

## Badania nad potencjalnym wykorzystaniem pluskwiaków różnoskrzydłych (Hemiptera: Heteroptera) w bioindykacji i monitoringu przyrodniczym<sup>†</sup>

BARBARA LIS\* , NATALIA DOMAGAŁA

*Institut Biologii, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22, 45-052 Opole*

\*autor do korespondencji: [canta@uni.opole.pl](mailto:canta@uni.opole.pl)

**Abstract.** [Studies on the potential use of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in bioindication and environmental monitoring]. The potential usefulness of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in biomonitoring and bioindication is evaluated. Three research sites situated at various distances from the full-scale plants and the control area out of reach of the emission of chemical pollutants have been selected for studies. Specimens of 50 species representing 14 heteropteran families have been sampled and analysed for species similarities, frequency, constancy, and domination. *Stictopleurus punctatonervosus* appeared to be a potential bioindicator, having reached the status of the eudominant species only in the control area. In contrast, it was less numerous in the research sites around the contaminations emitters. The increased number of predatory species (mainly representing the genus *Nabis*) was detected in the analyzed research sites surrounding the full-scale plants. True bugs have also appeared to be good indicators of environmental humidity because the hygrophilous species have occurred exclusively in meadows growing on strongly humid soils. In contrast, xerophilous species predominated in the sites with dry soils.

**Key words:** true bugs, *Stictopleurus*, *Nabis*, bioindication, biomonitoring, environment, chemical pollutants, zoocenological indicators, Poland.

### Wstęp

Głównym celem monitoringu biologicznego jest określenie stanu środowiska na podstawie analizy ilościowej i jakościowej wybranego bioindykatora. Badania tego typu pozwalają ustalić, jaki wpływ na otoczenie mają zanieczyszczenia, oraz w jaki sposób zmieniają się warunki środowiskowe danego obszaru. Prowadząc obserwacje o charakterze biomonitoringu można, na przykład, zapobiec dalszej degradacji terenu na jej wczesnym etapie (Biesiadka 2013; Dynowska i Ciecierska 2013).

Bioindykatorem nazywamy osobnika lub grupę osobników danego gatunku, którego obecność lub brak sugeruje badaczowi występowanie w określonym miejscu kluczowego czynnika ekologicznego o wąskim zakresie, niskim natężeniu lub odpowiedniej wartości progowej. Bioindykatory pomagają w zobrazowaniu stanu siedliska ekologicznego, dzięki wykorzystaniu ich wrażliwości i ścisłemu powiązaniu funkcji życiowych ze zmieniającymi się parametrami środowiska, czyli reagują na jego antropogeniczne przekształcenie (Biesiadka 2013; Dynowska i Ciecierska 2013).

Bioindykatorem może zostać gatunek świata zwierzęcego i roślinnego uznany za zagrożony, rzadki, ekspansywny, reliktowy, lub gatunek istotny w gospodarce

człowieka, dzięki którym jesteśmy w stanie opisać zmiany zachodzące w środowisku z wykorzystaniem ich wysokiej wrażliwości na zmiany parametrów środowiskowych (Biesiadka 2013; Dynowska i Ciecierska 2013; Skibińska i Chudzicka 2000).

Do cech idealnego bioindykatora należą (Biesiadka 2013): (1) dobra rozpoznawalność i łatwa identyfikacja, (2) wąski zakres wymagań ekologicznych, (3) występowanie w wielu siedliskach przyrodniczych, (4) wysoka liczebność, (5) długowieczność lub nakładające się pokolenia, (6) dobrze poznana biologia i ekologia. Niestety, bardzo mało gatunków wykorzystywanych jako bioindykatory spełnia wszystkie kryteria równocześnie, ze względu na ich wzajemne wykluczanie się (Biesiadka 2013).

Owady, jako potencjalne gatunki wskaźnikowe, które można wykorzystać w biomonitoringu i bioindykacji, cieszą się w obecnych czasach coraz większym zainteresowaniem. Jest to związane z ich ogromną bioróżnorodnością, liczebnością oraz ich występowaniem niemal we wszystkich typach środowisk. Różnorodne wymagania co do warunków środowiskowych pozwoliły na wyróżnienie elementów ekologicznych, które grupują gatunki owadów preferujących siedliska o podobnym charakterze. Opierając się na tradycyjnych podziałach, możemy wyróżnić gatunki (Mazur 2001):

<sup>†</sup> Badania prowadzono w ramach realizacji pracy magisterskiej pod tym samym tytułem, wykonywanej pod opieką prof. dr hab. Barbary Lis w Instytucie Biologii Uniwersytetu Opolskiego.

- (1) kserotermiczne i kserofilne – związane z siedliskami suchymi, przy czym gatunki kserotermiczne występują wyłącznie w zbiorowiskach kserotermicznych;
- (2) mezofilne – występujące w siedliskach średnio wilgotnych, na których nie zaznacza się dłużej trwająca susza;
- (3) higrofilne – preferujące siedliska stale wilgotne.

Podobnie, w przypadku właściwości gleb, możemy wyróżnić np. gatunki psammofilne, czyli takie, które występują na glebach piaszczystych, czy kalcyfilne, wybierające gleby bogate w węglan wapnia (Mazur 2001).

Opierając się na indywidualnych preferencjach siedliskowych stwierdzonych na danym terenie gatunków owadów, możemy określić, jakie warunki na tym terenie panują. Jeśli stwierdzimy obecność gatunków kserofilnych, mamy do czynienia z obszarami suchymi, zaś jeśli wśród zebranego materiału przeważają gatunki higrofilne, możemy mieć pewność, że badany przez nas obszar należy do bardziej wilgotnych. Kiedy wśród gatunków znajdziemy gatunki psammofilne, biegające wśród traw, teren, który badamy posiada piaszczyste podłoże, z większą ilością suchej, rzadkiej trawy.

Grupami owadów, które najczęściej były wykorzystywane w biomonitoringu i bioindykacji, są chrząszcze (Coleoptera), mrówki (Formicidae) i motyle (Lepidoptera) (Marcjanek i in. 2014). Do badań pod kątem bioindykacji wykorzystywano także muchówki (Diptera) (Dąbrowska-Prot 1987) oraz mszyce (Aphidoidea) (Piechota J. i Piechota M. 1987). Wykorzystane w badaniach do niniejszej pracy pluskwiaki różnoskrzydłe (Heteroptera) były pod tym kątem badane sporadycznie (Lis J.A. 1991), jednak ze względu na ich znaczną bioróżnorodność, potencjalnie stanowią dobre źródło dostarczające informacji zarówno na temat warunków, jakie panują na danym obszarze, jak i na temat terenów dotkniętych zanieczyszczeniami pochodzenia chemicznego.

Celem przeprowadzonych badań było wskazanie potencjalnych gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych (Heteroptera), które mogą być stosowane jako gatunki wskaźnikowe w biomonitoringu przyrodniczym oraz bioindykacji.

### Teren badań

Bioindykację można przeprowadzić według trzech różnych schematów. Pierwszym z nich jest bioindykacja poprzez wprowadzenie do ekosystemu sztucznego układu kolonizowanego przez organizmy, drugim z nich jest bioindykacja przeprowadzona *ex situ*, czyli poza miejscem naturalnego występowania, a ostatnim, zastosowana w niniejszych badaniach, bioindykacja przeprowadzana *in situ*, czyli w miejscu naturalnego występowania (Biesiadka 2013).

Do badań prowadzonych w ramach niniejszej pracy wybrano tereny położone wokół trzech dużych zakładów przemysłowych (Ryc. 1) na terenie województwa opolskiego (Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A.,

Zakłady Chemiczne Petrochemia-Blachownia S.A., Zakłady Koksownicze ArcelorMittal Poland Zdzeszowice) oraz obszar kontrolny leżący poza zasięgiem emisji zanieczyszczeń chemicznych (łąki w okolicach Chrząstowic). Tereny te zostały opisane poniżej.

#### Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A.

Zakłady te zajmują się wytwarzaniem nawozów ciekłych i granulowanych, a także produktów OXO, czyli alkoholi OXO i plastyfikatorów. Oprócz tego spółka wytwarza duże ilości energii cieplnej i elektrycznej, wykorzystywanej przez miasto. Zakłady Azotowe mieszczą się na obrzeżach gminy Kędzierzyn-Koźle, na południe od miasta (Ryc. 1). Głównymi zanieczyszczeniami emitowanymi do atmosfery jest CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, a także takie związki lotne, jak dwutlenek siarki, kwasy organiczne, metan, pył zawieszony, tlenki węgla, pozostałe tlenki azotu oraz amoniak (<https://grupaazoty.com/odpowiedzialny-biznes/raportowanie-i-weryfikacja>).

Dla stanowisk badawczych leżących w pobliżu tych zakładów przyjęto następujące kody: stanowisko A1 – Bierawa (najbliżej zakładów), stanowisko A2 – Stare Koźle, stanowisko A3 – Brzeźce (stanowisko najbardziej oddalone od zakładów).

#### Zakłady Chemiczne Petrochemia-Blachownia S.A.

Zakłady chemiczne Petrochemia-Blachownia zajmują się produkcją węglowodorów aromatycznych w procesie przerobu benzolu koksowniczego, a także surowców petrochemicznych. Głównymi produktami tych procesów jest benzen i toluen. Zakłady te znajdują się na terenie gminy Kędzierzyn-Koźle, na zachód od centrum miasta. Głównymi zanieczyszczeniami emitowanymi przez spółkę jest CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>. Innymi zanieczyszczeniami uwalnianymi do atmosfery jest benzen, toluen, węglowodory aromatyczne i alifatyczne, oraz pyły (<https://petrochemia-bl.com.pl/pl/ochrona-srodowiska.html>).

Dla stanowisk badawczych w pobliżu tych zakładów zostały przyjęte następujące kody: stanowisko B1 – Blachownia (najbliżej zakładów), stanowisko B2 – Sławięcice, stanowisko B3 – Ujazd (stanowisko najbardziej oddalone od zakładów).

#### Zakłady Koksownicze ArcelorMittal Poland Zdzeszowice

ArcelorMittal to największy zakład w Polsce zajmujący się wyrobem stali. Zakłady Koksownicze w Zdzeszowicach są największymi w Europie zakładami produkującymi koks niezbędny w produkcji stali. Są umiejscowione we wschodniej części gminy Zdzeszowice, a na północny-zachód od miasta Kędzierzyn-Koźle (Ryc. 1). Rocznie produkują się tam ok. 4,2 mln ton koksu, dlatego jest on jednym z największych emitorów zanieczyszczeń w okolicy powiatu kędzierzyńskiego. Zgodnie z raportami, głównymi zanieczyszczeniami uwalnianymi do środowiska są: pyły zawieszane (PM<sub>10</sub>), NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> oraz CO<sub>2</sub> (<https://poland.arcelormittal.com/zrownowazony-rozwoj/#c249>).

Dla stanowisk położonych w pobliżu zakładów koksowniczych Zdieszowice przyjęto kody: stanowisko Z1 – Januszkowice (najbliżej zakładów), stanowisko Z2 – Zdieszowice, stanowisko Z3 – Rozwadza (stanowisko najbardziej oddalone od zakładów).

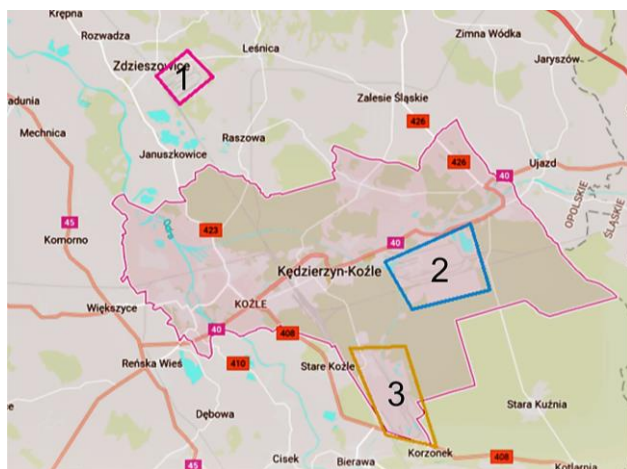
#### *Teren kontrolny – łąki w okolicach Chrzastowic*

Miejscowość Chrzastowice znajduje się w centralnej części województwa Opolskiego, we wschodniej części powiatu Opolskiego i w centralnej części gminy Chrzastowice. Chrzastowice zostały wybrane jako teren kontrolny ze względu na występujące tam łąki, na których wyznaczone zostały obszary Natura 2000 (Pytlik i in. 2017). Na objętym ochroną terenie wynoszącym prawie 800 ha została wyznaczona Dyrektywa Siedliskowa, której celem jest ochrona występujących tam gatunków, takich jak krwiściąg lekarski (*Sanguisorba officinalis*), trzęślica modra (*Molinia caerulea*) lub wiązówka błotna (*Filipendula ulmaria*), które stanowią bazę pokarmową wielu gatunków owadów, w szczególności chronionych gatunków motyli (Pytlik i in. 2017).

Stanowisko na terenie wyznaczonym jako kontrolne zostało oznaczone symbolem K.

#### *Ogólna charakterystyka stanowisk badawczych*

Badania prowadzone były na 10 stanowiskach. Wybrano po trzy stanowiska wokół każdego z zakładów, a każde kolejne stanowisko znajdowało się dalej od poprzedniego, oraz jedno stanowisko kontrolne pozostające bez wpływu zanieczyszczeń. Wszystkie stanowiska wybrane były w taki sposób, aby na każdej z łąk występowały takie same rośliny. Wybrane do badań łąki zostały zaklasyfikowane do klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Klasę tę charakteryzują zbiorowiska łąkowe i pastwiskowe, pochodzenia półnaturalnego lub antropogenicznego. Zbiorowiska te są rozpowszechnione w całym obszarze eurosberyjskim, z kolei w Polsce należą do jednych z najważniejszych typów roślinności, które określają fizjonomię krajobrazu. Użytkowanie tych łąk, polega na okresowym koszeniu lub wypasie (Matuszkiewicz 2005).



**Ryc. 1.** Usytuowanie zakładów przemysłowych w stosunku do miasta Kędzierzyn-Koźle (1 – ArcelorMittal Zdieszowice, 2 – Zakłady Chemiczne Petrochemia Blachownia, 3 – Zakłady Azotowe Kędzierzyn) [Fig. 1. Location of industrial plants in relation to the city of Kędzierzyn-Koźle (1 – ArcelorMittal Zdieszowice, 2 – Chemical Plant "Petrochemia Blachownia", 3 – Nitrogen Plant "Kędzierzyn").]

Wybrane łąki nie były użytkowane rolnie przez cały okres prowadzenia badań. Występowały na nich takie gatunki, jak szczaw polny (*Rumex acetosella*), babka zwyczajna (*Plantago major*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), perz właściwy (*Agropyron repens*), jaskier ostry (*Ranunculus acris*), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*), koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*), wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis*), marchew zwyczajna (*Daucus carota*). Zostały one oznaczone za pomocą klucza do oznaczania roślin naczyniowych (Rutkowski 2014).

#### **Materiał i metody**

Odłowy pluskwiaków przeprowadzono w czterech cyklach. Pierwszy odłów wykonany został 17-18.05.2017, w momencie kiedy temperatura w nocy była na tyle wysoka, że spowodowała wybudzenie się owadów z poprzedniego sezonu z okresu hibernacji. Kolejna próba została przeprowadzona po 11 dniach od rozpoczęcia pierwszej, czyli 28-29.05.2017. Kolejne dwa odłowy wykonywane były 01-02.08.2017 oraz 14-15.08.2017, czyli w momencie pojawienia się nowego pokolenia pluskwiaków. W badaniach zastosowano metodę czerpakowania (4x25 uderzeń czerpakiem).

Dodatkowo w dniu każdego zbioru przed wyjazdem na badania terenowe, odnotowywano warunki pogodowe (takie jak temperatura i wilgotność powietrza), z wykorzystaniem profesjonalnej stacji pogodowej BYD - Sencor SWS 50 WH.

Owady oznaczano stosując specjalistyczne klucze do oznaczania pluskwiaków różnoskrzydłych (Gorczyca i Herczek 2008; Lis B. 1999, 2007; Lis B. i in. 2008; Lis J. A. 2000; Lis J. A. i in. 2012; Péricart J. 1987, 1998a, 1998b, 1998c; Wagner i Weber 1964). Wymienione klucze posłużyły także do zebrania informacji na temat bionomii i preferencji siedliskowych analizowanych gatunków pluskwiaków.

W pracy zastosowano nazewnictwo przyjęte w katalogach palearktycznych Heteroptera (Aukema i Rieger 1996, 1999, 2001, 2006, 2013). Wszystkie okazy pluskwiaków zostały zdeponowane w zbiorach entomologicznych Zespołu Badań Morfologicznych i Molekularnych w Systematyce Zwierząt (Instytut Biologii, Uniwersytet Opolski).

W pracy zastosowano standardowe wskaźniki wykorzystywane w zoocenologii (Trojan 1980, 1992; Szujewski 1980; Kasprzak i Niedbała 1981; Czachorowski 2006):

- **metodę podobieństw faunistycznych** wyliczoną na podstawie dwóch wzorów, mianowicie formuły Jacquarda i formuły Sørensen;
- **frekwencję**, inaczej określaną jako częstość występowania, dostarczającą danych na temat pospolitości lub rzadkości gatunku na danym stanowisku;
- **stałość** - wskaźnik określający obecność gatunku w obrębie badanej biocenozy; wyróżniono następujące typy stałości:

- eukonstanty > 75,00%,
- konstanty 50,01–75,00%,
- subkonstanty 30,01–50,00%,
- gatunki akcesoryczne 15,00–30,00%,
- akcydenty < 15,00%;

- **dominację** - wskaźnik informujący o udziale ilościowym gatunku w badanej próbce lub na danym stanowisku; uzyskane wyniki analizowano w oparciu o następujące klasy dominacji:

- eudominanty > 10,00%,
- dominanty 5,01–10,00%,

- subdominanty 2,01–5,00%,
- recedenty < 2,00%.

## Wyniki

Szczegółowe dane na temat terminów prowadzonych odłowów oraz panujących warunków podczas prowadzenia badań przedstawiono w Tabeli 1. W ciągu całego sezonu prowadzenia badań, zebrano 619 okazów pluskwia-ków różnoskrzydłych, zaliczanych do 50 gatunków oraz 14 rodzin (Tabela 2).

Liczbę zebranych osobników i gatunków podczas kolejnych odłowów na uwzględnionych stanowiskach badawczych przedstawiono w Tabeli 3 oraz Tabeli 4.

**Tabela 1.** Terminy badań na poszczególnych stanowiskach oraz warunki pogodowe panujące w tych dniach. Objaśnienie kodów dla stanowisk: w pobliżu zakładów Grupa Azoty SA: A1 – Bierawa (najbliższe zakłady), stanowisko A2 – Stare Koźle, stanowisko A3 – Brzeźce (najbardziej oddalone stanowisko); w pobliżu zakładów Petrochemia-Blachownia SA: B1 – Blachownia (najbliższe zakłady), stanowisko B2 – Sławięcice, stanowisko B3 – Ujazd (najbardziej oddalone stanowisko); w pobliżu Zakładów Koksowniczych Zdzeszowice: Z1 – Januszkowice (najbliższe zakłady), stanowisko Z2 – Zdzeszowice, stanowisko Z3 – Rozwadza (najbardziej oddalone stanowisko); teren kontrolny: K [Table 1. Survey dates for each site and weather conditions on those days. Explanation of codes for sites: near Grupa Azoty SA plants: A1 - Bierawa (closest to the Plants), site A2 - Stare Koźle, site A3 - Brzeźce (furthest site); near Petrochemia-Blachownia SA plants: B1 - Blachownia (closest to the Plants), site B2 - Sławięcice, site B3 - Ujazd (furthest site); near Zdzeszowice Coking Plants: Z1 - Januszkowice (closest to the Plants), site Z2 - Zdzeszowice, site Z3 - Rozwadza (furthest site); control area: K].

	Data odłowu / survey date	Teren badań / studied area	Stanowisko / site	Temperatura po- wietrza [°C] / air tempera- ture [°C]	Wilgotność [%] / humidity [%]
I	17. 05. 2017	Grupa Azoty SA	A1, A2, A3	21	54
		Zakłady Petrochemia – Blachownia	B1, B2, B3		
I	18. 05. 2017	Zakłady Koksownicze Zdzeszowice	Z1, Z2, Z3	25	60
		Obszar kontrolny – łąki w Chrzastowicach	K		
II	28. 05. 2017	Grupa Azoty SA	A1, A2, A3	21	75
		Zakłady Petrochemia – Blachownia	B1, B2, B3		
II	29. 05. 2017	Zakłady Koksownicze Zdzeszowice	Z1, Z2, Z3	26	72
		Obszar kontrolny – łąki w Chrzastowicach	K		
III	1. 08. 2017	Grupa Azoty SA	A1, A2, A3	33	39
		Zakłady Petrochemia – Blachownia	B1, B2, B3		
III	2. 08. 2017	Zakłady Koksownicze Zdzeszowice	Z1, Z2, Z3	31	44
		Obszar kontrolny – łąki w Chrzastowicach	K		
IV	14. 08. 2017	Grupa Azoty SA	A1, A2, A3	24	72
		Zakłady Koksownicze Zdzeszowice	Z1, Z2, Z3		
IV	15. 08. 2017	Zakłady Petrochemia – Blachownia	B1, B2, B3	28	42
		Obszar kontrolny – łąki w Chrzastowicach	K		

**Tabela 2.** Zestawienie wszystkich zebranych gatunków pluskwiaków wraz z liczbą odłowionych okazów i podaniem preferencji siedliskowych gatunku [**Table 2.** Summary of all collected true bug species with the number of specimens caught and an indication of the species' habitat preferences].

Lp. / No.	Gatunek / species	Liczba okazów / number of specimens	Preferencje siedliskowe / habitat preferences
<b>Alydidae</b>			
1.	<i>Alydus calcaratus</i> (Linnaeus, 1758)	13	kserofil / xerophilic
<b>Berytidae</b>			
2.	<i>Neides tipularius</i> (Linnaeus, 1758)	1	kserofil / xerophilic
<b>Blissidae</b>			
3.	<i>Ischnodemus sabuleti</i> (Fallén, 1826)	4	kserofil / xerophilic
<b>Coreidae</b>			
4.	<i>Coreus marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	19	eurytop / eurytopic
5.	<i>Syromastus rhombeus</i> (Linnaeus, 1767)	3	kserofil / xerophilic
<b>Cydnidae</b>			
6.	<i>Tritomegas sexmaculatus</i> (Rambur, 1839)	2	kserofil / xerophilic
<b>Lygaeidae</b>			
7.	<i>Ortholomus punctipennis</i> (Herrich-Schaeffer, 1838)	19	kserofil / xerophilic
<b>Miridae</b>			
8.	<i>Acetropis carinata</i> (Herrich-Schaeffer, 1841)	1	kserofil / xerophilic
9.	<i>Acetropis longirostris</i> Puton, 1875	7	kserofil / xerophilic
10.	<i>Adelphocoris lineolatus</i> (Goeze, 1778)	10	eurytop / eurytopic
11.	<i>Adelphocoris quadripunctatus</i> (Fabricius, 1794)	7	eurytop / eurytopic
12.	<i>Adelphocoris seticornis</i> (Fabricius, 1775)	4	eurytop / eurytopic
13.	<i>Dicyphus globulifer</i> (Fallén, 1829)	1	eurytop / eurytopic
14.	<i>Lygus gemellatus</i> (Herrich-Schaeffer, 1835)	12	eurytop / eurytopic
15.	<i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	13	eurytop / eurytopic
16.	<i>Lygus rugulipennis</i> Poppius, 1911	15	eurytop / eurytopic
17.	<i>Notostira erratica</i> (Linnaeus, 1758)	88	eurytop / eurytopic
18.	<i>Phytocoris nowickyi</i> Fieber, 1870	1	eurytop / eurytopic
19.	<i>Phytocoris varipes</i> Boheman, 1852	2	eurytop / eurytopic
20.	<i>Stenodema calcarata</i> (Fallén, 1807)	4	higrofil / hygrophilous
21.	<i>Stenodema laevigata</i> (Linnaeus, 1758)	10	eurytop / eurytopic

Lp. / No.	Gatunek / species	Liczba okazów / number of specimens	Preferencje siedliskowe / habitat preferences
<b>Nabidae</b>			
22.	<i>Himacerus mirmicoides</i> (O. Costa, 1834)	2	eurytop / eurytopic
23.	<i>Nabis brevis</i> Scholtz, 1847	13	eurytop / eurytopic
24.	<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	13	eurytop / eurytopic
25.	<i>Nabis flavomarginatus</i> Scholtz, 1847	3	eurytop / eurytopic
26.	<i>Nabis pseudoferus</i> Remane, 1949	63	eurytop / eurytopic
27.	<i>Nabis punctatus</i> A. Costa, 1847	18	eurytop / eurytopic
28.	<i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	2	eurytop / eurytopic
<b>Pentatomidae</b>			
29.	<i>Aelia acuminata</i> (Linnaeus, 1758)	150	eurytop / eurytopic
30.	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	19	eurytop / eurytopic
31.	<i>Eurydema oleracea</i> (Linnaeus, 1758)	3	eurytop / eurytopic
32.	<i>Graphosoma italicum</i> (O.F. Müller, 1766)	1	eurytop / eurytopic
33.	<i>Peribalus strictus</i> (Fabricius, 1803)	6	eurytop / eurytopic
34.	<i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius, 1794)	2	eurytop / eurytopic
35.	<i>Sciocoris cursitans</i> (Fabricius, 1794)	2	kserofil / xerophilic
<b>Pyrrhocoridae</b>			
36.	<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)	12	eurytop / eurytopic
<b>Rhopalidae</b>			
37.	<i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)	1	eurytop / eurytopic
38.	<i>Myrmus miriformis</i> (Fallén, 1807)	14	eurytop / eurytopic
39.	<i>Rhopalus parumpunctatus</i> Schilling, 1829	10	eurytop / eurytopic
40.	<i>Stictopleurus abutilon</i> (Rossi, 1790)	3	eurytop / eurytopic
41.	<i>Stictopleurus punctatonervosus</i> (Goeze, 1778)	17	eurytop / eurytopic
<b>Rhyparochromidae</b>			
42.	<i>Beosus maritimus</i> (Scopoli, 1763)	1	kserofil / xerophilic
43.	<i>Peritrechus geniculatus</i> (Hahn, 1832)	1	kserofil / xerophilic
44.	<i>Rhyparochromus pini</i> (Linnaeus, 1758)	3	kserofil / xerophilic
45.	<i>Scolopostethus affinis</i> (Schilling, 1829)	1	eurytop / eurytopic
46.	<i>Scolopostethus thomsoni</i> Reuter, 1875	2	eurytop / eurytopic

Lp. / No.	Gatunek / species	Liczba okazów / number of specimens	Preferencje siedliskowe / habitat preferences
<b>Scutelleridae</b>			
47.	<i>Eurygaster maura</i> (Linnaeus, 1758)	16	kserofil / xerophilic
48.	<i>Eurygaster testudinaria</i> (Geoffroy, 1785)	4	higrofil / hygrophilous
<b>Tingidae</b>			
49.	<i>Dictyla humuli</i> (Fabricius, 1794)	4	higrofil / hygrophilous
50.	<i>Tingis ampliata</i> (Herrich-Schaeffer, 1838)	1	eurytop / eurytopic

**Tabela 3.** Liczba osobników pluskwiaków różnoskrzydłych w poszczególnych zbiorach i stanowiskach (objaśnienia zastosowanych kodów, jak w Tabeli 1) [**Table 3.** Number of individuals of true bugs per collection and site (explanation of codes used as in Table 1)].

Odłowy / samples	Stanowiska / sites										Łącznie / Altogether
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Z1	Z2	Z3	K	
I	12	10	10	10	12	12	11	10	14	21	<b>122</b>
II	13	12	8	9	9	12	12	12	10	15	<b>112</b>
III	15	17	14	19	21	19	20	17	18	27	<b>187</b>
IV	19	18	20	22	21	19	18	19	20	22	<b>198</b>
<b>Łącznie / Altogether</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>62</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>62</b>	<b>85</b>	<b>619</b>

**Tabela 4.** Liczba gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych w poszczególnych zbiorach i stanowiskach (objaśnienia zastosowanych kodów, jak w Tabeli 1) [**Table 4.** Number of species of true bugs per collection and site (explanation of codes used as in Table 1)].

Odłowy / samples	Stanowiska / sites										Łącznie / Altogether
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Z1	Z2	Z3	K	
I	5	7	7	5	6	9	5	6	6	9	<b>24</b>
II	5	5	4	3	5	5	3	4	5	6	<b>22</b>
III	6	10	7	8	10	9	8	5	9	11	<b>33</b>
IV	6	8	8	5	8	7	6	7	8	13	<b>30</b>
<b>Łącznie / Altogether</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	

Dla gatunków obliczono również dominację na poszczególnych stanowiskach z zaliczeniem tych gatunków do klas dominacji (Załącznik 1) oraz frekwencję na badanych stanowiskach z ustaleniem typu stałości każdego gatunku (Załącznik 2).

#### Dyskusja

Porównując odłowy pluskwiaków w poszczególnych

terminach można zauważyć, że najwięcej okazów pluskwiaków odłowiono w sierpniu podczas zbioru IV (Tabela 3), a najwięcej gatunków również w sierpniu, w czasie zbioru III (Tabela 4). Liczebność pluskwiaków była najwyższa na obszarze kontrolnym (K), natomiast nie zaobserwowano zależności pomiędzy liczbą odłowanych okazów, a oddaleniem stanowiska badawczego od emitora zanieczyszczeń.

Również w przypadku liczby gatunków zebranych na poszczególnych stanowiskach, najwięcej ich zebrano na stanowisku kontrolnym (K) i nie dostrzeżono wzrostu liczby gatunków wraz z oddalaniem się od źródeł zanieczyszczeń (Tabela 4).

Analizując diagramy Czekanowskiego, sporządzone odrębnie dla danych uzyskanych metodą Jaccarda i Sørensen (Załączniki 3 i 4) można określić stopień podobieństwa pomiędzy poszczególnymi stanowiskami. Obie metody dały podobne wyniki, co wynika z faktu, że metoda Sørensen jest uproszczoną wersją metody Jaccarda.

Najbardziej rzuca się w oczy, że w przypadku stanowisk B1-3 oraz K widać zwiększające się podobieństwo stanowisk pod względem składu gatunkowego pluskwiaaków wraz ze zwiększaniem się odległości od źródła emisji zanieczyszczeń. Podobną zależność można zaobserwować w przypadku stanowisk Z. Podobieństwo Z1-K oraz Z2-K jest najmniejsze, jednak w przypadku relacji Z3-K zgodność składu gatunkowego heteropterofauny jest dużo wyższa.

Korelacji takiej nie zaobserwowano w przypadku stanowisk A1-3, które charakteryzował wysoki stopień podobieństwa względem większości stanowisk.

Po analizie wyników frekwencji i klas stałości (Załącznik 2) wymienić można gatunki, które pojawiały się w każdym ze zbiorów. Były to na przykład: *Aelia acuminata*, *Coreus marginatus*, *Dolycoris baccarum*, *Lygus pratensis*, *Nabis pseudoferus*, *N. punctatus*, *Notostira erratica* oraz *Rhopalus parumpunctatus*.

Najwyższą frekwencję odnotowano dla gatunku *Aelia acuminata*, który zaliczono do grupy eukonstantów. Spośród wyżej wymienionych gatunków najniższą frekwencją charakteryzowała gatunki *Lygus pratensis* oraz *Rhopalus parumpunctatus*, które zaliczono na podstawie uzyskanych wyników do grupy gatunków akcesorycznych.

W przypadku pozostałych gatunków, albo nie zostały one odłowione na którymś ze stanowisk, albo ich łączny udział był na tyle niewielki, że zaliczały się do grupy akcydentów. Do takich gatunków należą na przykład: *Acetropis carinata*, *Beosus maritimus*, *Graphosoma italicum*, *Neides tipularius*, *Phytocoris nowicki*, *Tingis ampliata*.

W przypadku współczynnika dominacji (Załącznik 1), ze szczególną uwagą potraktowano te gatunki, które zaliczono do grupy eudominantów (Tabela 5), ponieważ wśród nich, jako wśród gatunków występujących pospolicie, mogą występować potencjalne gatunki wskaźnikowe. Analizując ich występowanie na poszczególnych stanowiskach (Załącznik 1), można zauważyć, że gatunkiem, który na każdym ze stanowisk był eudominantem, jest *Aelia acuminata*. Nie można go jednak brać pod uwagę jako potencjalny gatunek wskaźnikowy, ponieważ jako gatunek eurytopowy może występować niemal wszędzie.

Jedynym gatunkiem, który potencjalnie może być uznany za biowskaźnik jest *Stictopleurus punctatonevrosus*. Jego obecność odnotowano na każdym ze stanowisk, jednak tylko na stanowisku wybranym jako kontrolne (K) jego liczebność była na tyle wysoka, że zaliczał się do grupy eudominantów. Uzyskane wyniki mogą świadczyć o wysokiej wrażliwości tego gatunku na zanieczyszczenia znajdujące się w środowisku.

**Tabela 5.** Wykaz gatunków będących eudominantami na poszczególnych stanowiskach. Zielonym kolorem oznaczono fitofagi, czerwonym – drapieżniki [Table 5. List of eudominant species at each site. The green colour indicates phytophagous species, and the red colour indicates predators].

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Z1	Z2	Z3	K
<i>Adelphocoris lineolatus</i>										
<i>Aelia acuminata</i>										
<i>Alydus calcaratus</i>										
<i>Eurygaster maura</i>										
<i>Lygus gemellatus</i>										
<i>Myrmus miriformis</i>										
<i>Nabis brevis</i>										
<i>N. pseudoferus</i>										
<i>Notostira erratica</i>										
<i>Ortholomus punctipennis</i>										
<i>Pyrrhocoris apterus</i>										
<i>Stictopleurus punctatonevrosus</i>										



Gatunki drapieżne, zaliczane do rodziny *Nabidae*, najliczniej występowały na stanowiskach znajdujących się najbliżej źródła zanieczyszczeń (Tabela 6). Ich procentowy udział, w stosunku do całkowitej liczby odłowionych pluskwiaków, był najwyższy na stanowiskach A, B, Z, czyli na stanowiskach zlokalizowanych wokół zakładów emitujących zanieczyszczenia. Natomiast na stanowisku

kontrolnym, które nie podlegało emisji zanieczyszczeń, udział gatunków drapieżnych był najniższy.

Na stanowiskach najbliżej emitorów liczba gatunkowa drapieżników była największa, nawet do 7 gatunków na stanowisku B, podczas gdy na stanowisku kontrolnym odłowiono tylko dwa gatunki.

**Tabela 6.** Udział ilościowy i procentowy gatunków z rodziny *Nabidae* [Table 6. Quantitative and percentage proportion of species of the family *Nabidae*].

Stanowisko / site	Gatunek / species	Liczba osobników / number of individuals	Suma / total	Całkowita liczba zebranych osobników Heteroptera / total number of Heteroptera specimens collected	%
A	<i>Nabis brevis</i>	3	40	619	6,46
	<i>N. ferus</i>	4			
	<i>N. flavomarginatus</i>	1			
	<i>N. pseudoferus</i>	26			
	<i>N. punctatus</i>	6			
B	<i>Himacerus mirmicoides</i>	1	43	619	6,95
	<i>N. brevis</i>	8			
	<i>N. ferus</i>	8			
	<i>N. flavomarginatus</i>	2			
	<i>N. pseudoferus</i>	16			
	<i>N. punctatus</i>	6			
	<i>N. rugosus</i>	2			
Z	<i>Himacerus mirmicoides</i>	1	21	619	3,39
	<i>N. brevis</i>	2			
	<i>N. ferus</i>	1			
	<i>N. pseudoferus</i>	15			
	<i>N. punctatus</i>	2			
K	<i>N. pseudoferus</i>	6	10	619	1,62
	<i>N. punctatus</i>	4			

Uwzględniając biologię pluskwiaków różnoskrzydłych, sposób odżywiania i preferencje siedliskowe, można stwierdzić na jakim podłożu znajdowały się wyznaczone do badań stanowiska. Skład gatunkowy roślin na każdym z nich był podobny, ale jest bardzo prawdopodobne, że różniły się one typem gleby, co także może mieć wpływ na występowanie pluskwiaków.

Zebrane w czasie badań gatunki można zaliczyć się do trzech elementów ekologicznych (Tabela 2): (1) kserofili, czyli organizmów żyjących w warunkach ubogich w wodę; (2) eurytopów, czyli organizmów posiadających dużą tolerancję na zmieniające się warunki środowiskowe, oraz (3) higrofilii, czyli organizmów wilgociolubnych.

Wśród zebranych gatunków (Tabela 2) większość stanowiły organizmy kserofilne (13 gatunków), natomiast uwzględniając wszystkie zebrane osobniki, to dominowały eurytopy (220 osobników). Do higrofilii zaliczono tylko 3 gatunki, reprezentowane przez 12 osobników.

Otrzymane wyniki badań składu gatunkowego pluskwiaków, zostały porównane z warunkami środowiskowymi dostępnymi w Geoportalu IKAR (<http://ikar.pgi.gov.pl>) oraz Geoportalu krajowego (<http://www.geoportal.gov.pl>).

Według dostępnych danych, stanowiska wyznaczone dla Zakładów Azotowych (stanowiska A1, A2, A3) występują na podłożu piaszczystym, a poziom wody gruntowej jest bardzo niski, dlatego też występujące tam łąki są dość suche, z większą ilością wyschniętej trawy. Wyniki te może potwierdzić obecność gatunku *Ortholomus punctipennis*, który preferuje stanowiska bardziej piaszczyste, biegając wśród suchej roślinności.

Podobnie w przypadku stanowisk wyznaczonych dla Zakładów Chemicznych Blachowania (B1, B2, B3), gdzie występuje podłoże piaszczyste, powstałe w wyniku nagromadzenia osadów rzecznych oraz piasków wodnolodowcowych, gatunkami występującymi najliczniej na tych stanowiskach był *Ortholomus punctipennis* oraz *Notostira erratica*, która jest gatunkiem pokarmowo związanym z trawami, a na wszystkich trzech stanowiskach była eudominantem. Gatunkiem zaliczającym się do kserofili, który posiadał największą liczebność na stanowisku B2 był z kolei *Eurygaster maura*, co również pokrywa się z warunkami glebowymi występującymi na tym obszarze.

Gleby na stanowiskach wyznaczonych w pobliżu Zakładów Koksowniczych (Z1, Z2, Z3) zbudowane są z piasków gliniastych lekkich, a poziom zagrożenia wodami w ich przypadku jest średni. Na tych stanowiskach eudominantem był *Pyrrhocoris apterus*, czyli gatunek słabo wyspecjalizowany pod względem pokarmowym, odżywiający się sokami roślin z rzędu *Malvales*, a także będący koprofagiem i nekrofagiem. Pozostałe występujące tam gatunki, to między innymi *Aelia acuminata*, *Coreus marginatus*, czyli gatunki będące eurytopami oraz polifagami, jak również wcześniej wspomniana *Notostira erratica* jako gatunek związany pokarmowo z trawami. Na stanowiskach Z1-3 występował także gatunek *Ortholomus punctipennis* będący kserofilem.

Stanowisko kontrolne najbardziej różni się od poprzednich stanowisk. Obszar ten występuje na piaskach i żwirach tarasów zalewowych, dodatkowo poziom zagrożenia wodami jest bardzo wysoki, a okoliczne tereny nawadniane są przez rzeki Chrzęstawę oraz Suchą, a także liczne rowy melioracyjne. Zebrane w trakcie badań okazy, również świadczą o bardziej wilgotnych terenach, ponieważ należą do gatunków *Dictyla humuli*, *Eurygaster testudinaria*, oraz *Stenodema calcarata*, które zaliczane są do grupy higrofilii, czyli gatunków wilgociolubnych.

## Wnioski

Celem badań było stwierdzenie, czy wśród gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych *Heteroptera* znajdują się takie, które można wykorzystać w bioindykacji i monitoringu przyrodniczym. Po przeprowadzeniu założeń metodologicznych analiz, można stwierdzić, że:

1) *Stictopleurus punctatonervosus*, należący do rodziny *Rhopalidae*, potencjalnie może być wykorzystany jako bioindykator. Jest to gatunek, którego największą liczebność odnotowano na terenach niezanieczyszczonych (obszar kontrolny), gdzie był jedynym gatunkiem zaliczanym do grupy eudominantów. W przypadku terenów wokół zakładów przemysłowych jego liczebność wzrastała wraz z oddalaniem się stanowisk badawczych od źródła emisji zanieczyszczeń, co może świadczyć o wysokiej wrażliwości tego gatunku na zmieniające się wartości zanieczyszczeń w środowisku.

2) Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że największa liczebność i różnorodność *Heteroptera* charakteryzowała teren kontrolny, na który nie miały wpływu zanieczyszczenia.

Zależność pomiędzy zwiększaniem się różnorodności gatunkowej a wzrostem odległości stanowisk od emitorów zanieczyszczeń ukazują również diagramy Czekanowskiego. Z analizy sporządzonych diagramów wynika, że najbardziej do stanowiska kontrolnego są podobne pod względem składu gatunkowego stanowiska najbardziej oddalone od zakładów (stanowisko B3, Z3), natomiast najmniejsze podobieństwo faunistyczne istnieje pomiędzy stanowiskami B1-K oraz Z1-K, czyli pomiędzy stanowiskami leżącymi w najbliższej odległości od emitorów zanieczyszczeń a stanowiskiem kontrolnym.

Taki wynik może świadczyć o tym, że zespoły *Heteroptera* ubożeją wraz ze wzrostem zanieczyszczenia środowiska. Bezpośrednią przyczyną tego faktu najprawdopodobniej jest równoczesne ubożenie niezanieczyszczonych siedlisk pod względem florystycznym, a eliminacja wrażliwszych gatunków roślin przekłada się na eliminację tych fitofagicznych pluskwiaków, dla których wyeliminowane rośliny stanowiły bazę pokarmową.

3) Pluskwiaki różnoskrzydłe nie tylko mogą być wykorzystywane jako bioindykatory, ale również mogą pomagać w określeniu warunków środowiskowych, na przykład wilgotności i typu gleby.

Można to stwierdzić po przeanalizowaniu preferencji siedliskowych poszczególnych gatunków. W zależności od tego, czy zebrane gatunki będą zaliczane do higrofilii czy do kserofili, będziemy mogli stwierdzić, czy obszar na którym prowadzimy badania to teren wilgotny czy też suchy.

4) Z kolei z udziału gatunków drapieżnych w stosunku do wszystkich zebranych osobników, a także z ich różnorodności gatunkowej można stwierdzić, że zależność ich występowania była odwrotna do występowania chociażby potencjalnego bioindykatora. Najwięcej gatunków drapieżnych stwierdzono właśnie na terenach

przy zakładach emitujących zanieczyszczenia, a terenem najuboższym zarówno pod względem zebranej liczby gatunków, jak i osobników, był obszar kontrolny.

Może to być spowodowane tym, że gatunki drażniące są w stanie znaleźć pokarm niezależnie od warunków środowiskowych, a także dzięki temu, że potencjalnie, mniej wrażliwe na zanieczyszczenie środowiska ofiary, mogą osiągać większą liczebność zajmując nisze uwolnione w wyniku eliminacji bardziej wrażliwych fitofagów.

5) W przypadku zebranych gatunków pluskwiaków monofagi stanowiły mniejszość na terenach przyzakładowych, natomiast dominowały na terenie wyznaczonym jako kontrolny, ponieważ miały stały dostęp do źródła pokarmu. W przypadku monofagów, które charakteryzuje skrajnie mała baza pokarmowa, ograniczona do jednego gatunku rośliny, zmniejszenie jej liczebności, bądź jej całkowita eliminacja ze środowiska, ogranicza występowanie monofaga lub całkowicie uniemożliwia mu bytowanie na tym terenie.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki opierają się na zaplanowanych i przeprowadzonych badaniach terenowych oraz standardowych analizach z wykorzystaniem wybranych wskaźników biocenotycznych. Uzyskane rezultaty należy jednak traktować jako wstępne, gdyż zarówno przeprowadzone badania, jak i analiza wyników mają charakter studiów pionierskich, co powoduje, że wymagają one kontynuacji. Przedstawione powyżej wyniki są jednak na tyle obiecujące, że dalsze badania nad *Heteroptera*, jako potencjalnymi bioindykatorami, wydają się w pełni uzasadnione.

## Piśmiennictwo – References

- Aukema B., Rieger Ch. (red.) 1996. *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Volume 2*. The Netherlands Entomological Society, Wageningen, xiv + 361 ss.
- Aukema B., Rieger Ch. (red.) 1999. *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Volume 3*. The Netherlands Entomological Society, Wageningen, xiv + 577 ss.
- Aukema B., Rieger Ch. (red.) 2001. *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Volume 4*. The Netherlands Entomological Society, Wageningen, xiv + 346 ss.
- Aukema B., Rieger Ch. (red.) 2006. *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Volume 5*. The Netherlands Entomological Society, Wageningen, xi + 550 ss.
- Aukema B., Rieger Ch., Rabitsch W. (red.) 2013. *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Volume 6. Supplement*. The Netherlands Entomological Society, Wageningen, xxiii + 629 ss.
- Biesiadka E. 2013. Teoretyczne podstawy bioindykacji. [w:] Dynowska M. (red.) *Biologiczne metody oceny stanu środowiska, Tom I – Ekosystemy lądowe*. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn, 15–35.
- Czachorowski S. 2006. Opisywanie biocenozy – zoocenologia. Skrypt elektroniczny dla magistrantów ([uwm.edu.pl/czachor/publik/pdf-inne/zoocenozy.pdf](http://uwm.edu.pl/czachor/publik/pdf-inne/zoocenozy.pdf)).
- Dąbrowska-Prot E. 1987. Muchówki (Diptera) jako bioindykatory stanu środowiska przyrodniczego. *Wiadomości entomologiczne* 7: 1–9.
- Dynowska M., Ciecierska H. 2013. Ogólne założenia monitoringu środowiskowego. [w:] Dynowska M. (red.) *Biologiczne metody oceny stanu środowiska, Tom I – Ekosystemy lądowe*. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn, 9–12.
- Gorczyca J., Herczek A. 2008. *Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XVIII. Pluskwiaki różnoskrzydłe – Heteroptera, Zeszyt 6c. Tasznikowate – Miridae. Podrodziny: Bryocorinae, Orthotylinae*. Polskie Towarzystwo Entomologiczne, Toruń, 75 ss.
- Kasprzak K., Niedbała W. 1981. Wskaźniki biocenotyczne stosowane przy porządkowaniu i analizie danych w badaniach ilościowych. [w:] Górny M., Grüm L. (red.) *Metody stosowane w zoologii gleby*. PWN Warszawa, 397–416.
- Lis B. 1999. *Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XVIII. Pluskwiaki różnoskrzydłe – Heteroptera, zeszyt 8. Prześwietlikowate – Tingidae*. Polskie Towarzystwo Entomologiczne, Toruń, nr 158 serii kluczy, 64 ss.
- Lis B. 2007. *Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XVIII. Pluskwiaki różnoskrzydłe – Heteroptera, zeszyt 9. Płaszczycowate – Piesmatidae, smukleńcowate – Berytidae, kowalowate – Pyrrhocoridae*. Polskie Towarzystwo Entomologiczne, Toruń, nr 171 serii kluczy, 33 ss.
- Lis B., Stroiński A., Lis J.A. 2008. Coreoidea: Alydidae, Coreidae, Rhopalidae, Stenocephalidae. *Heteroptera Poloniae* 1: 1–157.
- Lis J.A. 1991. An influence of industrial pollutions on communities of *Heteroptera* in select plant associations in the zincwork „Miasteczko Śląskie” region (Upper Silesia, Poland). *Proceedings of the 4th ECE/XIII. SIEEC, Gödöllő, Hungary*, 645–647.
- Lis J.A. 2000. *Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XVIII. Pluskwiaki różnoskrzydłe – Heteroptera, Zeszyt 14. Tarczówkowate – Pentatomidae*. Polskie Towarzystwo Entomologiczne, Toruń, 76 ss.
- Lis J. A., Lis B., Ziąja D. J. 2012. Pentatomoidea. Część 1: Plataspidae, Thyreocoridae, Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae. *Heteroptera Poloniae* 2: 145 ss.
- Marcjanek M., Słodownik P., Ilieva-Makulec K. 2014. Owady (mrówki, chrząszcze, motyle) jako biowskaźniki. *Studia Ecologiae et Bioethicae UKSW* 12(2): 99–120.
- Matuszkiewicz W. 2005. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 536 ss.
- Mazur M. 2001. Ryjkowce kserotermiczne Polski (Coleoptera: Nemonychidae, Attelebidae, Apionidae, Curculionidae). Studium zoogeograficzne. *Monografie Fauny Polski* 22: 278 ss.
- Péricart J. 1987. Hémiptères Nabidae d'Europe Occidentale et du Marghreb. *Faune de France* 71: 185 ss.

- Péricart J. 1998a. Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranéens. vol. 1. *Faune de France* **84A**: 468 ss.
- Péricart J. 1998b. Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranéens. vol. 2. *Faune de France* **84B**: 453 ss.
- Péricart J. 1998c. Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranéens. Vol. 3. *Faune de France* **84C**: 487 ss.
- Piechota J., Piechota M. 1987. Właściwości biologiczne mszyc a możliwość bioindykacji zmian w środowisku. *Wiadomości entomologiczne* **7**: 11–21.
- Pytlík E., Kozłowska M., Cierkosz P. 2017. Pluskwiaki różnoskrzydłe (Hemiptera: Heteroptera) wybranych zbiorowisk łąkowych gminy Chrzastowice (woj. opolskie). *Heteroptera Poloniae – Acta Faunistica* **11**: 15–22.
- Rutkowski L. 2014. *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 816 ss.
- Skibińska E., Chudzicka E. 2000. Owady w monitoringu przyrodniczym. *Wiadomości Entomologiczne* **18**: 289–302.
- Szujecki A., 1980. *Ekologia owadów leśnych*. PWN Warszawa, 603 ss.
- Trojan P. 1980. *Ekologia ogólna, wyd. IV*. PWN Warszawa, 419 ss.
- Wagner E, Weber H. H. 1964. Hétéroptères Miridae. *Faune de France* **67**: 591 ss.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## SUMMARY

### Studies on the potential use of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in bioindication and environmental monitoring

This paper presented the results of the studies on true bugs (Hemiptera: Heteroptera) alongside evaluating their potential usefulness in biomonitoring and bioindication. The studies were carried out in May and August of 2017. Three research sites situated at various distances from the full-scale plants (Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn SA, Zakłady Chemiczne Petrochemia-Blachownia SA, Zakłady Koksownicze ArcelorMittal Poland Zdzieszowice) and the control area out of reach of the emission of chemical pollutants, i.e. the meadows in the Chrzastowice area of Natura 2000, have been selected for studies. All studied meadows were classified within the *Molinio-Arrhenatheretea* class. As a result of the studies, 619 specimens of Heteroptera representing 50 species and 14 families have been sampled. The collected material was identified using the appropriate keys for identifying true bugs and then analysed concerning zoocoenological indicators, such as species similarities, frequency, constancy, and domination.

The results of the zoocoenological analyses allow the delineation of some preliminary conclusions regarding the use of true bugs in biomonitoring and bioindication. *Stictopleurus punctatonervosus* appeared to be a potential bioindicator, having been reaching the status of the eudominant species only in the control area, whereas it was less numerous in the research sites around the contaminations emitters. Moreover, the control area was distinguished by the highest species diversity, and the value of the species similarity index between the control area and any other research site was proved to grow along with the distance increase from the emitter source.

The increased number of predatory species (mainly those of the genus *Nabis*) was detected in the analysed research sites surrounding the full-scale plants, and it concerned the number of individuals and species. True bugs have also appeared to be good indicators of environmental humidity because the hygrophilous species have occurred exclusively in meadows growing on strongly humid soils, while xerophilous species predominated in the sites with dry soils.

Studies on evaluating the potential usefulness of true bugs in biomonitoring and bioindication have been till now conducted only sporadically; however, based on the results of the present studies, it seems to be worth continuing.

## ZAŁĄCZNIKI

**Załącznik 1.** Liczebność, procentowy udział oraz klasy dominacji dla zebranych gatunków Heteroptera / *Abundance, percentage and dominance classes for the collected Heteroptera species.*

**Załącznik 2.** Frekwencja i klasy stałości pluskwiaków różnoskrzydłych w poszczególnych zbiorach / *Frequency and constancy classes of true bugs in each collection.*

**Załącznik 3.** Diagram Czekanowskiego sporządzony dla danych uzyskanych metodą Jaccarda / *Czekanowski diagram drawn for data obtained using the Jaccard method.*

**Załącznik 4.** Diagram Czekanowskiego sporządzony dla danych uzyskanych metodą Sørensen / *Czekanowski diagram drawn for data obtained using the Sørensen method.*

**Otrzymano (received):** 10 November 2022

**Zaakceptowano (accepted):** 20 March 2023