

# Characteristics of corpse damage caused by scuds

## Charakterystyka uszkodzeń zwłok spowodowanych przez kietże

Magda Wojarska<sup>[1]</sup>, Lidia Ziobro<sup>[1]</sup>, Oliwia Boruta<sup>[1]</sup>, Kateryna Shtohryn<sup>[1]</sup>, Julia Suchcicka<sup>[1]</sup>,  
Wiktoria Wojturska<sup>[1]</sup>, Ewa Rzepecka-Woźniak<sup>[2]</sup>, Tomasz Konopka<sup>[2]</sup>

- [1] **Students' Scientific Group of Forensic Medicine, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland**  
Studenckie Koło Naukowe Medycyny Sądowej, Wydział Lekarski, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków
- [2] **Department of Forensic Medicine, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland**  
Katedra Medycyny Sądowej, Wydział Lekarski, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

### Abstract

**The aim** of this study was to investigate in which rivers and water bodies the phenomenon of corpse damage caused by scuds occurs, whether it is related to the duration of the body's immersion in water, and to define the common characteristics of such skin lesions. Furthermore, the frequency of its occurrence was assessed, taking into account air temperature and season.

**Material and methods:** The autopsy reports from the Department of Forensic Medicine at Jagiellonian University in Krakow for the years 2015-2024 were analysed. A total of 285 cases of drowning victims were selected. The occurrence and type of injuries were verified based on documentation and autopsy photographs. Histopathological examinations were performed at the Department of Forensic Medicine to confirm the presence of human proteins in the digestive system of crustaceans.

**Results and conclusions:** A common feature in all the cases was the punctate disruption of the epidermis. In 5 out of 285 cases, small crustaceans were found, along with epidermal lesions on exposed parts of the body. Similar damage, but without the presence of individuals of scuds, was present on 25 bodies. No typical damage caused by *D. haemobaphes* was found on corpses in an advanced state of decomposition. The phenomenon of scud scavenging on corpses was observed almost exclusively at positive air temperatures, with an increase during the spring-summer period. The characteristic punctate epidermal lesions on corpses retrieved from water are the result of scud scavenging, including *D. haemobaphes*. Such damage occurred only when the time between the victim's death due to drowning and their retrieval from the water was short. The largest number of drowning victims with signs of scud scavenging was found in the Vistula River

### Keywords

scud, drowning, epidermal damage, corpse damage caused by animals

## Streszczenie

**Celem** niniejszej pracy było zbadanie, w jakich rzekach i obiektach wodnych występuje zjawisko uszkodzenia zwłok spowodowane przez kielże, czy ma ono związek z czasem przebywania ciała w wodzie oraz zdefiniowanie wspólnych cech tego typu ubytków. Ponadto oceniono częstość jego występowania, biorąc pod uwagę temperaturę powietrza oraz porę roku.

**Materiał i metody:** Przeanalizowano protokoły sekcji zwłok z Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2024. Wybrano 285 przypadków ofiar utonięć. Zweryfikowano występowanie obrażeń i ich rodzaj na podstawie dokumentacji oraz zdjęć sekcyjnych. W Zakładzie Medycyny Sądowej wykonano badania histopatologiczne w celu potwierdzenia obecności białek ludzkich w układzie pokarmowym skorupiaków.

**Wyniki i wnioski:** Wspólną cechą wszystkich przypadków było punktowe przerwanie ciągłości naskórka. W 5 z 285 przypadków stwierdzono obecność małych skorupiaków, a także ubytki naskórka na odstępionych częściach ciała. Podobne uszkodzenia, lecz bez występowania osobników kielży były obecne na 25 ciałach. Nie stwierdzono typowych dla *D. haemobaphes* uszkodzeń na zwłokach w stanie zaawansowanego rozkładu. Zjawisko żerowania kielży na zwłokach obserwowane było niemalże wyłącznie przy dodatniej temperaturze powietrza, z nasileniem w okresie wiosenno-letnim. Charakterystyczne punktowe ubytki naskórka na zwłokach wydobytych z wody są wynikiem żerowania kielży, w tym *D. haemobaphes*. Takie uszkodzenia występowały tylko wtedy, gdy czas od śmierci ofiary wskutek utonięcia do jej wydobywania z wody był krótki. Największa liczba przypadków ofiar utonięć ze śladami żerowania kielży została znaleziona w rzece Wiśle.

## Słowa kluczowe

kielż, utonięcie, uszkodzenie naskórka, uszkodzenie zwłok spowodowane przez zwierzęta

## Introduction

For over a decade, bodies retrieved from water have been arriving at the Krakow Department of Forensic Medicine showing a characteristic type of damage, namely, epidermal lesions, which due to postmortem drying, take the form of small abrasions scattered across the entire body. In several of these cases, numerous, small, active scuds were found in the hair and on the clothing, which suggests that they are responsible for the damage. A study conducted by Prof. Michał Grabowski showed that these are amphipods of the species *Dikerogammarus haemobaphes* [1].

## Wprowadzenie

Od ponad dekady do Krakowskiego Zakładu Medycyny Sądowej trafiają ciała wydobyte z wody, okazujące charakterystyczny rodzaj uszkodzeń – ubytki naskórka, które wskutek pośmiertnego wysychania przybierają postać drobnych otarć rozsianych na całym ciele. W kilku z tych przypadków znaleziono liczne, kilkumilimetrowe, ruchliwe kielże zachowane we włosach i na odzieży. Pozwala to sądzić, że odpowiadają one za te uszkodzenia. Badanie przeprowadzone przez prof. Michała Grabowskiego wykazało, że są to obunogi z gatunku *Dikerogammarus haemobaphes* [1].

*Dikerogammarus haemobaphes* is an invasive species originating from the basins of the Black and Caspian Seas. It reached the Vistula River through the Bug–Pripyat and Rhine–Danube channels, currently expanding its range in the inland waters of Central and Western Europe. Scuds are omnivorous arthropods, but animal matter obtained through both predation and necrophagy constitutes a significant portion of their diet [2].

Before the appearance of this species of scuds in Polish waters, this type of corpse damage was not recorded. The damage caused by scuds is distinctly different from that caused by fish. Epidermal lesions caused by scuds are spread over the entire surface of the corpses, while damage caused by fish primarily affects the eyelids and lips.

### The aim of the study

The aim of the study was to investigate in which rivers and water bodies the phenomenon of corpse damage caused by scuds occurs, whether it is related to the duration of the body's immersion in water, to define the common characteristics of such damage, and to assess the frequency of the phenomenon taking into account air temperature and season.

### Material and methods

The research material consisted of autopsy reports of individuals who died due to drowning between January 1, 2015, and April 26, 2024, provided by the Department of Forensic Medicine in Krakow. Information on 285 individuals was collected and analysed, including demographic data such as age and gender, results of basic toxicological tests, type of water body, and the season in which the bodies were discovered. The approximate duration of the body's immersion in water was also considered, if specified. Next, the photographic documentation attached to the autopsy reports was analysed to identify cases of scud scavenging. Attention was also paid to the areas of the body affected by damage and whether these were on skin covered by clothing. The obtained results were processed and compared. Additionally, histopathological examinations were performed at the Department of Forensic Medicine in Krakow to confirm the presence of human proteins in the digestive system of the crustaceans.

*Dikerogammarus haemobaphes* to inwazyjny gatunek pochodzący ze zlewisk Morza Czarnego i Kaspijskiego, który dotarł do Wisły poprzez kanały Bug–Prypeć oraz Ren–Dunaj, poszerzając obecnie swój zakres występowania w wodach śródlądowych Europy Środkowej i Zachodniej. Kiełże są stawonogami wszechkożnymi, jednakże materia pochodzenia zwierzęcego pozyskiwana zarówno poprzez drapieżnictwo, jak i nekrofagię stanowi większą część ich diety [2].

Do czasu pojawienia się tego gatunku kiełża w polskich wodach nie notowano tego typu uszkodzenia zwłok, które wyraźnie różni się od tych powodowanych przez ryby. Ubytki naskórka powodowane przez kiełże znajdują się na całej powierzchni zwłok, podczas gdy uszkodzenia powodowane przez ryby obejmują przede wszystkim powieki i wargi.

### Cel pracy

Celem pracy było zbadanie, w jakich rzekach i obiektach wodnych występuje zjawisko uszkodzenia zwłok spowodowane przez kiełże, czy ma ono związek z czasem przebywania ciała w wodzie, zdefiniowanie wspólnych cech tego typu ubytków oraz ocena częstości występowania zjawiska z uwzględnieniem temperatury powietrza i pory roku.

### Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły protokoły sekcyjne osób, które zmarły wskutek utonięcia w okresie od 1 stycznia 2015 do 26 kwietnia 2024, udostępnione przez Katedrę Medycyny Sądowej w Krakowie. Zebrano oraz przeanalizowano informacje na temat 285 osób, takie jak: dane demograficzne – wiek i płeć, wyniki podstawowych badań toksykologicznych, rodzaj obiektu wodnego oraz porę roku ujawnienia zwłok. Uwzględniono również przybliżony czas przebywania ciała w wodzie, jeżeli taki był określony. Następnie przeanalizowano dokumentację fotograficzną dołączoną do protokołów sekcyjnych w celu wyselekcjonowania przypadków żerowania kiełży. Uwagę zwrócono również na okolice ciała dotknięte uszkodzeniami oraz to, czy znajdowały się one na skórze przysłoniętej ubraniem. Otrzymane wyniki opracowano i porównano. Ponadto w Zakładzie Medycyny Sądowej w Krakowie wykonano badania histopatologiczne w celu potwierdzenia obecności białek ludzkich w układzie pokarmowym skorupiaków.

## Results

Table 1. Corpse discovery location

Corpse discovery location	Number of cases
The Vistula River	9
A roadside ditch	3
The Ropa River	2
The Biały Dunajec River	1
The Młynkowa River	1
The Dłubnia River	1
A river in Toporzysko	1
The Skawa River	1
The Targaniczanka River	1
The Szreniawa River	1
The Mszanka River	1
A watercourse in Frydrychowice	1
A stream in Szczawnica	1
A stream in Kryg	1
Zakrzówek	1
A water reservoir in Wierzchowisko	1
Błonia Skawińskie	1
An unidentified location	2
Cases in general	30

## Wyniki

Tabela 1. Miejsce znalezienia zwłok

Miejsce znalezienia zwłok	Liczba przypadków
Rzeka Wiśła	9
Rów przydrożny	3
Rzeka Ropa	2
Rzeka Biały Dunajec	1
Rzeka Młynkowa	1
Rzeka Dłubnia	1
Rzeka w m. Toporzysko	1
Rzeka Skawa	1
Rzeka Targaniczanka	1
Rzeka Szreniawa	1
Rzeka Mszanka	1
Ciek wodny we Frydrychowicach	1
Potok w Szczawnicy	1
Potok w m. Kryg	1
Zakrzówek	1
Zbiornik wodny w Wierzchowisku	1
Błonia Skawińskie	1
Miejsce niezidentyfikowane	2
Przypadki ogółem	30

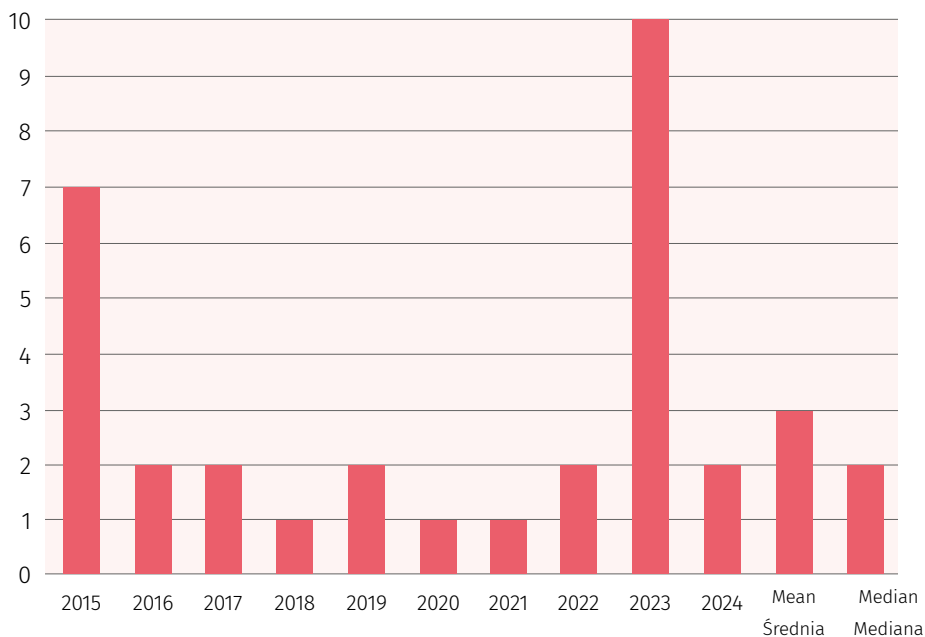


Figure 1. Number of cases of a corpse found with visible scud scavenging marks during the analysed period (2015-2024)

Ryc. 1. Liczba przypadków zwłok znalezionych ze śladami żerowania kielża na przestrzeni analizowanych (2015-2024) lat

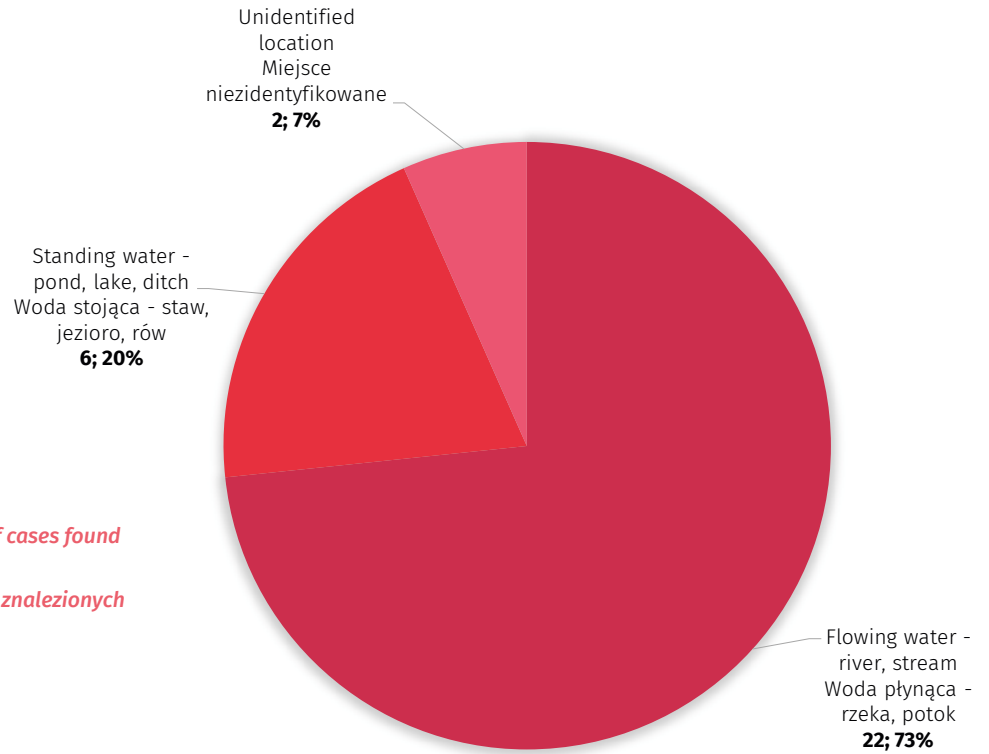


Figure 2. Comparison of the number of cases found in flowing and standing water bodies

Ryc. 2. Porównanie liczby przypadków znalezionych w wodach płynących i stojących

### Cases / Przypadki

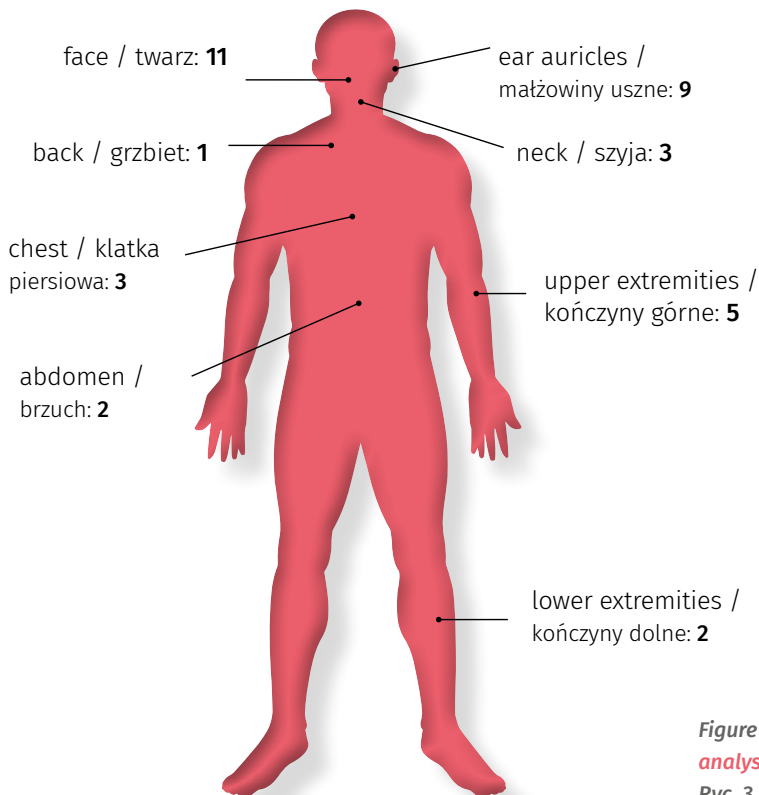


Figure 3. Location of scud scavenging marks in the bodies analysed in the article

Ryc. 3. Występowanie śladów po żerowaniu kietża na poszczególnych częściach ciała analizowanych zwłok

The phenomenon of *D. haemobaphes* scavenging (Photo 1-3) on the corpses of drowning victims, according to the conducted analysis, constitutes approximately 10.52% of all analysed drowning death cases from 2015 to 2024, taking into account both cases with characteristic injuries and those where the presence of crustaceans was detected. In the case of corpses where the presence of crustaceans was detected, this number is significantly lower, at around 1.75%.

The analysis shows a fluctuation in the frequency of occurrence of scud scavenging marks on corpses. At the beginning of the analysed period, i.e., in 2015, the number of cases was 7, and in subsequent years, it showed a marked decrease, reaching 1 to 2 cases annually. The situation changed significantly in 2023, when a record number of 10 cases was registered. This may indicate a decrease in the population of this invasive species in the study area from 2016 to 2022, followed by a return of favourable conditions for reproduction and an increase in the number of scuds last year (Fig. 1).

The highest number of cases of drowning victims with visible scud scavenging marks was noted in the Vistula River. The activity of these crustaceans was also observed on bodies recovered from the tributaries of the Vistula River, smaller rivers, or streams in the Lesser Poland Voivodeship (Tab. I). An unexpected discovery was that 20.00% of all identified cases were retrieved from standing water reservoirs or drainage ditches (Fig. 2).

Analysing the cases of drowning victims, on whose bodies the scavenging marks of scuds were observed, it must be noted that the common and determining feature for inclusion in this group was the presence of characteristic punctate discontinuities of the epidermis. The variable was the feeding location of *D. haemobaphes* on the body – most often these were easily accessible, exposed parts of the body without clothing (Photo 6). Thus, the main location where characteristic damage was observed was the face – in 11 cases and the auricles – in 9 cases (Photo 7). Subsequently, changes were noted on the upper extremities, neck, chest, lower extremities, abdomen, and back (Fig. 3).

In total, during the analysed period, there were 30 cases of scud scavenging on corpses. Among them, 25 cases showed typical punctate, irregular epidermal damage characteristic of scud scavenging without the presence of scuds on the corpses, and 5 cases in which, in addition to the typical injuries, the discussed crustaceans were also present on the corpses.

Zjawisko żerowania kietrza *D. haemobaphes* (Fot. 1-3) na zwłokach ofiar utonięć według przeprowadzonej analizy stanowi około 10,52% wszystkich przeanalizowanych przypadków zgonów wskutek utonięcia w latach 2015-2024, biorąc pod uwagę łącznie przypadki z charakterystycznymi obrażeniami, jak i te, na których ujawniono obecność skorupiaków. W przypadku zwłok, na których ujawniono obecność skorupiaków, liczba ta jest znacząco niższa i wynosi około 1,75%.

W analizie zauważalna jest fluktuacja częstości występowania śladów żerowania kietrza na zwłokach. Na początku okresu objętego analizą, tj. w 2015 roku, liczba przypadków wyniosła 7, w kolejnych latach odznaczała się wyraźnym spadkiem osiągając 1 do 2 przypadków rocznie. Sytuacja zmieniła się znacząco w 2023 roku, w którym to odnotowana została rekordowa liczba 10 przypadków. Może to świadczyć o zmniejszeniu populacji tego inwazyjnego gatunku w latach 2016-2022 na objętym badaniem terenie, a następnie o powrocie sprzyjających warunków do rozrodu i zwiększeniu liczby osobników kietrza w roku ubiegłym (Ryc. 1).

Największa liczba przypadków ofiar utonięć z widocznymi śladami żerowania kietrza odnaleziona została w rzece Wiśle. Działalność tych skorupiaków zaobserwowano również na ciałach wydobytych z dopływów rzeki Wisły, mniejszych rzekach lub potokach na terenie województwa małopolskiego (Tab. I). Nie spodziewanym było odkrycie, iż 20,00% ogółu odnalezionych przypadków zostało wydobytych ze zbiorników wody stojącej lub rowów melioracyjnych (Ryc. 2).

Analizując przypadki ofiar utonięć, na których ciele zauważono ślady żerowania kietrza należy stwierdzić, że cechą łączącą i decydującą o włączeniu do tej grupy była obecność charakterystycznych punktowych przerw ciągłości naskórka. Zmiennym okazało się miejsce żerowania *D. haemobaphes* na ciele – najczęściej stanowiły je części ciała łatwo dostępne, odślonięte, pozbawione ubrań (Fot. 6). Stąd, głównym miejscem, na którym stwierdzano charakterystyczne uszkodzenia była twarz – w 11 przypadkach oraz małżowiny uszne – w 9 przypadkach (Fot. 7). W dalszej kolejności zmiany występowały na kończynach górnych, szyi, klatce piersiowej, kończynach dolnych, brzuchu i grzbiecie (Ryc. 3).

Łącznie w analizowanym przedziale czasowym wystąpiło 30 przypadków żerowania kietrza na zwłokach. Wśród nich 25 przypadków to takie, na których stwierdzono typowe dla żerowania kietrza punktowe, nieregularne uszkodzenia naskórka bez obecności kietrza na zwłokach oraz 5, w przypadku których na zwłokach, oprócz typowych obrażeń, obecne były również omawiane skorupiaki.





**Photo 1. Live individuals of scuds in an aquarium,**  
photo by the author

**Fot. 1. Żywe osobniki kielży w akwarium,** autorstwo własne



**Photo 3. Dikerogammarus haemobaphes**  
photo by Michał Grabowski [3]

**Fot. 3. Dikerogammarus haemobaphes,** fot. Michał Grabowski [3]



**Photo 2. Comparison of the size of a scud with a 1 PLN coin,**  
photo by the author

**Fot. 2. Porównanie wielkości kielża z monetą jednozłotową,**  
autorstwo własne



**Photo 4. Scud - hematoxylin-eosin staining**

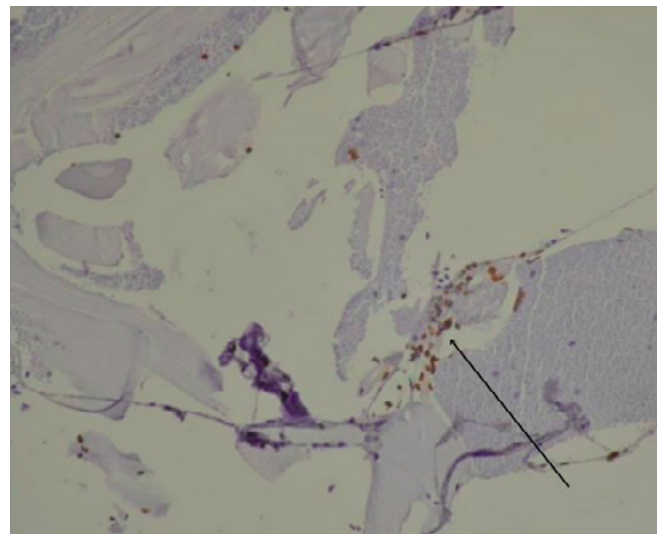
**Fot. 4. Kielż - barwienie hematoksyliną-eoziną**

**Photo 5. Positive result of an immunohistochemical examination using antibodies against mammalian cytokeratin (Novocastra)**

The presence of cells indicating a positive reaction for cytokeratin (marked with the arrow) was detected in the cephalic area. It is highly probable that the scud fed on human epidermis.

**Fot. 5. Dodatni wynik badania immunohistochemicznego z użyciem przeciwciała przeciwko cytokeratynie ssaków (Novocastra)**

W preparacie w okolicy głowowej uwidoczniło obecność komórek (oznaczone strzałką) wykazujących dodatni odczyn na cytokeratynę – wysoce prawdopodobnym jest żerowanie kielży na ludzkim naskórku.



The presence of individuals of scuds allowed for histopathological examinations to obtain evidence confirming the feeding on corpses. To verify the presence of epidermal cells in the digestive system of the crustaceans, an immunohistochemical reaction using an antibody against cytokeratin was performed at the Histopathological Laboratory of the Department of Forensic Medicine at the Jagiellonian University in Krakow (Novocastra™ Liquid Mouse Monoclonal Antibody Multi-Cytokeratin; Product Code: NCL-L-AE1/AE3; dilution 1:100). The antibody used is not selective for humans; it also detects proteins of other mammals, but there is no data indicating a reaction with crustacean proteins. In the prepared samples, it was not possible to visualise the continuity of the gut tube, and a positive immunohistochemical reaction was observed in a cluster of cells located in the cephalic region of the crustacean. The obtained result, considering the fact that individuals of scuds were collected directly from the human body for analysis, may indicate the presence of human protein in the digestive system of these crustaceans. In light of the aforementioned results and circumstances, it is very likely that scuds feed on human epidermis (Photo 4, 5).

A hypothetical relationship between the time the body remained in the water and the detection of scud scavenging marks on it was also analysed. It is impossible to determine the exact time the body stayed in the water reservoir – this estimation can be made based on the appearance of the body, the degree of decomposition, and additional data, such as the date and time of the last contact the relatives had with the victim.

Approximate analysis indicates that the vast majority of the discussed cases did not stay in the water for more than two days, and this correlation particularly applies to bodies where active scuds were found. No cases with typical injuries from these crustaceans' feeding or the presence of the crustaceans themselves were revealed on bodies retrieved from the water in an advanced state of decomposition.

Cases of scud scavenging on bodies retrieved from water occur at different times of the year. Due to their poikilothermic characteristics, their activity peaks mainly in the spring, summer, and autumn months. As revealed by the retrospective analysis of the weather conditions during the time the bodies with signs of feeding by the aforementioned crustaceans were in the water, they are found almost exclusively when the air temperature is above zero.

Obecność osobników kietży pozwoliła na podjęcie badań histopatologicznych w celu uzyskania dowodu potwierdzającego fakt żerowania na zwłokach. Celem weryfikacji obecności komórek naskórka w układzie pokarmowym skorupiaków, w Laboratorium Histopatologicznym Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie wykonano odczyn immunohistochemiczny z użyciem przeciwciała przeciwko cytokeratynie (Novocastra™ Liquid Mouse Monoclonal Antibody Multi-Cytokeratin; Product Code: NCL-L-AE1/AE3; rozcieńczenie 1:100). Zastosowane przeciwciała nie jest selektywne dla człowieka, wykrywa również białka innych ssaków, brak natomiast danych wskazujących na reakcję z białkami skorupiaków. W wykonanych preparatach nie udało się uwidocznnić ciągłości cewy jelitowej, a dodatni odczyn immunohistochemiczny stwierdzono w skupisku komórek zlokalizowanych w okolicy głowowej skorupiaaka. Uzyskany wynik, zważając na fakt zebrania do analizy osobników kietży bezpośrednio z ludzkiego ciała, może przemawiać za obecnością białka ludzkiego w układzie pokarmowym tych skorupiaków. W świetle wyżej wymienionych wyników i okoliczności bardzo prawdopodobnym jest zjawisko żerowania kietży na ludzkim naskórku. (Fot. 4, 5)

Analizie poddano także hipotetyczny związek między czasem przebywania zwłok w wodzie, a wykryciem śladów żerowania na nich kietży. Niemożliwym jest określenie dokładnego czasu przebywania ciała w zbiorniku wodnym – jego estymacja może być dokonana na podstawie wyglądu zwłok, stopnia zaawansowania rozkładu oraz dodatkowych danych, jak na przykład data i godzina ostatniego kontaktu bliskich z ofiarą.

Przybliżona analiza wskazuje, że zdecydowana większość omawianych przypadków nie przebywała w wodzie dłużej niż dwa dni, zależność ta dotyczy w szczególności zwłok, na których odnaleziono ruchliwe kietże. Nie ujawniono natomiast żadnego przypadku z obecnymi typowymi dla żerowania tych skorupiaków obrażeniami ani obecności samych osobników na zwłokach wyłowionych z wody w stanie zaawansowanego rozkładu.

Przypadki żerowania kietży na zwłokach wyłowionych z wody występują w różnych porach roku. Nasilenie ich działalności, ze względu na zmienność temperatury, przypada głównie na miesiące wiosenne, letnie i jesienne. Jak wynika z przeprowadzonej wstecznej analizy warunków atmosferycznych panujących w czasie przebywania w wodzie zwłok, na których ujawniono oznaki żerowania wyżej wymienionych skorupiaków, są one odnajdywane prawie wyłącznie w przypadku występowania dodatniej temperatury powietrza.



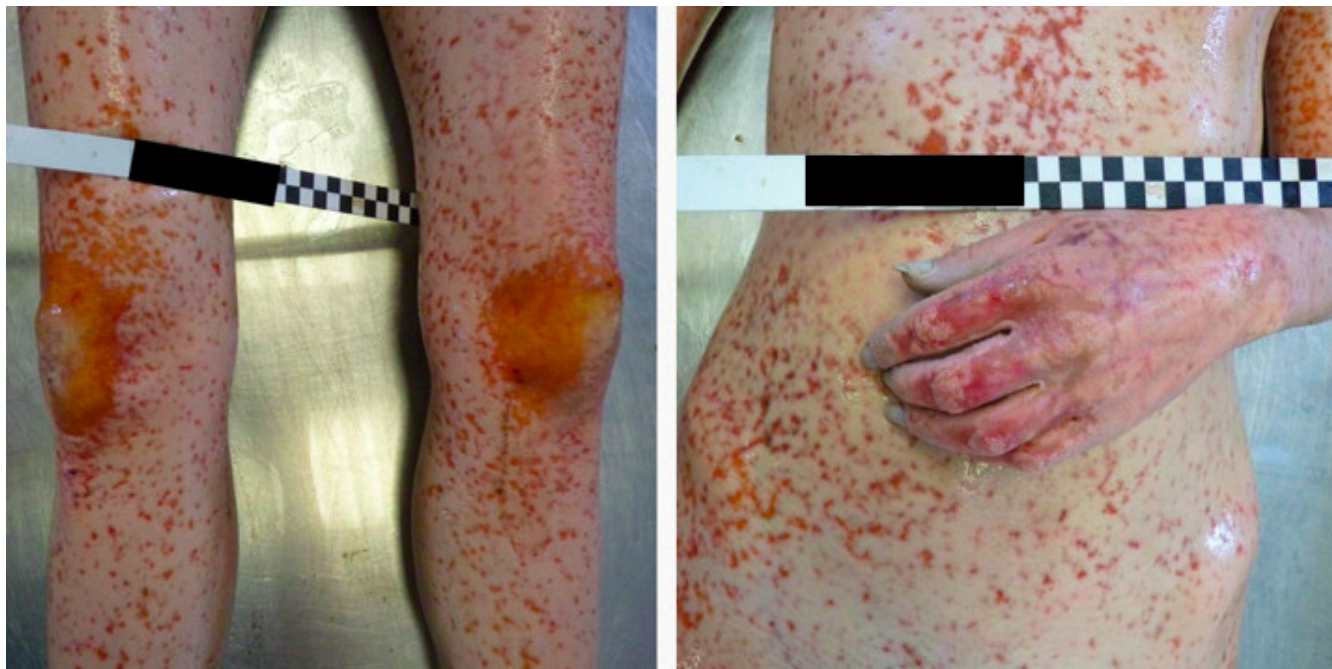


Photo 6. *D. haemobaphes* damages the epidermis of easily accessible areas not covered by clothing  
Fot. 6. *D. haemobaphes* uszkadza naskórek okolic łatwo dostępnych, pozbawionych ubrań



Photo 7. The face was the primary area of scud scavenging  
Fot. 7. Twarz była głównym miejscem żerowania kietży

## Discussion and conclusions

Scuds, belonging to the kingdom *Animalia*, are a type of arthropods (*Arthropoda*) from the class of crustaceans (*Crustacea*) and the subclass of malacostracans (*Malacostraca*). A distinguishing feature that sets them apart from other crustaceans is the differentiation of their posterior legs: legs 1-4 are shorter and directed forward, whereas legs 5-7 have only their terminal parts bent forward [4]. Another difference between them and isopods is that while isopods have a bilateral posterior artery, amphipods have a unilateral one [5]. The first pair of their legs forms maxillipeds, the next four form pseudoclaw, and the last three pairs are used for swimming. This species includes females, males, and hermaphrodites. Females have oostegites on their trunk, which, when joined with opposing oostegites, form a brood chamber (*marsupium*) where the eggs are located [6].

The diet of most species of scuds is based on plant material, but there are also predatory or parasitic species. Food first passes through the mandibles and then mixes with digestive juices in the stomach. At the boundary of the stomach, there are protrusions whose functions can be described as a hepatopancreas [4].

The total number of amphipod species, which are crustaceans to which scuds belong, is around 3000 [5]. In Poland, there are 50 species of amphipods: 20 in freshwater, 25 in the Baltic Sea, and 5 on land. Scuds from the family *Gammaridae* are the dominant species of zoobenthos in freshwater and lake littoral zones – *Gammarus fossarum* or *Gammarus pulex* in streams and rivers, and *Gammarus lacustris* in lakes [4].

The factors behind the relocation of scuds are the direct basis for forming theories about their movement within Europe. Environmental changes, especially those occurring in aquatic ecosystems, such as eutrophication, changes in the biological profile of waters, or the processes of creating new water bodies, can optimize the habitat conditions for scuds. Another significant factor is natural migration, understood as the expansion of habitat ranges along natural and artificial water bodies. The introduction of invasive species also significantly impacts migration, aiming to compete with native species and influence local ecosystems. Particular attention should be paid to the theory of passive migration of scuds due to human activity: through fishing gear, during fish transport [7], and historically through ballast waters, etc.

Common migration trends of scuds have been observed: *Dikerogammarus villosus* (commonly known as the Killer Shrimp) and *Dikerogammarus haemobaphes* originate from the Caspian Sea and Black Sea regions, spreading into Western Europe through networks of water channels connected to the Bug – Pripyat and Rhine – Danube river systems [8].

## Omówienie i wnioski

Kiełże, należące do królestwa zwierząt, są typem stawonogów (*Arthropoda*) z gromady skorupiaków (*Crustacea*) i podgromady rakowców (*Malacostraca*). Cechą odróżniającą je od innych skorupiaków jest zróżnicowanie ich odnóży tylnych: odnóże 1-4 są krótsze i skierowane do przodu, z kolei odnóże 5-7 mają tylko ich końcowe części zgięte do przodu [4]. Kolejną różnicą między nimi i równonogami jest fakt, że podczas gdy równonogi posiadają parzystą tętnicę tylną, u obunogów jest ona nieparzysta [5]. Pierwsza para ich odnóży tworzy szczękonoża, cztery kolejne formują pseudoszczypce, trzy ostatnie pary są używane do pływania. Jest to gatunek, w którym można wyróżnić samice, samce, jak i osobniki obojnacze. Samice posiadają oostegity na tułowiu, które łącząc się z przeciwnymi oostegitami, formują komorę lęgową (*marsupium*), gdzie znajdują się jaja [6].

Dieta większości gatunków kiełży opiera się o pokarm roślinny, jednakże istnieją również drapieżne lub pasożytnicze gatunki. Najpierw pokarm przechodzi przez żuwaczki, następnie w żołądku miesza się z sokami trawiennymi. Na granicy żołądka znajdują się wyrostki, których funkcje można określić jako wątrobo-trzustka [4].

Całkowita liczba gatunków obunogów, należących do skorupiaków, do których przynależą kiełże, to około 3000 [5]. W Polsce zamieszkuje 50 gatunków obunogów: 20 w wodach słodkich, 25 w Bałtyku i 5 na lądzie. Kiełże z rodziny *Gammaridae* są dominującym gatunkiem zoobentosu w wodach słodkich i litoralu jezior – *Gammarus fossarum* lub *Gammarus pulex* w strumieniach i rzekach, a *Gammarus lacustris* w jeziorach [4].

Czynniki przesiedlenia kiełży są bezpośrednią podstawą formowania teorii ich ruchu w obrębie Europy – wyróżnia się zmiany środowiskowe, w szczególności te zachodzące w ekosystemach wodnych, np. eutrofizacja, zmiany profilu biologicznego wód czy procesy tworzenia nowych zbiorników wodnych, które mogą optymalizować stan warunków siedlisk kiełży. Kolejnym istotnym czynnikiem jest naturalna migracja rozumiana pod postacią rozszerzania zasięgu siedlisk wzdłuż naturalnych i sztucznych zbiorników wody. Znaczący wpływ na migrację wywiera również wprowadzanie gatunków inwazyjnych w celu konkurencji z rodzinnymi gatunkami i wpływu na lokalne ekosystemy. Szczególną uwagę poświęcić należy teorii biernej migracji kiełży przez działalność człowieka: za pomocą sprzętu wędkarskiego, przy transporcie ryb [7], niegdyś poprzez wody balastowe etc.

Zaobserwowano wspólne tendencje migracyjne kiełży: *Dikerogammarus villosus* (znany potocznie jako Killer shrimp) oraz *Dikerogammarus haemobaphes* pochodzą z rejonu Morza Kaspijskiego i Morza Czarnego, rozprzestrzeniając się w Europie Zachodniej poprzez sieci kanałów wodnych połączonych z systemami rzecznyymi Bug–Prypeć oraz Ren–Dunaj [8].

It has been observed that the phenomenon of scud scavenging appears on corpses found at different times of the year, with a wide range of maximum and minimum temperature values, with extreme temperatures of 32°C and -2°C, respectively. Scuds, as mentioned earlier, belong to arthropods, poikilothermic organisms. Their body temperature is closely related to the ambient temperature; hence, they have developed various strategies to survive in unfavourable conditions [9]. All three species, *G. pulex*, *D. haemobaphes*, and *D. villosus*, are capable of surviving in environments with relatively wide temperature ranges, although their optimal values differ slightly: for *G. pulex* it is 10-20°C, and for *D. villosus* it is 5-15°C [10]. Moreover, the preferred temperature for individuals of these species is closely dependent on gender, age, and other factors such as food and parasitic organisms [7, 8]. The size and structure of the population are also defined, among other things, by temperature, which affects the developmental cycle and behaviour of these organisms [13]. Considering this information, it is indeed possible to assert that the described damage occurred due to scud activity.

So far, there has been only one study discussing the activity of scuds on bodies: "Macroscopic, histological and toxicological aspects of early *G. pulex* scavenging" [14]. This study is the first original work presenting damage to bodies caused by scuds of *D. haemobaphes* type.

Damage to bodies in water by scavenging animals is a common phenomenon, but specific types or species of animals are very rarely analysed [14, 15]. The study of the mentioned damage should be particularly considered from the perspective of the sometimes problematic differentiation between post-mortem and ante-mortem injuries. Another fact is their impact on accelerating the decomposition process of corpses, subsequently hindering later identification [14, 16]. Their presence or absence can also serve as an indicator for estimating the time the body has spent in the water [14].

The origin of epidermal damage on bodies retrieved from water is often an overlooked detail in autopsies. A retrospective analysis of the injuries, as conducted in this study, has significant limitations. The description of epidermal injuries in autopsy reports and their subsequent evaluation based on photographs cannot definitively determine the origin of the injuries.

Analysing the origin of injuries during autopsies, with a focus on the aspect of scud scavenging discussed in this study and differentiating it from other possible sources of damage, such as lesions caused by aquatic vegetation, branches, or contact with elements at the bottom of the reservoir, would certainly be helpful in assessing the actual occurrence of the discussed phenomenon.

Zauważono, że zjawisko żerowania kielży pojawia się na zwłokach ujawnionych w różnych porach roku, o szerokim zakresie wartości temperatur maksymalnych i minimalnych ze skrajnymi temperaturami wynoszącymi odpowiednio 32°C i -2°C. Kielże, jak już wspomniano wcześniej, należą do stawonogów, organizmów poikilotermicznych. Temperatura ich ciała pozostaje w ścisłym związku z temperaturą otoczenia, stąd wykształciły różne strategie, aby przetrwać w niesprzyjających warunkach [9]. Wszystkie trzy gatunki, *G. pulex*, *D. haemobaphes* oraz *D. villosus* zdolne są do przeżycia w środowisku o stosunkowo szerokich wartościach temperatur, choć optymalne wartości lekko się od siebie różnią, dla *G. pulex* wynosząc 10-20°C, a dla *D. villosus* 5-15°C [10]. Co więcej, temperatura preferowana przez osobnika tych gatunków ściśle zależy od płci, wieku, a także innych czynników, takich jak pożywienie czy organizmy na nim pasożytujące [7, 8]. Wielkość oraz struktura populacji są również definiowane m.in. przez temperaturę, która wpływa na cykl rozwojowy tych organizmów oraz ich zachowanie [13]. Biorąc pod rozwagę te informacje, stwierdzenie, że do opisywanych uszkodzeń doszło w wyniku aktywności kielży jest jak najbardziej możliwe.

Dotychczas powstała wyłącznie jedna praca omawiająca działalność kielży na ciele: Makroskopowe, histologiczne i toksykologiczne aspekty wczesnego żerowania *G. pulex* [14]. Niniejsza praca jest pierwszą pracą oryginalną przedstawiającą uszkodzenie zwłok spowodowane przez kielże z rodzaju *D. haemobaphes*.

Uszkodzenia zwłok znajdujących się w wodzie przez żerujące zwierzęta jest zjawiskiem powszechnym, jednak bardzo rzadko analizie podlega konkretny rodzaj lub gatunek zwierząt [14, 15]. Badanie wspomnianych uszkodzeń powinno być brane pod uwagę szczególnie z punktu widzenia problematycznego niekiedy rozróżnienia obrażeń powstałych post- lub antemortem. Kolejnym faktem jest ich wpływ na przyspieszanie procesu dekompozycji zwłok, utrudniający późniejszą identyfikację [14, 16]. Ich obecność lub brak może również posłużyć jako wskaźnik do estymacji czasu spędzonego przez ciało w wodzie [14].

Pochodzenie uszkodzeń naskórka zwłok wyłowionych z wody jest często pomijanym w sekcjach szczegółem. Retrospektywna analiza obrażeń, taka jak dokonana w niniejszej pracy, ma swoje znaczące ograniczenia. Opis odniesionych obrażeń naskórka w protokołach sekcyjnych, a następnie ich ocena na podstawie fotografii, nie jest w stanie jednoznacznie określić pochodzenia obrażeń.

Analiza pochodzenia obrażeń w trakcie wykonywania sekcji, ze skupieniem na omawianym w niniejszej pracy aspekcie żerowania kielży i różnicowaniem ich z możliwym innym pochodzeniem uszkodzeń; na przykład ubytkami wywołanymi roślinnością wodną, gałęziami lub kontaktem zwłok z elementami dna zbiornika z pewnością byłaby pomocna w ocenie skali faktycznego występowania omawianego zjawiska.



Scuds found on corpses or clothing may not be considered during the preparation of autopsy reports – the fact that they are often overlooked as insignificant details further complicates the thorough analysis of the actual prevalence of this phenomenon.

Scuds are invasive species in Polish inland waters, having arrived from the Caspian Sea region at the beginning of the 20th century [17]. In recent decades, they have expanded their range in domestic rivers and lakes. They are good indicators of water quality [18], hence one hypothesis can be that the differences in the occurrence of scud scavenging on corpses might be related to the fluctuations in the cleanliness of the Vistula, near-by rivers, and water bodies over the analysed period.

Due to the expansion of *D. haemobaphes* species and the related *D. villosus* in our waters, it can be assumed that such damage to corpses retrieved from water bodies will be observed more frequently. We can therefore expect further scientific work that will enable a more precise understanding of the mechanisms and circumstances of individuals of scud scavenging on corpses. The authors also intend to raise awareness among forensic doctors about the presence of scuds and the epidermal damage they cause on corpses found in water bodies, as this phenomenon is currently often overlooked.

- Characteristic punctate epidermal lesions found on corpses retrieved from water are the result of scavenging of scuds, including *D. haemobaphes*.
- Scavenging on corpses by scuds has been observed when the time between the victim's drowning and the retrieval of the body from the water was short. It was impossible to assess the occurrence of this phenomenon on bodies in advanced decomposition due to the sloughing of the epidermis.
- The highest number of drowning victims with visible traces of scud scavenging has been noted in the Vistula River
- The phenomenon of scud scavenging on corpses was observed almost exclusively at positive air temperatures, with an increase during the spring-summer period.
- The feeding location of *D. haemobaphes* on the body proved to be variable – most often, it was easily accessible, exposed body parts without clothing.

#### Conflict of Interest Statement:

The authors declare no conflict of interest

Kietże znajdujące na zwłokach lub na ubraniach mogą nie być brane pod uwagę podczas sporządzania protokołów sekcyjnych – fakt pomijania ich jako nieistotny szczegół dodatkowo utrudnia przeprowadzenie rzetelnej analizy faktycznego rozpowszechnienia tego fenomenu.

Kietże są w polskich wodach lądowych gatunkami inwazyjnymi, przybyłymi z rejonów Morza Kaspijskiego na początku XX stulecia [17]. W ostatnich dziesięcioleciach poszerzają swój zakres występowania w rodzimych rzekach i jeziorach. Są one dobrymi indykatorami czystości wód [18], stąd można wysnuć jako jedną z hipotez, że różnice w występowaniu liczby przypadków żerowania kietży na zwłokach mogą być związane z fluktuacją czystości Wisły, okolicznych rzek i zbiorników wodnych na przestrzeni analizowanego okresu.

W związku z ekspansją gatunku *D. haemobaphes* oraz pokrewnego mu *D. villosus* w naszych wodach można sądzić, że tego typu uszkodzenia zwłok wydobytych ze zbiorników wodnych będą obserwowane coraz częściej. Możemy zatem oczekiwać dalszych prac naukowych, które umożliwią dokładniejsze poznanie mechanizmów i okoliczności żerowania osobników kietży na zwłokach. Intencją autorów jest również uwrażliwienie lekarzy medycyny sądowej na obecność kietży i uszkodzeń naskórka przez nie powodowanych na zwłokach znalezionych w zbiornikach wodnych, ponieważ aktualnie jest to zjawisko często pomijane.

- Charakterystyczne punktowe ubytki naskórka na zwłokach wydobytych z wody są wynikiem żerowania kietży, w tym *D. haemobaphes*.
- Żerowanie na zwłokach przez kietże zaobserwowano, gdy czas od śmierci ofiary wskutek utonięcia do jej wydobywania z wody był krótki. Ocena występowania tego zjawiska na zwłokach w zaawansowanym rozkładzie była niemożliwa ze względu na spękanie naskórka.
- Największa liczba przypadków ofiar utonięć z widocznymi śladami żerowania kietży odnaleziona została w rzece Wiśle.
- Zjawisko żerowania kietży na zwłokach obserwowane było niemalże wyłącznie przy dodatniej temperaturze powietrza, z nasileniem w okresie wiosenno-letnim.
- Zmiennym okazało się miejsce żerowania *D. haemobaphes* na ciele – najczęściej stanowiły je części ciała łatwo dostępne, odosłonięte, pozbawione ubrań.

#### Oświadczenie o konflikcie interesów:

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

## References | Piśmiennictwo

1. Konopka T, Grabowski M, Uszkodzenia zwłok przez inwazyjny gatunek skorupiaka *Dikerogammarus haemobaphes*. Arch Med Sąd Kryminol, 2015; 65 supl. 1: 9
2. Rewicz T, Grabowski M, MacNeil C, Bącela-Spychalska K, The profile of a 'perfect' invader – the case of killer shrimp, *Dikerogammarus villosus*. Aquat Invasions 2014; 9: 267–288
3. Grabowski M, Jażdżewski K, Konopacka A, Alien crustacea in polish waters – Amphipoda. Aquat Invasion 2007; 2: 25–38
4. Błaszczak C, Zoologia. Stawonogi. Tom 2, część 1. Szczękoczułkopodobne, skorupiaki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013; 322–328
5. Rajski A, Zoologia . T. 2, Część systematyczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997; 173–174
6. Szaniawska A, Skorupiaki Bałtyku. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2014; 84–149
7. Podwysocki K, Desiderato A, Mamos T, Rewicz T, Grabowski M, Konopacka A, Bącela-Spychalska K, Recent invasion of Ponto-Caspian amphipods in the Masurian Lakeland associated with human leisure activities NeoBiota 2024; 90: 161–192
8. Bij de Vaate A, Jażdżewski K, Ketelaars H, Gollasch S, Van der Velde G, Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. Can J Fish Aquat Sci, 2002; 59: 1159–1174
9. Lagerspetz K, Vainio L, Thermal behaviour of crustaceans. Biol Rev, 2006; 81: 237–258
10. Maazouzi C, Piscart C, Legier F, Hervant F, Ecophysiological responses to temperature of the 'killer shrimp' *Dikerogammarus villosus*: Is the invader really stronger than the native *Gammarus pulex*? Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 2011; 159: 268–274
11. Fincham W, Brown L, Roy H, Dunn A, Interactive effects of resource quality and temperature drive differences in detritivory among native and invasive freshwater amphipods. Freshw Biol. 2023; 68: 915–925
12. Rachalewski M, Kobak J, Szczerkowska-Majchrzak E, Bącela-Spychalska K, Some like it hot: Factors impacting thermal preferences of two Ponto-Caspian amphipods *Dikerogammarus villosus* (Sovinsky, 1894) and *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841). PeerJ. 2018; 6: 4871
13. Gee J, Population dynamics and morphometrics of *Gammarus pulex* L.: evidence of seasonal food limitation in a freshwater detritivore. Freshw Biol. 2006; 19: 333–343
14. Duband S, Forest F, Gaillard Y, Dumollard J, Debout M, Péoc'h M, Macroscopic, histological and toxicological aspects of early *Gammarus pulex* scavenging. Forensic Sci Int. 2011; 209: 16–22
15. Caruso J, Decomposition Changes in Bodies Recovered from Water. Acad Forensic Pathol. 2016; 6: 19–27
16. Vanin S, Zancaner S, Post-mortal lesions in freshwater environment. Forensic Sci Int. 2011; 212: 18–20
17. Konopacka A, Inwazyjne skorupiaki obunogie (Crustacea, Amphipoda) w wodach Polski Invasive amphipods (Crustacea, Amphipoda) in Polish waters. Przy zool, 2004; 48: 141–162
18. De Lange H, Noordoven W, Murk A, Lüring M, Peeters E, Behavioural responses of *Gammarus pulex* (Crustacea, Amphipoda) to low concentrations of pharmaceuticals. Aquat Toxicol, 2006; 78: 209–216

### Date:

date of submission | data nadesłania: **06.10.2024**  
acceptance date | data akceptacji: **17.11.2024**

### Corresponding author:

Magda Wojarska  
Studenckie Koło Naukowe Medycyny Sądowej,  
Katedra Medycyny Sądowej Collegium Medicum  
Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków  
e-mail: magda.wojarska@student.uj.edu.pl

### ORCID:

Magda Wojarska – 0009-0003-2775-3416  
Lidia Ziobro – 0009-0005-9194-2697  
Oliwia Boruta – 0009-0008-0976-0141  
Kateryna Shtohryn – 0009-0009-9134-4741  
Julia Suchcicka – 0009-0006-6387-5957  
Wiktoria Wojturska – 0009-0009-9096-5431  
Ewa Rzepecka-Woźniak – 0000-0002-7935-8704  
Tomasz Konopka – 0000-0001-5930-957X