całej wysokości strzał sosny, lecz preferował sekcję środkową i górną (tab.13). Gatunek ten reprezentowany był głównie przez osobniki dorosłe (tab.14). Podobnie jak *Anthoseius rhenanus*, nieco liczniej wystąpił jesienią niż wiosną. *Anthoseius verrucosus* niepodzielnie dominował na strzałach sosny w okolicy TZPN „Polchem”, gdzie uzyskał największe zagęszczenie i stałość występowania (tab.14). Nie stwierdzono go w pobliżu ZCh „Luboń”, KCW „Kujawy” i HM „Głogów”. Na pozostałych powierzchniach badawczych uzyskiwał na ogół znaczną liczebność i najczęściej dominował wśród Gamasida. W glebie młodników sosnowych odnotowywano go sporadycznie [79, 82, 85].

5.3.3.2.3. Inne Gamasida

Pozostałe gatunki Gamasida występowały na strzałach sosny mało licznie (tab.11), przeważnie w odziomkowych ich częściach i były reprezentowane w większości przez osobniki dorosłe. Wiele z nich osiągało znaczne zagęszczenie w glebie [79–85].

5.4. Analiza statystyczna zależności i podobieństw

Analizując obliczone współczynniki korelacji między pokryciem porostów a liczebnością roztoczy i liczbą gatunków na strzale sosny, można stwierdzić, że wraz z obfitszym występowaniem porostów liczebność roztoczy i liczba gatunków wzrastały (tab.15). Były to korelacje słabe, a współczynniki istotne odnotowano między pokryciem epifitów a liczebnościami Acari, Oribatida, *Carabodes labyrinthicus*, *Micreremus brevipes*, a także liczbą gatunków Oribatida i Gamasida. Nie wykazano istotnych dodatnich zależności pomiędzy pokryciem glonów a liczebnością roztoczy. Wydaje się jednak, że zależności takowe istnieją, choć nie zostały udowodnione statystycznie.

Zanieczyszczenia emitowane przez zakłady przemysłowe powodowały znaczne uszkodzenia drzew. Tam, gdzie drzewa były silniej uszkodzone, odnotowywano również mniejszą liczebność roztoczy, co potwierdzono statystycznie. Korelacje między stopniem uszkodzenia drzewostanów a analizowanymi liczebnościami roztoczy były na ogół istotne statystycznie, z wyjątkiem liczebności Gamasida, *Micreremus brevipes* i *Cultrolibula juncta*. Na uwagę zasługują umiarkowane korelacje między stopniem uszkodzenia drzewostanów a liczebnością Acari, *Carabodes labyrinthicus* oraz liczbą gatunków Oribatida i Gamasida. Wyjątkowe zależności udowodniono w przypadku

Tabela 15. Wyniki obliczonych współczynników korelacji między udziałem porostów, stopniem uszkodzenia drzewostanów, skażeniem epifitów (zmiennie niezależne) a średnią liczebnością roztoczy (zmiennie zależne)

Table 15. Correlation coefficients between covering of lichen, degree of tree damage, contamination of epiphytes (independent variable) and mean abundance of mites (dependent variable)

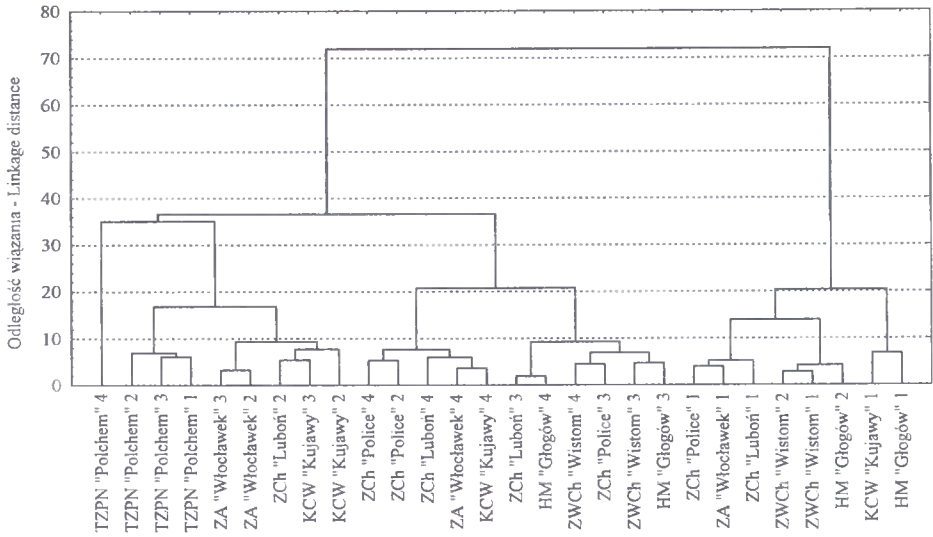
Liczebność roztoczy Number of mites	Udział porostów Amount of lichens	Stopień uszkodzenia drzewostanów Degree of tree damage	Zakład – Factory											
			TZPN „Polchem”, ZWCh „Wistom” (n = 32)	ZCh „Luboń” (n = 16)	ZA „Włocławek”, ZCh „Police” (n = 32)	KCW „Kujawy” (n = 16)	HM „Głogów” (n = 16)	Stężenie pierwiastka lub związku w epifitach – Concentration of the pollution in the epiphytes						
			S	S	P	F	S	S	N-NH ₄	S	Ca	S	Pb	
<i>Acari</i>	0,20*	-0,41*	-0,74*	-0,57*	-0,73*	-0,62*	-0,37*	-0,41*	-0,60*	-0,66*	-0,46	-0,63*	-0,63*	
<i>Oribatida</i>	0,22*	-0,37*	-0,78*	-0,45	-0,66*	-0,56*	-0,20	-0,36*	-0,37	-0,40	-0,52*	-0,64*	-0,64*	
<i>Actinedida</i>	0,13	-0,31*	-0,31	-0,30	-0,08	-0,06	-0,39*	-0,39*	-0,59*	-0,66*	-0,11	-0,27	-0,26	
<i>Gamasida</i>	0,17	-0,09	0,13	-0,42	-0,65*	-0,61*	-0,32	-0,34	-0,53*	-0,67*	-0,21	-0,34	-0,34	
<i>Oribatida</i> x	0,25*	-0,61*	-0,68*	-0,60*	-0,80*	-0,90*	-0,22	-0,45*	-0,55*	-0,69*	-0,67*	-0,78*	-0,78*	
<i>Gamasida</i> x	0,23*	-0,42*	-0,32	-0,54*	-0,66*	-0,71*	-0,44*	-0,24	-0,63*	-0,76*	-0,31	-0,45	-0,45	
<i>C. labyrinthicus</i>	0,31*	-0,50*	-0,35*	-0,67*	-0,67*	-0,83*	-0,59*	-0,68*	-0,27	-0,55*	-0,52*	-0,57*	-0,56*	
<i>C. juncta</i>	0,18	0,03	-0,33	0,15	0,12	0,07	-0,05	-0,03	-0,38	-0,36	-0,34	0,55*	0,55*	
<i>C. cymba</i>	0,13	-0,24*	0,20	-0,66*	-0,77*	-0,82*	-0,06	-0,33	-0,50	-0,57*	-0,30	-0,47	-0,46	
<i>D. humeralis</i>	0,10	-0,35*	-0,56*	-0,54*	-0,44	-0,51*	-0,08	-0,27	-0,23	-0,43	-0,04	-0,37	-0,37	
<i>E. rauschenensis</i>	0,01	-0,31*	-0,09	0,46	-0,74*	-0,60*	-0,23	-0,27	-0,17	-0,28	-0,07	-0,44	-0,44	
<i>M. brevipetes</i>	0,23*	-0,08	-0,24	-0,55*	-0,77*	-0,70*	-0,02	-0,33	-0,62*	-0,65*	-0,60*	-0,57*	-0,56*	
<i>T. trimaculatus</i>	-0,17	0,36*	0,21	0,36	0,73*	0,77*	0,41*	0,61*	0,04	0,21	-0,47	-0,38	-0,38	
<i>Z. exilis</i>	0,01	-0,27*	-0,34	-0,59*	-0,71*	-0,63*	-0,34	-0,15	-0,11	-0,19	-0,22	-0,43	-0,44	

* poziom istotności – significance level – p = 0,05; x średnia liczba gatunków na strzale sosny – average number of species on Scots pine tree

Trichoribates trimaculatus. Tam, gdzie drzewa były bardziej uszkodzone, liczebność tego gatunku wzrastała.

Stwierdzono, że zasiedlające drzewa epifity, szczególnie w pobliżu zakładów przemysłowych, akumulowały znaczne ilości zanieczyszczeń, co świadczy o silnie skażonym powietrzu. Udowodniono statystycznie, że zagęszczenie Acari oraz Oribatida wyraźnie malało wraz ze wzrostem stężenia w epifitach analizowanych zanieczyszczeń (tab.15). Wysokie korelacje ujemne odnotowano również między wieloma zanieczyszczeniami a liczbą gatunków, co szczególnie widać na przykładzie Oribatida. Z badanych gatunków najwyraźniej na zanieczyszczenia reagował *Carabodes labyrinthicus*. Spadek jego zagęszczenia w środowiskach skażonych świadczy o wrażliwości na zanieczyszczenia przemysłowe. Pozostałe gatunki na wzrost poziomu zanieczyszczeń na ogół reagowały również spadkiem liczebności, choć nie zawsze udowodniono to statystycznie. Na osobną uwagę zasługuje *Trichoribates trimaculatus*, którego liczebność najczęściej wzrastała wraz ze skażeniem epifitów, co w przypadku zakładów produkujących nawozy fosforowe i azotowe potwierdzono statystycznie. Ponadto dodatnie korelacje umiarkowane istotnie statystycznie odnotowano między koncentracją miedzi i ołowiu w epifitach a zagęszczeniem *Cultrolibula juncta*.

Biorąc pod uwagę zagęszczenie roztoczy na poziomie liczebności Acari, rzędów i gatunków, a także uwzględniając liczbę gatunków, ich różnorodność i bogactwo, wykreślono metodą Warda dendryt podobieństwa wszystkich powierzchni badawczych (rys.15). Na odległości wiązania około 70 widoczny jest wyraźny rozdział cech na dwie grupy. Jedną grupę tworzą powierzchnie najbardziej skażone, które leżą z reguły najbliżej zakładów. Na odległości wiązania około 40 grupa rozdziela się na dwie dalsze podgrupy. W jednej z nich skupione są z reguły powierzchnie najmniej skażone (kontrolne i większość powierzchni 3), a w następnej grupie większość powierzchni 2 i pozostałe powierzchnie 3. Podobieństwo powierzchni leżących bliżej zakładów nasuwa pewien ogólny wniosek, że duże stężenia zanieczyszczeń, niezależnie od składu chemicznego, działały na roztocze żyjące na drzewach wyraźnie negatywnie, co przejawiało się spadkiem liczebności roztoczy i liczby gatunków.



Rys.15. Dendrogram podobieństwa powierzchni badawczych (1–4) w okolicy wybranych zakładów przemysłowych opisany na podstawie 101 zmiennych metodą Warda z wykorzystaniem odległości euklidesowych

Fig.15. Dendrogram of similarity of studied plots (1–4) in the region of selected factories, described on base of 101 variables, with Ward method, using the euclides distances

6. DYSKUSJA

Bór świeży stwarza roztoczom nadrzewnym specyficzne warunki życia. W ciągu doby zachodzą na drzewach duże zmiany temperatury i natężenia światła, a wilgotność powietrza utrzymuje się na stosunkowo niskim poziomie. Jest to środowisko oligotroficzne, w którym pokarm dla wielu roztoczy stanowią w znacznej mierze epifity i kora drzew. Epifity reprezentowane są przez glony i porosty, a na odziomkowych częściach pni starszych drzew często występują mszaki. W badanych młodnikach sosnowych, w dolnych partiach strzał sosen, gdzie kora była bardziej spękana, najczęściej dominowały porosty, a wraz ze wzrostem wysokości drzew udział ich malał na korzyść glonów. Podobny rozkład epifitów odnotowywano na pniach starszych drzew i pędach krzewów [23, 31].

Pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych udział epifitów ulegał dużej modyfikacji. W najbliższej okolicy zakładów produkujących cement i nawozy azotowe na strzałach sosny porosty w ogóle nie występowały (KCW „Kujawy” i ZCh „Police”) bądź też były bardzo mocno zredukowane (ZA „Włocławek”). Podobną redukcję porostów epifitycznych pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych odnotowali inni autorzy [15, 16, 104, 138, 139, 229]. Zanieczyszczenia przemysłowe, zawierające w znacznej mierze związki siarki, stymulowały niekiedy wzrost porostów, co miało miejsce w pobliżu TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom” oraz w dalszej odległości od zakładów produkujących nawozy azotowe (ZA „Włocławek”). Występowały tam głównie *Lecanora conizaeoides* i *Scoliciosporum chlorococcum*, które znane są ze znacznej odporności na zanieczyszczenia powietrza [47, 49, 50, 63, 104, 132]. Gatunki te dominowały również na strzałach sosny w okolicy pozostałych zakładów, z wyjątkiem powierzchni położonej w pobliżu cementowni (KCW „Kujawy”). Tu miejsce wymienionych gatunków zajęły *Lecania cyrtella*, *Caloplaca holocarpa* i *Xanthoria parietina*, które porastają substraty o odczynie zasadowym bądź zbliżonym do zasadowego [46, 125]. Epifity te były odnotowywane również na drzewach iglastych w pobliżu innych zakładów produkujących cement [15, 16]. Glony w okolicy zakładów przemysłowych reprezentowane były przez jeden bądź dwa gatunki; najczęściej były to *Chlorella vulgaris* i *Pleurococcus vulgaris*, które zaliczane są również do odpornych na zanieczyszczenia powietrza [93].

Epifity i kora drzew mają zdolność akumulowania zanieczyszczeń z powietrza [58, 59, 159, 216–218]. W wymienionych substratach, w pobliżu zakładów przemysłowych, odnotowano zdecydowanie większe stężenie siarki, metali ciężkich, fosforu, fluoru oraz azotu amonowego w porównaniu z powierzchniami położonymi daleko od źródła zanieczyszczeń. Ogólnie można stwierdzić, że wraz ze zbliżaniem się do zakładów przemysłowych poziom skażenia drzew wzrastał. Dlatego roztocze żyjące na drzewach były narażone na oddziaływanie zanieczyszczeń nie tylko bezpośrednio z powietrza, lecz także ze strony silnie skażonego pokarmu, szczególnie w pobliżu zakładów przemysłowych.

Roztocze żyjące na strzałach sosny, zareagowały na zanieczyszczenia przemysłowe spadkiem liczebności, co najwyraźniej zaznaczyło się w przypadku Oribatida. W grupie tej na powierzchniach silnie skażonych odnotowano również znaczne zubożenie gatunkowe. Najbardziej drastyczną redukcję liczebności roztoczy i liczby gatunków stwierdzono w najbliższej okolicy HM „Głogów”. Było to wynikiem dużej emisji przez tą hutę głównie miedzi i ołowiu oraz dwutlenku siarki, które w zwiększonym stężeniu są dla wielu roztoczy szkodliwe [1, 41, 128–130, 169–171]. Wyraźny spadek liczebności roztoczy i liczby gatunków stwierdzono także wcześniej na dolnych odcinkach pni starszych brzóz, dębów i sosen oraz na pędach głównych jałowca i czeremchy, które były pod silnym wpływem oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z zakładów azotowych [22, 23, 31]. Duży spadek liczebności roztoczy odnotowali również Heliövaara i Väisänen [66] na strzałach młodych sosen, będących pod wpływem emisji zanieczyszczeń z huty miedzi i niklu w Finlandii. Na powierzchni zlokalizowanej 500 m od zakładu roztoczy było nawet kilkadziesiąt razy mniej w porównaniu z powierzchniami oddalonymi o kilka kilometrów od emitora.

Na analizowanych młodych sosnach struktura dominacji gatunków Oribatida była charakterystyczna dla środowisk ubogich. Najczęściej jeden bądź dwa gatunki wyraźnie dominowały nad pozostałymi, co najbardziej uwidaczniało się na powierzchniach najsilniej skażonych, na których najczęściej wysoko dominował *Trichoribates trimaculatus*. Mechowiec ten dominował także na pniach brzóz oraz na pędach głównych jałowca i czeremchy, które były silnie skażone przez zakłady azotowe [22, 23]. Interesującym jest fakt, że w pobliżu HM „Głogów”, na powierzchni najsilniej skażonej, mechowce typowo nadrzewne, w tym *T. trimaculatus*, prawie nie występowały, a ich miejsce zajęła *Cultroribula juncta*. Gatunek ten z reguły występuje nielicznie, natomiast w pobliżu huty wykorzystał prawdopodobnie wolną niszę i prawie całkowicie opanował strzały sosny.

Większość gatunków roztoczy występujących na strzałach młodych sosen nie tolerowała jednak zanieczyszczeń. W analizowanych młodnikach sosnowych gatunkiem szczególnie wrażliwym na zanieczyszczenia przemysłowe okazał się *Carabodes labyrinthicus*. Największą liczebność osiągał on zwykle na powierzchniach kontrolnych, a na powierzchniach silnie skażonych najczęściej nie występował lub osiągał niewielkie zagęszczenie, nawet w przypadku obfitego wystąpienia porostów, z którymi związana jest jego obecność na drzewach [22, 173, 220]. W pobliżu zakładów azotowych mechowiec ten był również mniej liczny na pniach starszych brzóz, dębów i sosen oraz na pędach głównych jałowca i czeremchy w porównaniu z powierzchnią kontrolną [22, 23]. *Carabodes labyrinthicus* na pniach dębów rosnących przy autostradzie i na pniach lip w Berlinie, w miejscach gdzie stężenie tlenków azotu i dwutlenku siarki w powietrzu było wyższe, osiągał znacznie mniejsze zagęszczenie [162, 224].

Na młodych sosnach stwierdzono znaczny spadek liczebności *Diapterobates humeralis* w miarę zbliżania się do TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom” oraz u *Eporibatula rauschenensis* w miarę zbliżania się do ZCh „Luboń”. Mechowce te na powierzchniach silnie skażonych występowały rzadko. Typowi mieszkańcy

wierzchołkowych partii drzew, *Micreremus brevipes* i *Cymbaeremaeus cymba*, byli na ogół bardziej wrażliwi na zanieczyszczenia związkami siarki, ze znacznym udziałem metali ciężkich oraz związków fluoru i fosforu. Wysoką pozycję w hierarchii dominacji Oribatida zajmowała często *Zygoribatula exilis*, która zasiedlała głównie dolne sekcje strzał. Ogólnie można stwierdzić, że gatunek ten na powierzchniach mniej skażonych osiągał większe zagęszczenie niż na powierzchniach silnie skażonych, co najbardziej widoczne było w okolicy zakładów emitujących głównie dwutlenek siarki (TZPN „Polchem”) i poza nim również związki fluoru i fosforu (ZCh „Luboń”). Interesujące wydaje się zachowanie *Z. exilis* w okolicy tego ostatniego emitora. Na powierzchni najsilniej skażonej roztocze te z dolnych odcinków strzał zeszyły do gleby, prawdopodobnie szukając dogodniejszych warunków do rozrodu, o czym świadczy liczny udział stadiów młodocianych [113, 184]. Na powierzchniach mniej skażonych wraz z *Z. exilis* znaczne zagęszczenie osiągał niekiedy *Eremaeus oblongus*. Na dolne odcinki strzał wchodziły również gatunki związane głównie ze środowiskiem glebowym, takie jak *Chamobates schuetzi*, *Damaeus* spp. i *Tectocephus velatus*. Te dwa pierwsze taksony prawie zawsze obecne były na powierzchniach kontrolnych, a na powierzchniach silnie skażonych występowały raczej rzadko. *Tectocephus velatus* występując bardzo licznie w glebie młodników, wchodził na drzewa głównie jesienią, lecz nie uzyskiwał tam dużego zagęszczenia zarówno na terenach silnie, jak i mniej skażonych. Pozostałe gatunki mechowców osiągały na strzałach sosny małe zagęszczenie, a większość z nich występowała sporadycznie. Znajdowano je najczęściej na powierzchniach znacznie oddalonych od zakładów.

Na strzałach młodych sosen Gamasida reprezentowane były głównie przez dwa gatunki *Anthoseius rhenanus* i *A. verrucosus*. Roztocze te, z wyjątkiem otoczenia TZPN „Polchem” i ZWCh „Wistom”, w okolicy pozostałych zakładów na terenach silnie skażonych najczęściej reagowały znacznym spadkiem liczebności.

Ogólnie można stwierdzić, że zanieczyszczenia przemysłowe wpływają na roztocze żyjące na strzałach sosny negatywnie. Szkodliwość zanieczyszczeń emitowanych, przez zakłady przemysłowe dla roztoczy żyjących na drzewach zależy głównie od ich ilości, jakości i różnorodności oraz od warunków klimatycznych panujących na danym obszarze, które mogą osłabiać lub wzmacniać ich działanie toksyczne. Wywierają one także wpływ na roztocze poprzez zmianę ilości i jakości pokarmu. Zanieczyszczenia w sposób bezpośredni tylko wyjątkowo mogą spowodować w krótkim czasie redukcję roztoczy (podczas awarii, przy bardzo wysokich stężeniach substancji toksycznych), głównie jednak jest to oddziaływanie opóźnione w czasie, co może się objawiać ograniczeniem ich płodności, zakłóceniem przebiegu stadiów rozwojowych, a także skróceniem życia.

Na stawonogi żyjące na drzewach w okolicy każdego zakładu przemysłowego oddziałuje szereg różnorodnych zanieczyszczeń i trudno jest jednoznacznie określić, które z poszczególnych substancji są najbardziej dla nich szkodliwe, a dodatkowo interpretację komplikuje bardzo słabo poznany synergizm trucizn. Wydaje się, że wśród stawonogów nadrzewnych powinno się szukać grup lub

gatunków, które będą czytelnie i podobnie reagowały na zanieczyszczenia pochodzące z różnych zakładów przemysłowych. Takie grupy czy gatunki wskaźnikowe mogą mieć stosunkowo uniwersalny charakter przy monitorowaniu stopnia skażenia środowiska leśnego i wówczas w szerszej skali mogą być wykorzystane praktycznie.

W oparciu o uzyskane wyniki takimi organizmami wskaźnikowymi do oceny skażenia młodych lasów sosnowych wydają się być roztocze żyjące na strzałach sosny. Reagują one nie tylko na zanieczyszczenia przemysłowe w pobliżu zakładów, gdzie stężenia zanieczyszczeń są wysokie, ale również wrażliwe są na mniejsze stężenia zanieczyszczeń, które występują w znacznym oddaleniu od emitora. Często wymienianymi stawonogami reagującymi na zanieczyszczenia przemysłowe w lasach sosnowych są owady szkodliwe, które reagują na ogół wzrostem liczebności w pobliżu zakładów [12, 39, 65, 66, 74, 106, 118, 147, 150, 203–206, 208, 209, 225]. Liczna ich obecność w pobliżu źródła emisji zanieczyszczeń wiąże się w znacznej mierze z osłabieniem bądź już z uszkodzeniem drzew, a niekiedy z rozrzedzeniem drzewostanów. Wiele z nich żyje w ukryciu, co w znacznym stopniu zabezpiecza je przed bezpośrednim oddziaływaniem zanieczyszczeń. Także mogą one przenosić się na tereny mniej skażone. Natomiast roztocze żyjące na strzałach sosny są narażone na bezpośrednie i pośrednie działania zanieczyszczeń. Ponadto nie są one zdolne do aktywnej migracji z terenów skażonych, co w pobliżu zakładów przemysłowych uwidacznia się znacznym spadkiem ich liczebności. Taka reakcja roztoczy nadrzewnych na zanieczyszczenia przemysłowe wydaje się być bardziej czytelna w porównaniu z zachowaniem owadów szkodliwych, które w pobliżu zakładów pojawiają się na młodych sosnach licznie, często okresowo i lokalnie.

Wartości wskaźnikowe analizowanych pajęczaków zaznaczyły się na poziomie liczebności ogólnej roztoczy, liczebności grup i ich zróżnicowania gatunkowego (zwłaszcza Oribatida) oraz w populacjach niektórych gatunków. Pod względem wrażliwości na zanieczyszczenia przemysłowe, w młodnikach sosnowych można wyróżnić 3 grupy roztoczy. Do grupy I zalicza się gatunki *Trichoribates trimaculatus*, a niekiedy *Cultroribula juncta*, które spotkać można licznie na sosnach silnie skażonych, rosnących najczęściej w pobliżu emitatorów. Do grupy II zalicza się gatunki *Micreremus brevipes* i *Zygoribatula exilis*, które najliczniej występują na sosnach średnio i mało skażonych. Do III grupy zalicza się gatunki *Carabodes labyrinthicus* i *Eporibatula rauschenensis*, które na silnie skażonych sosnach najczęściej nie występują lub spotkać je można sporadycznie. Znaczenie praktyczne może mieć wartość wskaźnikowa gatunków najwyraźniej reagujących na zanieczyszczenia, zwłaszcza *Carabodes labyrinthicus* i *Trichoribates trimaculatus*. Ten pierwszy mechowiec okazał się wrażliwym na zanieczyszczenia przemysłowe, a drugi je tolerował [21]. Wydaje się, że włączenie tych gatunków do monitoringu biologicznego umożliwi lepszą ocenę stopnia skażenia młodych lasów sosnowych, będących pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych.

7. WNIOSKI

1. Wraz ze wzrostem skażenia środowiska nadrzewnego liczebność roztoczy, w tym głównie Oribatida, na strzałach sosny malała.
2. Na terenach silnie skażonych stwierdzono zubożenie gatunkowe Oribatida i Gamasida oraz wyostrenie struktury dominacji gatunków Oribatida w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi; najczęściej jeden bądź dwa gatunki zdecydowanie dominowały nad pozostałymi.
3. Pod względem wrażliwości na zanieczyszczenia przemysłowe wyróżniono 3 grupy roztoczy nadrzewnych. Do grupy I zalicza się gatunki *Trichoribates trimaculatus*, a niekiedy *Cultroribula juncta*, które spotkać można licznie na sosnach silnie skażonych, rosnących najczęściej w pobliżu emitorów. Do grupy II zalicza się gatunki *Micreremus brevipes* i *Zygoribatula exilis*, które najliczniej występują na sosnach średnio i mało skażonych. Do III grupy należą gatunki *Carabodes labyrinthicus* i *Eporibatula rauschenensis*, które na silnie skażonych sosnach najczęściej nie występują lub spotkać je można sporadycznie.
4. *Carabodes labyrinthicus* i *Trichoribates trimaculatus* są gatunkami, które najwyraźniej reagują na zanieczyszczenia pochodzące z różnych zakładów przemysłowych; pierwszy z nich jest wrażliwy na zanieczyszczenia, a drugi je toleruje. Roztocze te mogą być wykorzystane przy ocenie stopnia skażenia młodników sosnowych.
5. Zanieczyszczenia przemysłowe zasadniczo nie wpłynęły na rozmieszczenie pionowe roztoczy nadrzewnych. Jedynie w młodniku silnie skażonym przez Zakłady Chemiczne „Luboń” jeden gatunek, *Zygoribatula exilis*, zszedł z drzew rozmnażać się w glebie, w której prawdopodobnie znalazł lepsze warunki do rozwoju.



LITERATURA

- [1] André H.M., Lebrun Ph., Masson M., Sartor F., 1984: On the use of *Humerobates rostralamellatus* (Acari) as an air pollution bioassay monitor. The incidence of SO₂-NO₂ synergism and of winter temperature. *Sci. Total Environ.*, 39, 177–187.
- [2] Białobok S., 1989: Zagrożenie lasów w Polsce przez zanieczyszczenia powietrza. W: *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, Warszawa-Poznań, 9–48.
- [3] Bielska I., 1982: Communities of moss mites (Acari, Oribatei) of degraded and recultivated areas in Silesia. I. Communities of moss mites of mine dumps. *Pol. ecol. Stud.*, 8, 3–4, 499–510.
- [4] Bielska I., 1982: Communities of moss mites (Acari, Oribatei) of degraded and recultivated areas in Silesia. II. Communities of moss mites of recultivated areas. *Pol. ecol. Stud.*, 8, 3–4, 511–520.
- [5] Bielska I., 1989: Communities of moss mites (Acari, Oribatei) of grasslands under the pressure of industrial pollution. I. Communities of moss mites of meadows. *Pol. ecol. Stud.*, 15, 1–2, 75–87.
- [6] Bielska I., 1989: Communities of moss mites (Acari, Oribatei) of grasslands under the impact of industrial pollution. II. Communities of moss mites in pastures. *Pol. ecol. Stud.*, 15, 1–2, 89–99.
- [7] Bielska I., 1989: Communities of moss mites (Acari, Oribatei) of grasslands under the impact of industrial pollution. III. Communities of moss mites of wastelands. *Pol. ecol. Stud.*, 15, 1–2, 101–110.
- [8] Bielska I., Paszewska H., 1995: Communities of moss mites (Acarida, Oribatida) on recultivated ash dumps from power plants. *Pol. ecol. Stud.*, 21, 3, 263–275.
- [9] Bielska I., Paszewska H., 1995: The Oribatida (Acari, Oribatida) communities of meadows fertilized and non-fertilized with liquid manure. *Pol. ecol. Stud.*, 21, 3, 277–292.
- [10] Borowiak P., Niedbała W., 1982: Mikrośrodowiska mechowców (Acari, Oribatei) w dwóch odmiennych wariantach roślinnych zespołu *Melico-Fagetum typicum* w rezerwacie „Słomowo”. *Bad. fizjog. Pol. zach.*, Poznań, 33 (C), 39–74.
- [11] Borsuk S., Goszczyński J., Jutrowska E., 1998: Monitoring środowiska. Wyd. ATR w Bydgoszczy, 87–98.
- [12] Chłodny J., 1982: Uwagi o zagrożeniu przez szkodliwe owady drzewostanów i zadrzewień GOP w latach 1976–1980. *Sylwan*, 5, 19–26.
- [13] Chudy B., 1985: Zmiany w geokompleksie okolic Włocławka wywołane uprzemysłowieniem. PWN, Warszawa, 1–141.

- [14] Cieśla W., 1988: Przemiany w środowisku przyrodniczym okolic Włocławka na przykładzie terenów przyległych do Zakładów Azotowych (ZAW). Mat. Konf. Nauk., Włocławek, 1–13.
- [15] Cieśliński S., Jaworska E., 1986: Zmiany w florze porostów sosny (*Pinus sylvestris* L.) pod wpływem emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego. Acta Mycol., 22, 1, 3–14.
- [16] Cieśliński S., Toborowicz K., Sepski S., 1982: Wpływ emisji przemysłu cementowo-wapienniczego na florę porostów epifitycznych na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. Roczn. Świętokrzyski, 10, 69–100.
- [17] Czajkowska B., 1998: Occurrence and reproduction of linden spider mite (*Eotetranychus tiliarium* Herm.) on various species of linden growing under urban conditions. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 2, 17–24.
- [18] Czajkowska B., Kropczyńska D., Grzelak I., 1997: Oddziaływanie zanieczyszczeń związanych z ruchem ulicznym na rozwój i namnażanie przędziorka lipowca (*Eotetranychus tiliarium* Herm.). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 37(2), 54–56.
- [19] Czajkowska B., Kropczyńska D., Indeka L., 1996: Wpływ zanieczyszczeń związanych z ruchem ulicznym w miastach na populacje roztoczy na lipach. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 36(2), 357–359.
- [20] Danielak D., Ebelt M., Lenart W., Liszkowska E., Parteka T., Sadurski A., Świątek H., Tyszecki A., Warchołowski A., 1993: Ocena oddziaływania na środowisko ZWCh „Wistom”. Fundacja Ecobaltic Biuro Projektowo–Doradcze Eko–Konsult. Gdańsk, 1–78.
- [21] Dąbrowski J., 1998: *Trichoribates trimaculatus* (C.L. Koch) as a moss mite (Acari, Oribatida) which tolerates industrial pollution. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 2, 187–194.
- [22] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych „Włocławek”, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 83–97.
- [23] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych „Włocławek”, III, Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 99–110.
- [24] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 127–137.

- [25] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 101–109.
- [26] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 77–85.
- [27] Dąbrowski J., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 17–25.
- [28] Dąbrowski J., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo–Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 83–90.
- [29] Dąbrowski J., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Police”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 29, 57–65.
- [30] Dąbrowski J., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Włókien Chemicznych „Wistom”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 29, 79–87.
- [31] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych „Włocławek”, I. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 147–163.
- [32] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 5–15.
- [33] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Hermann J., Lipnicki L., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo–Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 71–82.
- [34] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Police”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 29, 45–56.

- [35] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Hermann J., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 63–75.
- [36] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 115–126.
- [37] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Włókien Chemicznych „Wistom”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 29, 67–78.
- [38] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., Romiński M., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 87–100.
- [39] Duda S., 1981: Ważniejsze szkodniki sosny w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowych Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Sylwan, 10–12, 133–139.
- [40] Dyrowska M., 1931: Studia nad fauną mechowców (Oribatidae) Polski. Spraw. Kom. fizjogr., Kraków, 65, 121–144.
- [41] Dziuba S., Dębowska G., 1983: Wpływ $Zn(NO_3)_2$ i $CuSO_4$ na przeżywalność i płodność *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze et Robin) oraz *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini). Acta Biol., Katowice, 12, 203–217.
- [42] Dziuba S., Skubała P., Rostowska M., 1990: Zgrupowania mechowców (Oribatida) w zdegradowanych biotopach okolic Katowic. Acta Biol. Sil., Katowice, 16 (33), 122–137.
- [43] Eitminavičiute I., 1960: Rasprostranenie oribatidnych kleščeju v chvojnom lesu. Liet. TSR. Moksl. Akad. Darb. S. Vilnius, 3, 69–77.
- [44] Eitminavičiute I., 1960: Rasprostranenie oribatidnych kleščeju v listvennom lesu. Liet. TSR. Moksl. Akad. Darb. S. Vilnius, 3, 79–88.
- [45] Eitminavičiute I., 1960: Rasprostranenie oribatidnych kleščeju v smešanom lesu. Liet. TSR. Moksl. Akad. Darb. S. Vilnius, 2, 43–53.
- [46] Fabiszewski J., 1968: Porosty Śnieżnika Kłodzkiego i Gór Białskich. Monogr. Bot., 26, 1–115.
- [47] Fałtynowicz W., 1994: Monitoring powietrza. Porosty jako biowskaźniki zanieczyszczenia. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno, 1–34.
- [48] Fałtynowicz W., 1995: Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno, 1–141.

- [49] Fałtynowicz W., Izydorek I., Budzbon E., 1991: The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae*, 73, 1–52.
- [50] Feige G.B., 1982: Niedere Pflanzen – speziell Flechten – als Bioindikatoren. „Decheniana – Beihefte”, 26, 23–30.
- [51] Fuhrer E., 1985: Air pollution and the incidence of forest insect problems. *Z. Ang. Ent.*, 99, 371–377.
- [52] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1, 37–46.
- [53] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., 1997: Wartość bioindykacyjna wybranych gatunków mechowców (Acari, Oribatida) glebowych zasiedlających młodniki sosnowe skażone zanieczyszczeniami Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 29, 105–115.
- [54] Gadzikowski R., 1971: Oddziaływanie Zakładów Azotowych w Puławach na lasy w latach 1967–1970. *Sylwan*, 115, 1.
- [55] Giljarov M.S., 1977: Opredelitel obitajuščich v počve kleščej. *Akad. Nauk. ZSRR*.
- [56] Główny Urząd Statystyczny 1996: Leśnictwo. Materiały statystyczne. Warszawa, 375–384.
- [57] Grandjean F., 1936: Les Oribates de Jean Frédéric Hermann et de son père. *Ann. Soc. entom. de France*, 105, 27–110.
- [58] Greszta J., 1987: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia na lasy. SGGW–AR, Warszawa, 68–81.
- [59] Grodzińska K., 1983: Mchy i kora drzew jako czułe wskaźniki skażenia środowiska gazami i pyłami przemysłowymi. Materiały konferencyjne. PAN, Wrocław, 67–86.
- [60] Grodzińska K., Szarek–Łukaszewska G., Godzik B., Braniewski S., Budziakowska E., Chrzanowska E., Pawłowska B., Zielonka T., 1997: Ocena skażenia środowiska Polski metalami ciężkimi przy użyciu mchów jako biowskaźników. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Instytut Botaniki PAN, Warszawa, 1–83.
- [61] Guilford I.P., 1964: Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. PWN, Warszawa, 146–163.
- [62] Gutowski J.M., Krzysztofiak L., 1995: Zmiany fauny bezkręgowców środowiska leśnego jako element monitoringu ekologicznego na terenie Północno–Wschodniej Polski. *Prace IBL, A*, 790, 7–44.

- [63] Hawksworth D.L., Rose F., 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227, 145–148.
- [64] Heliövaara K., 1986: Occurrence of *Petrova resinella* (Lepidoptera, Tortricidae) in a gradient of industrial air pollutants. *Silva Fennica*, 20, 2, 83–90.
- [65] Heliövaara K., Väisänen R., 1988: Interactions among herbivores in three polluted pine stands. *Silva Fennica*, 22, 4, 283–292.
- [66] Heliövaara K., Väisänen R., 1989: Invertebrates of young Scots pine stands near the industrialized town of Harjavalta, Finland. *Silva Fennica*, 23, 1, 13–19.
- [67] Holopainen J.K., Kainulainen P., Oksanen J., 1995: Effects of gaseous air pollutants on aphid performance on Scots pine and Norway spruce seedlings. *Water, Air and Soil Pollution*, 85, 3, 1431–1436.
- [68] Holopainen J.K., Mustaniemi A., Kainulainen P., Satka H., Oksanen J., 1993: Conifer aphids in an air-polluted environment. I. Aphid density, growth and accumulation of sulphur and nitrogen by Scots pine and Norway spruce seedlings. *Environ. Pollut.*, 80, 185–191.
- [69] Hughes P.R., 1988: Insect populations on host plants subjected to air pollution. W: *Plant Stress–Insect Interactions*, red. E.A. Heinrichs. John Wiley & Sons Inc. New York, 8, 249–319.
- [70] Ignatowicz S., 1979: Effect of inorganic salts upon biology and development of acarid mites. III. Effects of relative humidity and mineral salts upon fecundity and longevity of copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina, Acaridae). *Pol. Pismo Ent.*, 49, 577–581.
- [71] Ignatowicz S., 1980: Effect of inorganic salts upon biology and development of acarid mites. IV. Effects of calcium phosphate surplus in food upon fecundity, life span and development of copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina, Acaridae). *Pol. Pismo Ent.*, 50, 289–298.
- [72] Ignatowicz S., Pankiewicz–Nowicka D., 1980: Effect of inorganic salts upon biology and development of acarid mites. VI. Effect of tricalcium phosphate and calcium chloride surplus in food upon fecundity, life span and egg viability of flour mite, *Acarus siro* L. (Acarina, Acaridae). *Pol. Pismo Ent.*, 50, 541–546.
- [73] Janovskij V.M., 1990: Nasekomye i problema ekologičeskogo monitoringa lesnych ekosistem. *Les. Choz.*, 11, 29–32.
- [74] Janovskij V.M., 1992: Reakcija vreditelej molodnjakov sosny na vybrosy teplovykh elektrostancij. *Les. Choz.*, 10, 17.

- [75] Janssen M.P.M., Joosse E.N.G., van Straalen N.M., 1990: Seasonal variation in concentration of cadmium in litter arthropods from a metal contaminated site. *Pedobiologia*, 34, 257–267.
- [76] Joosse E.N.G., Verhoef S.C., 1983: Lead tolerance in Collembola. *Pedobiologia*, 25, 11–18.
- [77] Kaczmarek S., 1977: Stawonogi (Arthropoda) zasiedlające gniazda ptaków w skrzynkach lęgowych rozmieszczonych w drzewostanach leśnych. *WSP, Słupsk*, 34, 1–152.
- [78] Kaczmarek S., Seniczak S., 1994: Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe Włocławek na roztocze z rzędu Gamasida (Acari) w siedlisku boru świeżego. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 25, 125–132.
- [79] Kaczmarek S., Seniczak S., 1996: Występowanie Gamasida (Acari) glebowych w młodnikach sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 28, 133–140.
- [80] Kaczmarek S., Seniczak S., 1997: Gamasida (Acari) glebowe w młodnikach sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 29, 139–149.
- [81] Kaczmarek S., Seniczak S., 1997: Gamasida (Acari) glebowe młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 29, 151–159.
- [82] Kaczmarek S., Seniczak S., 1997: Gamasida (Acari) glebowe młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Włókien Chemicznych „Wistom”. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 29, 129–137.
- [83] Kaczmarek S., Seniczak S., 1997: Gamasida (Acari) glebowe młodników sosnowych zanieczyszczonych przez Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” w Bielawach. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 29, 117–127.
- [84] Kaczmarek S., Seniczak S., 1999: Gamasida (Acari) glebowe w młodnikach sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 31 (w druku).
- [85] Kaczmarek S., Seniczak S., 1999: Gamasida (Acari) glebowe w młodnikach sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Police”. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 30, 111–120.

- [86] Kaczmarek S., Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenoz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych „Włocławek”, IV. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 111–124.
- [87] Kaczmarek S., Seniczak S., Klimek A., 1996: Glebowe Gamasida (Acari) w borze świeżym w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 81–89.
- [88] Kainulainen P., Satka H., Mustaniemi A., Holopainen J.K., Oksanen J., 1993: Conifer aphids in an air-polluted environment. II. Host plant quality. Environ. Pollut., 80, 193–200.
- [89] Karppinen E., 1957: Die Oribatiden-Fauna einiger Schlagund Brandflächen. Suomen Hyönteistieteellinen Aikakauskirja. Ann. Entom. Fenn., 23, 181–203.
- [90] Kasprzak K., Niedbała W., 1981: Wskaźniki biocenotyczne stosowane przy porządkowaniu i analizie danych w badaniach ilościowych. W: Górny M. i Grüm L. „Metody stosowane w zoologii gleby”. PWN, Warszawa, 397–416.
- [91] Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985: Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. PWE, Warszawa, 1–125.
- [92] Kawecka A., 1972: Stopień uszkodzenia drzewostanów w Nadleśnictwie Puławy pod wpływem emisji związków azotu. Las Polski, 4.
- [93] Kawecka B., Eloranta P.V., 1994: Zarys ekologii glonów wód słodkowodnych i środowisk lądowych. PWN, 174–176.
- [94] Kehl C., Weigmann G., 1992: Die Hornmilbenzöosen (Acari, Oribatida) an Apfelbäumen im Stadtgebiet von Berlin als Bioindikatoren für die Luftqualität. Zool. Beitr. N.F., 34, 261–271.
- [95] Kiełczewski B., 1957: Z badań nad fauną roztoczy Nadleśnictwa Warcino. Roczn. WSR, Poznań, 1, 23–28.
- [96] Kiełczewski B., 1966: Pospolite gatunki roztoczy biotopów leśnych, występujących na drzewach i towarzyszące niektórym owadom. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 65, 217–223.
- [97] Kiełczewski B., Kashyna E., 1965: Akarofauna kultur i młodników iglastych na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego WSR Zielonka. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 17, 377–383.
- [98] Kiełczewski B., Nawrot J., Wiśniewski J., 1970: Roztocze występujące na gmachówce (*Camponotus* Mayr; Hymenoptera, Formicidae) i w jej gniazdach. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 30, 17–26.

- [99] Kiełczewski B., Seniczak S., 1971: Mechowce (Oribatei) występujące na świerku pospolitym. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 32, 45–49.
- [100] Kiełczewski B., Wiśniewski J., 1962: Z badań nad akarofauną gniazd *Formica rufa* L. i *F. polyctena* Först. na tle pozostałych stawonogów towarzyszących. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 13, 1, 3–14.
- [101] Kiełczewski B., Wiśniewski J., 1973: Fauna roztoczy wymarłych gniazd mrówek z grupy *Formica rufa* w Nadleśnictwie Doświadczalnym Zielonka. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 36, 33–38.
- [102] Kiełczewski B., Wiśniewski J., 1978: Bark beetle acarofauna in different types of forest habitat. Part IV. Oribatei. Bull. Soc. Amis Sci., Poznań, D 18, 119–133.
- [103] Kiełczewski B., Wiśniewski J., 1982: Las w środowisku życia człowieka. PWRiL, Warszawa, 1–204.
- [104] Kiszka J., 1977: Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (Lichenes) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej. Wyd. Nauk. WSP Kraków, 19, 1–132.
- [105] Klimas F., Dziamski A., 1988: Dynamika rozwojowa sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) oraz zmiany florystyczne w szacie roślinnej zbiorowisk leśnych w zasięgu oddziaływania Zakładów Azotowych Włocławek. Mat. Konf. Nauk., Włocławek, 42–67.
- [106] Klimaszewski S.M., Wojciechowski W., Czylok A., Gębicki C., Herczek A., Jasińska J., 1980: Zgrupowania wybranych grup pluskwiaków równoskrzydłych (Homoptera) i różnoskrzydłych (Heteroptera) w lasach rejonu huty „Katowice”. Acta Biol., Katowice, 8, 22–39.
- [107] Klimek A., Seniczak S., 1994: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 25, 133–145.
- [108] Klimek A., Seniczak S., 1994: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 25, 147–160.
- [109] Klimek A., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinat Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 29, 89–104.
- [110] Klimek A., Seniczak S., 1998: Influence of sulphur pollution emitted by the „Wistom” chemical factory on soil mites (Acari) in young Scots pine

- forests, with specifics analysis of Oribatida. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 2, 221–227.
- [111] Klimek A., Seniczak S., 1999: Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 31 (w druku).
- [112] Klimek A., Seniczak S., 1999: Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 31 (w druku).
- [113] Klimek A., Seniczak S., 1999: Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 30, 131–143.
- [114] Klimek A., Seniczak S., 1999: Mechowce glebowe (Acari, Oribatida) młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Police”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 31 (w druku).
- [115] Klimek A., Seniczak S., Bukowski G., 1995: The soil mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a chemical factory „Luboń” near Poznań. Proceedings of the Symposium on „Advances of Acarology in Poland”, Siedlce, 49–52.
- [116] Klimek A., Seniczak S., Żelazna E., Dąbrowska B., 1991: Akarofauna (Acari) skarp osadników produktów odpadowych Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 22, 151–165.
- [117] Kluczyński B., 1989: Wpływ związków fluoru na rośliny drzewiaste. W: Życie drzew w skażonym środowisku. PWN, Warszawa–Poznań, 105–128.
- [118] Kolk A., Lech P., Sierota Z., 1996: Określanie stref zagrożeń lasów Polski przez czynniki biotyczne. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa, 1–50.
- [119] Koricheva J., Lappalainen J., Vuorisalo T., Haukioja E., 1996: Density patterns of gall mites (Acarina: Eriophyidae) in a polluted area. Environ. Pollut., 93, 3, 345–352.
- [120] Kratzmann M., Ludwig M., Błaszak C., Alberti G., 1993: Mikroarthropoden: Reactionen auf Bodenversauerung, Kompensationskalkungen und Schwermetalle. Inf. Natursch. Landschaftspfl. 6, 94–110.
- [121] Krawczyk A., 1985: Wrażliwość mszyc na dwutlenek siarki. Cz. I. Wpływ SO₂ na płodność mszyc *Macrosiphoniella oblonga* (Mordv.)

i *Macrosiphoniella artemisiae* (B. de F.) (Homoptera: Aphididae). Acta Biol., Katowice, 17, 103–113.

- [122] Krawczyk A., 1985: Wrażliwość mszyc na dwutlenek siarki. Cz. II. Wpływ SO₂ na aktywność wybranych enzymów mszyc *Macrosiphoniella oblonga* (Mordv.) i *Macrosiphoniella artemisiae* (B. de F.) (Homoptera: Aphididae). Acta Biol., Katowice, 17, 114–129.
- [123] Kropczyńska–Linkiewicz D., 1984: Rola drapieżnych roztoczy (Phytoseiidae) jako wrogów naturalnych przędziorka lipowca (*Eotetranychus tiiliarium* (Hermann)) w warunkach miejskich. Wyd. SGGW–AR, Warszawa, 1–68.
- [124] Kulisz I., 1988: Kwaśne opady i ich wpływ na środowisko. Wyd. Geologiczne, Warszawa, 40–41.
- [125] Kuziel S., 1975: Wpływ SO₂ na zawartość chlorofilu i aktywność katalazy u wybranych gatunków porostów. Acta Soc. Bot. Pol., 63, 313–319.
- [126] Kuznijecov N.N., Pjetrov W.M., 1984: Hiščnyje klešči pribaltiki. Akad. Nauk. Łot. SSR., 33–61.
- [127] Lebrun Ph., 1971: Écologie et biologie de quelques peuplements d'arthropodes édaphiques. Mem. Inst. Sci. nat. Belg., 165, 1–203.
- [128] Lebrun Ph., 1976: Effects ecologiques de la pollution atmospherique sur les populations et communautés de microarthropodes corticoles (Acariens, Collemboles et Pterygotes) Bull. Ecol., Belgique, 7, 417–430.
- [129] Lebrun Ph., Goossens J.M., Wauthy G., 1978: The effect of interaction between the concentration of SO₂ and the relative humidity of air on the survival of the bark–living bioindicator mite *Humerobates rostrolamellatus*. Water Air Soil Polut., 10, 269–275.
- [130] Lebrun Ph., Wauthy G., Lebranc Ch., Goossens M., 1977: Tests écologiques de toxitolérance au SO₂ sur l'oribate corticole *Humerobates rostrolamellatus* (Grandjean 1936) (Acari: Oribatei). Ann. Soc. r. Zool. Belg., 106, 193–200.
- [131] Lemke J., 1963: Kilka uwag na temat szkód dymowych. Las Pol., 3–7.
- [132] Lipnicki L., Wójciak H., 1995: Porosty. Klucz–atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 40–48.
- [133] Ludwig M., Kratzmann M., Alberti G., 1991: Accumulation of heavy metals in two oribatid mites. W: Proc. VIII Intern. Congress of Acarology (Red. F. Dusbabek, V. Bukwa), České Budějovice – Academia Prague and SPB Academic Publ., Hague, 1, 431–137.
- [134] Ludwig M., Kratzmann M., Alberti G., 1992: Observations on the preventicular glands („organes racemiformes”) of the oribatid mite *Chamobates borealis* (Acari, Oribatida): an organ of interest for studies adaptation of animals to soils. Experim. Appl. Acarology, 15, 49–57.

- [135] Madziara–Borusiewicz K., 1983: Szkodliwe owady plagą parków narodowych. *Aura*, 1, 20–21.
- [136] Malinowski H., 1993: Ekologiczne konsekwencje oddziaływania zanieczyszczeń środowiska na owady. *Prace IBL*, B, 17, 79–92.
- [137] Małachowska J., Wawrzoniak J., 1994: Ocena uszkodzenia lasu na Starych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Biologicznego w 1993 r. IBL, Warszawa, 1–35.
- [138] Marska B., 1982: Wpływ Zakładów Chemicznych „Police” na skład gatunkowy porostów Puszczy Wkrzańskiej. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 95, 95–110.
- [139] Marska B., 1988: Wpływ wieloletniego oddziaływania emisji przemysłowych na florę porostów zagrożonych obszarów leśnych województwa szczecińskiego. *Rozprawy AR Szczecin*, 117, 1–123.
- [140] Matuszkiewicz W., 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa, 1–298.
- [141] Miądlikowska J., 1990: Czy zwierzęta lubią „Porosty”. *Wiad. Ekol.*, 36, 4, 201–212.
- [142] Migula P., 1989: Combined and separate effects of cadmium, lead and zinc on respiratory metabolism during the last larval stage of the house cricket, (*Acheta domestica*). *Biologia*, Bratislava, 44, 513–521.
- [143] Migula P., 1991: Strategie adaptacji bezkręgowców do środowisk zanieczyszczonych metalami ciężkimi. *Biotechnologia*, 3–4 (13–14), 50–62.
- [144] Migula P., 1993: Kiedy metale ciężkie są szkodliwe. *Fund. Ekol. Silesia*, Katowice, 1–111.
- [145] Migula P., Kędziorski A., Nakonieczny M., Kafel A., 1989: Combined and separate effects of heavy metals on energy budget and metal balances in *Acheta domestica*. *Utt. Prade h J. Zool.*, 9, 140–149.
- [146] Mihelčič F., 1963: Ein Beitrag zur Kenntnis der europäischen *Eremaeus* (Acarina – Oribatei), *Eos*, Madrid, 38, 567–599.
- [147] Moiseev A.D., Pisareva S.D., 1990: Rasprostranenie sosnogo podkornogo klopa v kul'turach sosny, ispytyvajuščich vozdejstvie promyšlennykh vybrosov. *Les. Z.*, 1, 10–14.
- [148] Moursi A., 1962: The lethal doses of CO₂, N₂, NH₃ and H₂S for soil arthropods. *Pedobiologia*, 2, 9–14.
- [149] Moursi A., 1970: Toxicity of ammonia on soil arthropods. *Bull. Ent. Soc. Egypt Econ. Ser.*, 4, 241–244.
- [150] Mozolevskaja E.G., Šarapa T.V., Moiseev A.D., Pisareva S.D., 1992: Parametry populjacji bol'sogo sosnogo luboeda v zonach promyšlennogo zagrjaznenija. *Mezv. Sb. Ekol. Zasc.*, 62–66.

- [151] Niedbała W., 1967: Badania ilościowe nad występowaniem mechowców (Acari, Oribatei) w Parku Sołackim w Poznaniu w zależności od niektórych zabiegów gospodarczych. *Bad. fizjogr. Pol. zach.*, Poznań, 20, 29–44.
- [152] Niedbała W., 1969: Fauna mechowców (Acari, Oribatei) nadrzewnych w okolicach Poznania. *Pol. Pismo Ent.*, Wrocław, 39, 1, 83–94.
- [153] Niedbała W., 1971: Fauna roztoczy (Acari) glebowych w dwóch różnych biotopach oraz w strefie przejściowej między nimi. *Bad. fizjogr. Pol. zach.*, Poznań, 24 B, 217–220.
- [154] Niedbała W., 1972: Sukcesja ekologiczna zgrupowań mechowców (Acari, Oribatei) zadrzewień Uroczyska Marcelin w Poznaniu. *Pr. Kom. Biol.*, Poznań, PTPN, 35, 3, 1–94.
- [155] Niedbała W., 1977: Badania biocenotyczne nad mechowcami (Acari, Oribatei) Masywu Ślęży. *Bad. fizjograf. nad Polską zach.*, 30, C, 47–73.
- [156] Niedbała W., Błaszak C., Błoszyk J., Kaliszewski M., Kaźmierski A., 1981: Roztocze (Acari). W: „Zoocenologiczne podstawy kształtowania środowiska przyrodniczego osiedla mieszkaniowego Białołęka Dworska w Warszawie”. Cz. I. Skład gatunkowy i struktura fauny terenu projektowanego osiedla mieszkaniowego. *Fragm. faun.*, Warszawa, 26, 9, 105–156.
- [157] Niedbała W., Błoszyk J., Kaliszewski M., Kaźmierski A., Olszanowski Z., 1990: Structure of soil mite (Acari) communities in urban green of Warsaw. *Fragm. faun.*, Warszawa, 33, 3, 21–44.
- [158] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa, 175–200.
- [159] Ostrowska A., 1980: Akumulacja azotu w igłach, korze i drewnie sosny w zasięgu oddziaływania Zakładów Azotowych w Puławach. *Rocz. Glebozn.*, 20, 117–131.
- [160] Peus F., 1932: Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der europäischen Hochmoore. In: *Handbuch der Moorkunde*, Berlin, 7.
- [161] Piechota J., Piechota M., 1987: Właściwości biologiczne mszyc a możliwość bioindykacji zmian w środowisku. *Wiad. Entomol.*, 7, 1–2, 11–12.
- [162] Porzner A., Weigmann G., 1992: Die Hornmilbenfauna (Acari, Oribatida) an Eichenstämmen in einem Gradienten von Autoabgas-Immissionen. *Zool. Beitr. N.F.* 34, 2, 249–260.
- [163] Pschorn-Walcher H., 1953: Zur Biologie und Systematic terricoler Milben. Xerophilhemiedophsche Oribatiden. *Bonn. Zool. Beitr.*, Bonn, 4, 327–332.
- [164] Rajski A., 1966: Stosunki pokarmowe u mechowców (Acari, Oribatei). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 65, 237–248.
- [165] Rajski A., 1968: Autecological–zoogeographical analysis of moss mites (Acari, Oribatei) on the basis of fauna in the Poznań environs. Part II. *Fragm. faun.*, Warszawa, 14, 277–405.

- [166] Selichovkin A.V., 1992: Lesoentomologiceskij monitoring v zonach intensivnogo promyslennogo zagraznenija. *Les. Z.*, 2, 16–19.
- [167] Sell D., 1990: Mechowce (Acari, Oribatei) z gniazd mrówek *Formica rufa* (s.l) z terenów Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 373, 151–161.
- [168] Seniczak A., 1998: Preliminary studies on the influence of food on the development and morphology of *Archezogetes longisetosus* Aoki (Acari, Oribatida) in the laboratory conditions. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 2, 175–180.
- [169] Seniczak A., Seniczak S., 1998: The influence of lead on the morphology of *Archezogetes longisetosus* (Acari, Oribatida). *Soil Zoological Problems in Central Europe*. České Budějovice, 199–205.
- [170] Seniczak A., Seniczak S., Długosz J., 1997: The influence of copper on the development, fertility and mortality of *Archezogetes longisetosus* Aoki (Acari, Oribatida) in the laboratory conditions. *Mengen – und Spurenelemente*, 17 Arbeitstagung. Friedrich–Schiller–Universität Jena, 620–626.
- [171] Seniczak A., Seniczak S., Długosz J., 1999: The influence of lead on the development, fertility and mortality of *Archezogetes longisetosus* Aoki (Acari, Oribatida) in laboratory conditions. 2 International Conference. *Trace Elements: Effects on Organisms and Environment*. University of Silesia, (w druku).
- [172] Seniczak S., 1973: Pionowe rozmieszczenie roztoczy nadrzewnych na niektórych gatunkach drzew w różnych typach siedliskowych lasu. *Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań*, 36, 171–189.
- [173] Seniczak S., 1974: Charakterystyka ekologiczna ważniejszych mechowców nadrzewnych (Acarina, Oribatei) występujących w młodnikach dwóch typów siedliskowych lasu. *Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań*, 38, 183–198.
- [174] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. *Rozprawy UMK, Toruń*, 41–57.
- [175] Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). *I. Zool. Beitr. N.F.* 35, 1, 3–17.
- [176] Seniczak S., Dąbrowski J., Dąbrowska B., Gackowski G., 1993: Wpływ aerozoli ścieków pochodzących z Zakładów Chemicznych „Organika–Zachem” w Bydgoszczy na akarofaunę łąkową, ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida (Acari). *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 23, 121–132.
- [177] Seniczak S., Dąbrowski J., Dąbrowska B., Szulc J., 1996: Akarofauna (Acari) gniazd wybranych ptaków śpiewających (Passeriformes, Oscines)

- Puszczy Bydgoskiej. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 103–114.
- [178] Seniczak S., Dąbrowski J., Długosz J., 1997: Effect of copper smelting air pollution on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Głogów, Poland. I. Arboreal mites. *Water, Air, and Soil Pollution*, 94, 71–84.
- [179] Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna nadrzewna (Acari) dolnego odcinka strzał sosen w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 18, 133–143.
- [180] Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S., Górniak G., 1991: Wpływ deszczowania na akarofaunę (Acari) upraw traw w okolicach Bydgoszczy. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 22, 167–181.
- [181] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1995: Air pollution effects on mites (Acari) in Scots pine forests polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek, Poland. *Acta Zool. Fennica*, 196, 354–356.
- [182] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1996: The mites associated with young Scots pine forests polluted by a copper smelting works in Głogów, Poland. *Acarology IX. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio*, 1, 573–574.
- [183] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1997: Effect of Pollution Produced by a Cement and Lime Factory *Kujawy* on Mites (Acari) Associated with Young Scots Pine Forests in Bielawy, Poland. *Bull. Acad. Pol. Sci.*, Warszawa, 45, 1, 1–6.
- [184] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1997: The mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by the chemical factory „Luboń” near Poznań. W: *Ekologia behawioralna. (Materiały z sympozjum)*. Wyd. UMCS Lublin, 159–167.
- [185] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1999: Effect of alkaline deposition on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests in Poland. *Water, Air, and Soil Pollution*, 109, 407–428.
- [186] Seniczak S., Górniak G., 1997: Wpływ symulowanych kwaśnych deszczów na roztocze glebowe (Acari) uprawy sosnowej ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1, 47–56.
- [187] Seniczak S., Kaczmarek S., Klimek A., 1991: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych zadrzewień śródpolnych okolic Turwi. I. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 19, 143–153.
- [188] Seniczak S., Kaczmarek S., Klimek A., 1991: Wpływ zadarniania na akarofaunę glebową (Acari) boru świeżego w rejonie oddziaływania emi-

- sji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 19, 129–141.
- [189] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 121–132.
- [190] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Roztocze (Acari) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą jęczmienia, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 139–151.
- [191] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Roztocze (Acari) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą rzepaku, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 153–166.
- [192] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1997: Roztocze (Acari) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 57–69.
- [193] Seniczak S., Klimek A., Gackowski G., Kaczmarek S., Zalewski W., 1997: Effect of copper smelting air pollution on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Głogów, Poland. II. Soil mites. *Water, Air and Soil Pollution* 97, 287–302.
- [194] Seniczak S., Klimek A., Górniak G., Kaczmarek S., 1988: Dynamika liczebności roztoczy (Acarida) w płatach słonorośli w rejonie oddziaływania Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 16, 119–131.
- [195] Seniczak S., Klimek A., Górniak G., Kaczmarek S., 1993: Rozkład przestrzenny roztoczy (Acari) w płatach słonorośli w rejonie oddziaływania Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 133–146.
- [196] Seniczak S., Klimek A., Górniak G., Peter E., 1993: Sezonowa dynamika liczebności roztoczy (Acari) w płatach boru świeżego z mchem w zasięgu oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 99–119.
- [197] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna (Acari) glebowa wybranych płatów boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 18, 117–131.
- [198] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). II.: litter / soil fauna. *Zool. Beitr. N.F.* 35, 2, 199–216.

- [199] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). III.: moss / soil fauna. Zool. Beitr. N.F. 36, 1, 11–28.
- [200] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., Socha T., 1991: Tendencje rozwojowe akarofauny glebowej (Acari) łąk słonych w rejonie oddziaływania Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 19, 115–127.
- [201] Seniczak S., Klimek A., Słowikowska M., 1986: Wpływ deszczowania na akarofaunę łąkową ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Acarida, Oribatida). Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 14, 113–126.
- [202] Seniczak S., Słowikowska M., 1993: Wpływ herbicydów i nawozów azotowych na akarofaunę glebową uprawy sosnowej zachwaszczonej trzcinikiem, ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida (Acari). Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 87–98.
- [203] Sierpiński Z., 1968: Wpływ gazów i dymów przemysłowych na dynamikę populacji niektórych szkodników pierwotnych sosny. Prace IBL, 365, 139–150.
- [204] Sierpiński Z., 1970: Gospodarcze znaczenie szkodliwych owadów w drzewostanach sosnowych objętych chronicznym działaniem przemysłowych zanieczyszczeń powietrza. Sylwan, 5.
- [205] Sierpiński Z., 1970: Owady szkodliwe występujące w drzewostanach sosnowych na terenach uprzemysłowionych i ich znaczenie gospodarcze. Wiad. Ekol., 4, 298–305.
- [206] Sierpiński Z., 1972: Szkodniki wtórne sosny na tle zmian zachodzących w drzewostanach znajdujących się w zasięgu działania emisji azotowych. Prace IBL, 434, 54–99.
- [207] Sierpiński Z., 1972: Występowanie przędziorka sosnowca [*Paratetranychus* = (*Oligonychus*) *Ununguis* Jacoby] na sośnie pospolitej w zasięgu działania emisji przemysłowych. Prace IBL, 433 i 434, 101–109.
- [208] Sierpiński Z., 1972: Znaczenie gospodarcze szkodników wtórnych w drzewostanach sosnowych znajdujących się w zasięgu chronicznego działania przemysłu. Prace IBL, 410, 85–113.
- [209] Sierpiński Z., 1987: Owady i roztocze nękające drzewostany iglaste w Polsce. Wiad. Entomol., 7, 1–2, 51–58.
- [210] Sierpiński Z., 1987: Szkodliwe owady leśne bioindykatorami zanieczyszczeń powietrza? W: Materiały II Krajowego Sympozjum nt. Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Wyd. Nauk. UAM, Poznań, 321–325.

- [211] Sitnikova Ł.G., 1962: Kratkij obzor fauny pancirnych kleščej (Acariformes, Oribatei) Leningradskoj oblasti. Trudy Zool. Inst. Akad. Nauk, Leningrad, 31, 429–452.
- [212] Skubała P., 1996: Moss mite communities (Acarida, Oribatida) on galena–calamine mining wastelands. Acta Biol. Sil., 28 (45), 147–169.
- [213] Strenzke K., 1952: Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des Bodens: Die Oribatiden und ihre Synusien in der Böden Norddeutschlands. Zoologica, Stuttgart, 104, 1–172.
- [214] Sylwestrowicz–Maliszewska Z., Olszanowski Z., Błoszyk J., 1993: Moss mites (Acari: Oribatida) of pine forests from Poland. Fragm. faun., Warszawa, 36, 12, 186–199.
- [215] Szczepaniak W., Bałazy S., 1992: Stan i zagrożenia lasów komunalnych miasta Poznania. W: Materiały do Symp. Podyplomowego „Gospodarka przestrzenna miast i gmin Zachodnich”, Politechnika Poznań, 119–128.
- [216] Świeboda M., Kalembe A., 1978: Porosty biologicznym wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Wiad. Ekol., 24, 3, 209–224.
- [217] Świeboda M., Kalembe A., 1979: The bark of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) as biological indicator of atmospheric air pollution. Acta Soc. Bot. Pol., 48, 539–549.
- [218] Świeboda M., Kalembe A., 1983: Zastosowanie wybranych testów biologicznych do oceny poziomu skażenia powietrza atmosferycznego związkami fluoru i dwutlenkiem siarki. Materiały pokonferencyjne. PAN, Wrocław, 87–105.
- [219] Tarras–Wahlberg N., 1960: Taxonomical, Anatomical and Biological Comments on *Dipterobates humeralis* (Herm. 1804) – Oribatei, Acari – Including a Description of the tritonimph. Kungl. Fysiografiska sällskaps i lundförhandlingar, 30, 92–101.
- [220] Travé J., 1963: Écologie et biologie des Oribates (Acarines) saxicoles et arboricoles. Vie et Milieu, Paris, Suppl., 14, 1–267.
- [221] Vtorov P.P., Krivoluckij D.A., 1968: Pancirnyje klešči vostočnoj Kirgizji. Pedobiologia, 8, 123–133.
- [222] Warren K.S., 1962: Ammonia toxicity and pH. Nature, London, 195, 47–49.
- [223] Wawrzoniak J., Małachowska J., Wójciak J., Sierota Z., Adamski L., Pluciak M., Załęski A., Kolk A., Lech P., 1998: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1997 roku na podstawie badań monitoringowych. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 1–8.
- [224] Weigmann G., Jung E., 1992: Die Hornmilben (Acari, Oribatida) an Straßenbäumen in Stadtzonen unterschiedlicher Luftbelastung in Berlin. Zool. Beitr. N.F. 34, 2, 273–287.

- [225] Wiąckowski S.K., 1978: Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na entomofagi skośnika tuzinka (*Exoteleia dodecella* L.) i mszyc oraz na inne owady występujące na sośnie w okolicy Tomaszowa Maz. Folia Forestalia Polonica, A, 23, 175–187.
- [226] Willmann C., 1931: Moosmilben oder Oribatiden (Oribatei). Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 22, 79–200.
- [227] Wiśniewski J., 1965: Pajęczaki towarzyszące mrowiskom *Formica polyctena* Först. (Hym., Formicidae) w Nadleśnictwie Doświadczalnym WSR Zielonka. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań, 17, 3, 537–584.
- [228] Wood T.G., 1967: Acari and Collembola of morland soils from Yorkshire, England III. The micro-arthropod communities. Oikos, 18, 277–292.
- [229] Wójciak H., 1984: Porosty obszarów graniczących z Zakładami Azotowymi w Puławach. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C, 39, 4, 29–36.
- [230] Zalewska M., 1989: Mechowce (Oribatida, Acarida) wschodniej części rezerwatu leśno-stepowego w Bielinku nad Odrą. Zesz. Nauk. Uniw. Szczecin. (Acta biol. et marinist., 1), 46, 53–143.
- [231] Zalewska M., Rajski A., 1990: Mechowce (Oribatida, Acarida) gołoborzy w Świętokrzyskim Parku Narodowym. Fragm. faun., Warszawa, 33, 13, 191–201.
- [232] Zbierska J., 1983: Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady nawozów fosforowych na uszkodzenie roślin oraz ich skażenie fluorem. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn., PTPN, Poznań, 45, 289–308.
- [233] Żbikowska-Zdun K., 1983: Wstępne obserwacje nad zasiedlaniem ściółki liściastej przez Oribatei. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 252, 125–136.

ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONACH ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ WYBRANYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie

W niniejszej pracy analizowano skład jakościowy, liczebność oraz wybrane elementy ekologii roztoczy żyjących na drzewach w młodnikach sosnowych, będących pod wpływem zanieczyszczeń pochodzących z dużych zakładów przemysłowych, takich jak: Toruńskie Zakłady Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”, Zakłady Włókien Chemicznych „Wistom”, Zakłady Chemiczne „Luboń”, Zakłady Azotowe „Włocławek”, Zakłady Chemiczne „Police”, Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” i Huta Miedzi „Głogów”. W okolicy każdego zakładu w około 20-letnich młodnikach sosnowych wytypowano 4 powierzchnie badawcze w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III (uszkodzenia silne), II (uszkodzenia średnie) i I (uszkodzenia słabe) strefie uszkodzeń drzewostanów, a powierzchnie 4 (kontrolne) lokalizowano w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzew.

Materiał do badań pobierano ze strzał sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm od podłoża, sekcję środkową – w środkowej części strzały, a sekcję górną usytuowano na wysokości trzeciego okółka gałęzi, licząc od wierzchołka drzewa. Powierzchnia próby w każdej z sekcji obejmowała dookoła strzałę i wynosiła 1 dm². Po rejestracji jakościowej i ilościowej epifity zeszkrobywano wraz z wierzchnią warstwą kory do worków foliowych. W okolicy zakładów materiał pobierano z powierzchni badawczych przez dwa kolejne lata (1990–93 r.), w pierwszej dekadzie maja i października, każdorazowo w 10 powtórzeniach. Z łącznej liczby 3360 prób uzyskano prawie 43000 roztoczy. Oribatida i Gamasida oznaczano do gatunku lub rodzaju, uwzględniając ich stadia młodociane, a pozostałe osobniki zakwalifikowywano do rzędów. Zgrupowania gatunków Oribatida i Gamasida scharakteryzowano za pomocą wskaźników: abundancji (*A*), dominacji (*D*) i stałości występowania (*C*), a zgrupowania mechowców określano wskaźnikami różnorodności gatunkowej Shannona (*H*) i równomierności *e*.

Do analiz chemicznych pobrano osobno korę, glony i porosty ze strzał sosny w przedziale wysokości 110–150 cm, licząc od powierzchni gleby. Na wszystkich powierzchniach badawczych w wymienionych substratach oznaczano siarkę ogólną metodą nefelometryczną. Pozostałe analizy uzależniono od specyfiki zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady przemysłowe. Metale ciężkie (miedź, ołów i wapń) oznaczano metodą ASA. Fluor oznaczano metodą spektrofotometryczną, a fosfor, azot amonowy i azotanowy metodą kolorymetryczną. Do oznaczania chlorku winylu zastosowano metodę chromatografii gazowej.

Roztocze w badanym materiale reprezentowane były przez 5 grup, wśród których dominowały Oribatida. Licznie reprezentowane były również Actinedida, znacznie mniejszy udział miały Gamasida, natomiast Acaridida i Tarsonemida występowały sporadycznie. Liczebność ogólna roztoczy, jak i wyżej wymienionych grup w okresie wiosny i jesieni była podobna. Roztocze osiągały największe zagęszczenie w odziomkowych sekcjach strzał, a w sekcjach wyższych było ich zdecydowanie mniej. Na taki obraz rozmieszczenia roztoczy główny wpływ miały Oribatida. W zebranych materiale stwierdzono łącznie 61 taksonów mechowców i 31 taksonów Gamasida. Większość z nich to gatunki glebowe, które w niewielkiej liczbie odnotowywano głównie w dolnych sekcjach drzew.

Wraz ze wzrostem skażenia młodników sosnowych zanieczyszczeniami przemysłowymi liczebność roztoczy i liczba gatunków malały, co najwyraźniej uwidoczniło się na przykładzie Oribatida. Na terenach silnie skażonych w porównaniu z powierzchniami kontrolnymi stwierdzono również zmiany w strukturze dominacji gatunków Oribatida; najczęściej jeden bądź dwa gatunki zdecydowanie dominowały nad pozostałymi. Gamasida reprezentowane były głównie przez dwa gatunki *Anthoseius rhenanus* i *A. verrucosus*, które na powierzchniach silnie skażonych występowały na ogół mniej licznie w porównaniu z powierzchniami mniej skażonymi. Zanieczyszczenia przemysłowe nie wpłynęły zasadniczo na pionowe rozmieszczenie roztoczy nadrzewnych. Jedynie w młodniku sosnowym w pobliżu Zakładów Chemicznych „Luboń” *Zygoribatula exilis* zeszła z drzew rozmnażać się w glebie, gdzie prawdopodobnie znalazła lepsze warunki do rozwoju.

Pod względem wrażliwości na zanieczyszczenia przemysłowe, w młodnikach sosnowych wyróżniono 3 grupy roztoczy. Do grupy I zaliczono gatunki *Trichoribates trimaculatus*, a niekiedy *Cultroribula juncta*, które spotkać można licznie na sosnach silnie skażonych, rosnących najczęściej w pobliżu emitatorów. Do grupy II zaliczono gatunki *Micreremus brevipes* i *Zygoribatula exilis*, które najliczniej występują na sosnach średnio i mało skażonych. Do III grupy zalicza się gatunki *Carabodes labyrinthicus* i *Eporibatula rauschenensis*, które na silnie skażonych sosnach najczęściej nie występują lub spotkać je można sporadycznie. Znaczenie praktyczne do oceny stopnia skażenia młodników sosnowych może mieć wartość wskaźnikowa roztoczy najwyraźniej reagujących na zanieczyszczenia, zwłaszcza *Carabodes labyrinthicus* i *Trichoribates trimaculatus*. Ten pierwszy mechowiec okazał się wrażliwym na zanieczyszczenia przemysłowe, natomiast drugi je tolerował.

THE ARBOREAL MITES (ACARI)
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN SOME REGIONS
POLLUTED BY FACTORIES

Summary

The density, species composition and some aspects of ecology of arboreal mites in about 20 years old Scots pine forests in the regions polluted by large factories were investigated. The following factories were considered: chemical factories „Polchem” (TZPN „Polchem”), „Wistom” (ZCh „Wistom”), „Luboń” (ZCh „Luboń”) and „Police” (ZCh „Police”), nitrogen fertilizer factory „Włocławek” (ZA „Włocławek”), cement and lime factory „Kujawy” (KCW „Kujawy”) and copper smelting works „Głogów” (HM „Głogów”). Near each factory, 4 plots were chosen (plot 1–4) in these forests, situated in different zones of forest damage. Plots 1, 2, 3 were in III (strongly damaged), II (medium damaged) and I (slightly damaged) zones, respectively. In the control plots (plot 4) no distinct forest damage were observed.

The mites and epiphytes were investigated in spring and autumn 1990–1993, during the two following years. Three sections of Scots pine stems were investigated: lower (10 cm above the soil), middle and upper (above the third terminal whorl of branches) sections. In each plot and each sampling period, samples of 1 dm² in area (around the stem) were taken from each section and in 10 replications (separate trees). In each sample the covering of epiphytes was assessed, and next the epiphytes and the outer part of tree bark were collected by scraping. Mites were extracted from the material in high gradient Tullgren funnels. From the total 3360 samples nearly 43000 mites were extracted. The Oribatida and Gamasida were determined to species or genus, including the juvenile stages; the other mites were identified to order. For the analysis of species occurrence in samples the abundance (*A*), dominance (*D*) and constancy (*C*) indices were used, while the species diversity of Oribatida was characterized with the Shannon *H* and evenness (*e*) indices.

The concentration of pollutants was determined in Scots pine bark and epiphytes collected from the middle part of Scots pine stems (110–150 cm above the soil). In all plots the total sulphur was determined using the nephelometry method. According to specific pollutants, the other analyses were also done. Heavy metals (copper, lead and calcium) were determined using the AAS method. Fluoride was determined using the spectrophotometry method, ammonium, nitrate nitrogen and phosphorus were determined using the colorimetric method, and vinyl chloride – using the gas chromatography method.

The mites were represented by 5 groups, among them the Oribatida predominated and the second most abundant were Actinedida. The other groups of mites were not abundant. The total density of mites as well as density of groups was similar in spring and autumn. The density of mites was the highest in the lower section of trees, while in higher section it was distinctly lower. Mainly the

Oribatida caused this pattern of vertical distribution. From all plots, 61 taxa of Oribatida and 31 taxa of Gamasida were collected. Most of them are the soil species, which can also climb the lower section of trees.

The density and species diversity of mites were the highest in the control plots, and decreased in the direction of the pollution source, along with the increasing concentration of pollution in epiphytes and tree bark, what was especially well observed in Oribatida. In highly polluted plots, changes in the dominance structure of oribatid mites were also noted, comparing to the control plots; usually one or two species highly dominated the others. Gamasida were represented mainly by two species, *Anthoseius rhenanus* and *A. verrucosus*, which in most highly polluted plots were less abundant than in the less polluted plots. In the polluted plots, no distinct changes were observed in vertical distribution of mites, compared to the control plots. The exclusion was *Zygoribatula exilis*, which went from steams to the soil and multiplied there near the chemical factory „Luboń”, probably because of better living conditions in soil than on steams.

Based on the sensitivity of mites to industrial pollution, 3 groups of species are considered in young Scots pine forests. The first group *Trichoribates trimaculatus* and sometimes *Cultroribula juncta* created, which inhabit abundantly highly polluted Scots pine trees situated usually near the factories. The second group form *Micrereemus brevipes* and *Zygoribatula exilis*, which live abundantly on medium and slightly polluted Scots pine trees. The third group was represented by *Carabodes labyrinthicus* and *Eporibatula rauschenensis*, which on polluted Scots pine trees are absent or occur on them occasionally. Practicals meaning for the diagnosis of pollution level in young Scots pine forests have *Carabodes labyrinthicus* and *Trichoribates trimaculatus*, which distinctly reacted to this pollution. The former species was sensitive to industrial pollution, while the second tolerated it.



8.50

P

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy

82465



ISSN 0209-0597