



Analiza stopnia inwazyjności gatunków obcych w Polsce wraz ze wskazaniem gatunków istotnie zagrażających rodzimej florze i faunie oraz propozycją działań strategicznych w zakresie możliwości ich zwalczania

oraz

Analiza dróg niezamierzonego wprowadzania lub rozprzestrzeniania się inwazyjnych gatunków obcych wraz z opracowaniem planów działań dla dróg priorytetowych

KARTA INFORMACYJNA GATUNKU

1. Informacje podstawowe

- 1) nazwa polska: Rak sygnałowy
2) nazwa łacińska: *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)
3) nazwa angielska: Signal crayfish

4) **synonimy nazw** (o ile są używane, maksymalnie dwie najczęściej stosowane)

- a) synonimy nazwy polskiej: Rak szwedzki
Rak kalifornijski
b) synonimy nazwy łacińskiej: –
c) synonimy nazwy angielskiej: American crayfish

5) **rodzaj organizmu:** skorupiaki

6) **rodzina:** Astacidae

7) **pochodzenie (region):**

Północno-zachodnie Stany Zjednoczone (Washington, Oregon, Idaho, Montana, Wyoming, Kalifornia, Nevada), Kanada (południe Kolumbii Brytyjskiej)

8) **występowanie w Polsce (tak/nie):** **TAK**

Jeśli TAK to: w środowisku przyrodniczym w uprawie i hodowli

9) charakterystyka gatunku

Pokrój ciała charakterystyczny dla dziesięcionogów. Na głowotułowiu znajduje się pięć par odnóży krocnych, przy czym pierwsza przekształcona jest w duże szczypce. Jest to duży rak osiągający kilkanaście centymetrów długości (często ponad 15 cm). Ubarwienie zmienne, jednak zwykle w różnych odcieniach brązu, z wyraźnie przebiegającą się ciemną czerwień. Szczypce duże, gładkie z niewielkimi wgłębieniami. Faktura karapaksu gładka, bez kolców i guzków, pomijając listwy za oczami i grzebień na rostrum. U większości osobników pomiędzy palcami szczypiec znajduje się jasna, biała plama (tzw. plama sygnałna). Spód szczypiec czerwony. Gatunek ten jest podobny do raka szlachetnego *Astacus astacus* (ta sama rodzina Astacidae) i może być z nim mylony. Kilka cech pozwala jednak jednoznacznie uniknąć pomylenia z rakiem szlachetnym. W przypadku raka szlachetnego na szczypcach znajdują się guzki, po bokach głowotułowia bardzo małe i nieliczne kolce. Rak szlachetny nie posiada ponadto plamy sygnałnej. Te dwa gatunki raków odróżnia też kształt szczypiec, jednak ze względu na częste deformacje w wyniku regeneracji nie jest to cecha niezawodna. Od pozostałych występujących w stanie dzikim raków w Polsce (błotnego *Astacus leptodactylus* i pręgowatego *Orconectes limosus*), jednoznacznie odróżnia go ubarwienie spodniej strony szczypiec (u tych dwóch pozostałych spód szczypiec jest biały, żółtawy, kremowy, nigdy czerwony, ani wyraźnie pomarańczowy) i gładki karapak. Ponadto od raka pręgowatego odróżnia go obecność grzebienia na rostrum (szpiczasta, najbardziej wysunięta część karapaksu). Rak sygnałowy jest wszystkożerny. Naturalnymi wrogami gatunku są wydry *Lutra lutra* i ryby drapieżne jednak brak jest przesłanek, aby uznać, że ich presja stanowi barierę dla rozprzestrzeniania się gatunku w Polsce. Maksymalnie dożywa 20 lat.

10) siedliska, które zasiedla gatunek w regionie pochodzenia

Gatunek występuje w różnych siedliskach, od małych strumieni po duże rzeki o różnej charakterystyce. Występuje na różnych wysokościach nad poziomem morza, jest pod tym względem stosunkowo plastyczny. Zasiedla również jeziora. Preferuje miejsca o twardym dnie, zapewniające odpowiednie kryjówki lub umożliwiające kopanie nor (np. podłoże gliniaste).

11) zastosowanie gospodarcze

Gatunek atrakcyjny z konsumpcyjnego punktu widzenia ze względu na bardzo duże szczypce i ogólnie relatywnie duże rozmiary. W celach gospodarczych został introdukowany m.in. w Szwecji oraz w Polsce jako substytut zanikającego raka szlachetnego. Obecnie jednak jego hodowla i handel nie są w Polsce możliwe ze względów prawnych. Mimo obostrzeń, zdarzają się przypadki nielegalnego obrotu tym gatunkiem. Nie ma on zatem formalnie zastosowania gospodarczego, jednak nie można wykluczyć lokalnych odłowów na własne potrzeby.

2. Inwazyjność

1) rok pierwszej obserwacji w Polsce (w środowisku przyrodniczym) (rok/nie stwierdzono): 1972 (pierwsza introdukcja)

2) historia i sposób wprowadzenia do środowiska przyrodniczego w Polsce/Europie

Rak sygnałowy został sprowadzony do Polski w 1971 roku w ramach celowej introdukcji nastawionej na ekonomiczne korzyści. Pierwsze osobniki zostały sprowadzone ze Szwecji, gdzie decyzję o introdukcji tego gatunku podjęto już w 1959 roku, z tych samych powodów – gatunek ten miał zastąpić ginącego raka szlachetnego. Sprowadzanymi w latach 70. XX wieku rakami sygnałowymi zarzeczono Jezioro Garbaś w miejscowości Stare Juchy, a następnie eksperymentalne stawki w Bryńsku. Część raków wypuszczono również do rzeki Brynicy. Większość introdukcji miała miejsce w północno-wschodniej Polsce (okolice Olsztyna, Morąga, Suwalszczyzna), jednak potem gatunek ten sprowadzono w okolice Koszalina w celach hodowlanych, co mogło umożliwić pojawianie się stanowisk na Pomorzu Środkowym. W międzyczasie, doszło do przynajmniej jednej nielegalnej introdukcji osobnikami sprowadzonymi bezpośrednio ze Szwecji, w wyniku której gatunek pojawił się też w Drawieńskim Parku Narodowym. Dalsze niekontrolowane wsiedlenia spowodowały, że obecnie gatunek trwale utrzymuje się na co najmniej kilkunastu stanowiskach w północnej Polsce. Wydaje się też, że większość znanych stanowisk to raczej efekt nielegalnych wsiedleń, nie zaś spontanicznej ekspansji.

3) rozmnażanie w przyrodzie Polski

tak nie nie dotyczy

4) sposób rozmnażania się

Rozród gatunku przypomina rozród rodzimego raka szlachetnego. Na przełomie lata i jesieni dochodzi do parzenia się osobników, natomiast składanie jaj ma miejsce jesienią. Średnio, zarówno parzenie się jak i składanie jaj zachodzi nieco wcześniej niż u raka szlachetnego, jednak terminy godów mogą się pokrywać. Samica nosi jaja pod odwłokiem. Wykluwanie się młodych raków występuje niemal przez całą wiosnę i trwa do początku lata. W Polsce wykluwanie zaczyna się zwykle w maju. Jako stosunkowo płodny bezkręgowiec może osiągać duże liczebności populacji. Dorosła samica może składać jednorazowo ponad 540 jaj.

5) drogi wprowadzania i rozprzestrzeniania się

- drogi wprowadzania zamierzonego: celowe introdukcje (większość znanych dotychczas stanowisk jest najpewniej ich efektem);
- drogi wprowadzania niezamierzonego: przypadkowa introdukcja ze sprzętem połowowym i innym używanym w wodzie, np. sprzętem wędkarskim i innym rekreacyjnym (znany jest przypadek odnalezienia raka sygnałowego w sprzęcie do nurkowania, po powrocie do domu);
- drogi rozprzestrzeniania naturalnego (po wcześniejszej introdukcji, bez udziału człowieka): spontaniczna kolonizacja nowych terenów drogą wodną, szczególnie w obrębie tego samego cieku (stwierdzono to np. w rzekach Pomorza);
- drogi rozprzestrzeniania antropogenicznego (przy udziale człowieka): przypadkowe rozprzestrzenianie ze sprzętem połowowym i innym używanym w wodzie (np. rekreacyjnym), celowe introdukcje

6) stopień rozprzestrzenienia

ograniczony zasięg występowania – **kategoria 3**

Rak sygnałowy występuje na kilkudziesięciu stanowiskach w północnej Polsce, w różnego typu zbiornikach i ciekach wodnych, od dużych jezior po stawy oraz od małych strumyków po wielkie rzeki. Został introdukowany do wód polskich w 1971 roku jako gatunek mający zastąpić wymarłego wskutek epidemii dżumy raczej rodzimego raka szlachetnego. Do połowy lat 90 XX wieku był obiektem badań w Instytucie Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie i przetrzymywany w obiektach Pracowni Rybactwa Jeziorowego w Pieczarkach koło Giżycka. Stąd pochodzi materiał większości introdukcji tego gatunku w Polsce. Drugim źródłem raków sygnałowych była introdukcja do jeziora Krzywy Róg w otulinie Drawieńskiego Parku Narodowego z wykorzystaniem osobników przywiezionych bezpośrednio ze Szwecji. W ostatnich latach zaobserwowano wzrost tempa rozprzestrzeniania się raka sygnałowego na terenie Pomorza Środkowego. Rak sygnałowy jest bardzo atrakcyjnym gatunkiem z hodowlanego punktu widzenia. Wysoka jakość cech użytkowych takich jak duże rozmiary ciała i potężne szczypce powodują, że jest to gatunek chętnie przenoszony przez potencjalnych hodowców i użytkowników rybackich wód. Gatunek bardzo łatwo adaptuje się do warunków występujących w wodach polskich i wykazuje dużą zdolność migracyjną.

7) dynamika gatunku

kategoria: gatunki słabo ekspansywne

stopień pewności: duży

opis:

Rak sygnałowy jest gatunkiem o ograniczonym stopniu występowania. Jedyne jego stanowiska znajdują się w północnej części kraju. Liczba stanowisk najprawdopodobniej nie jest znacznie większa od 20. Zaklasyfikowano go jako gatunek słabo ekspansywny. Wydaje się, że większość stanowisk tego gatunku w kraju jest pochodzenia antropogenicznego i najczęściej celowej introdukcji. Gatunek dobrze rozprzestrzenia się wzdłuż cieków, jednak słabo kolonizuje izolowane akweny. Spontaniczna kolonizacja jest zjawiskiem raczej lokalnym. Pomimo pięciu dekad obecności tego gatunku w Polsce jego zasięg znacznie się nie zwiększył i ogranicza się do regionów północnych, co sugeruje, że zdolności kolonizacyjne raka sygnałowego są ograniczone.

8) siedliska, które zasiedla gatunek w kolonizowanych miejscach

W Polsce gatunek stwierdzony w różnych typach wód: rzekach, jeziorach, stawach (hodowla doświadczalna). Zasiedla zarówno górne odcinki rzek o bystrym nurcie, jak i wolniej płynące fragmenty biegu środkowego oraz odcinki przyujściowe. Stwierdzany również w głębokich jeziorach Suwalszczyzny. Pod względem ekologii przypomina raka szlachetnego. Zajmuje te same siedliska oraz ma podobne wymagania jeżeli chodzi o warunki termiczne, czystość i natlenienie wody. Rak sygnałowy, podobnie jak rak szlachetny, unika wód zbyt ciepłych.

Chętnie zajmuje naturalne kryjówki, w postaci korzeni drzew, kamieni, itp. Jeżeli pozwala na to podłoże (odpowiednio związane np. glina), kopie nory.

9) stopień inwazyjności (negatywny wpływ)

wynik oceny: 0,75

kategoria: średnio inwazyjny gatunek obcy

10) wpływ przewidywanych zmian klimatu na inwazyjność gatunku

wynik oceny: 0,38

kategoria: umiarkowanie spadnie

opis:

Gatunek związany jest z wodami strefy umiarkowanej. Podobnie jak rak szlachetny unika wód zbyt ciepłych. Przy założeniu że ocieplenie klimatu znajdzie przełożenie w postaci wzrostu średnich temperatur wód powierzchniowych należy zakładać spadek poziomu dostosowania do warunków środowiskowych u raka sygnałowego. Przeprowadzone dla Półwyspu Iberyjskiego symulacje wykazały, że ocieplenie klimatu wpłynie negatywnie na ten gatunek. Podobny wynik modelowania otrzymano dla całej Europy, przewidując, że obecny zasięg gatunku skurczy się o około jedną trzecią. Przewidywane ocieplenie klimatu może zatem spowolnić rozprzestrzenianie się gatunku i spowodować jego wycofywanie. Wraz z przewidywanym wycofywaniem się raka sygnałowego prawdopodobnie spadnie jego negatywny wpływ, przede wszystkim na środowisko przyrodnicze, hodowle zwierząt i inne obiekty.

3. Oddziaływanie gatunku obcego

1) wpływ na środowisko przyrodnicze

wynik oceny: 0,50

kategoria: średni

opis:

Gatunek bardzo silnie może oddziaływać głównie na rodzimego raka szlachetnego poprzez przenoszenie na ogół śmiertelnej dla tego drugiego gatunku dżumy raczej. Ponadto, gatunek ten może z rodzimym rakiem konkurować o siedliska (podobnie jak rak szlachetny wymaga odpowiednich kryjówek lub tego samego rodzaju podłoża do kopania nor). Ze względu na próby parzenia się samców raka sygnałowego z samicami raka szlachetnego, może mieć duży wpływ na jego sukces rozrodczy. Z tych samych przyczyn może również wpływać negatywnie na inny objęty w Polsce ochroną gatunek raka – raka błotnego. Wpływ na inne wartości przyrodnicze wydaje się mniejszy, jednak ze względu na wszytkożerność może wpływać niekorzystnie na roślinność wodną, zgrupowania bezkręgowców. Negatywny wpływ wykazano również w odniesieniu do ryb (wykazano negatywny wpływ na populacje ryb łososiowatych w Anglii). Szkodliwe działanie raka sygnałowego zaznacza się głównie przy większych zagęszczeniach. Jako stosunkowo płodny bezkręgowiec może osiągać duże liczebności populacji, dlatego wpływ na inne elementy ekosystemu niż rodzime raki (zgrupowania bezkręgowców, ryb i szatę roślinną), należy traktować bardzo poważnie.

2) siedliska przyrodnicze, dla których stanowi zagrożenie (nie dotyczy gatunków zwierząt)

–

3) gatunki, dla których stanowi zagrożenie

Rak sygnałowy stanowi realne zagrożenie przede wszystkim dla następujących gatunków:

- rak szlachetny *Astacus astacus* – gatunek narażony VU, objęty ochroną częściową,
- rak błotny *Astacus leptodactylus* – gatunek najmniejszej troski LC, objęty ochroną częściową,
- skójka gruboskorupowa *Unio crassus* – gatunek zagrożony wyginięciem EN, objęty ochroną ścisłą,
- szczeżuja wielka *Anodonta cygnea* – gatunek najmniejszej troski LC, objęty ochroną częściową

4) wpływ na gospodarkę

wynik oceny: 0,75

kategoria: duży

opis:

Gatunek w przypadku przedostania się do hodowli rodzimych raków może w szybkim czasie spowodować utratę całego pogłowia na skutek transferu dzumy raczej. Choć hodowle raków są w Polsce stosunkowo nieliczne, dla tej gałęzi akwakultury obecność raka sygnałowego w kraju może mieć znaczenie kluczowe ze względu na potencjalnie bardzo duże straty. Nie ma pewności co do skali wpływu raka sygnałowego na hodowlę czy połowy ryb, poprzez zjadanie jaj i narybku gatunków cennych gospodarczo (np. ryb łososiowatych). W tej dziedzinie wpływ gatunku nie powinien być bardzo duży, choć nie można go zaniedbać. Jako gatunek kopiący nory, rak sygnałowy może stanowić zagrożenie dla budowli wodnych typu groble, zapory, umocnienia, co poza wpływem na same konstrukcje może mieć negatywny wpływ np. na stawowe hodowle ryb.

5) wpływ na zdrowie człowieka

wynik oceny: 0,13

kategoria: bardzo mały

opis:

Gatunek zasadniczo nie ma wpływu na zdrowie człowieka. Nie jest wektorem pasożytów, ani chorób, które mogą zagrozić człowiekowi. Jedyną interakcją polega na możliwości zranienia podczas chwytania osobników tego gatunku. Rak ten sprawnie szczypie i ma możliwość przecięcia naskórka. To z kolei może prowadzić do infekcji niespecyficznymi bakteriami. Nie są jednak powszechnie znane przypadki komplikacji zdrowotnych po uszczyknięciu raka sygnałowego. Sytuacje zranień mogą w szczególności dotyczyć rybaków i wędkarzy. Wśród innych użytkowników wód mają raczej małe znaczenie.

6) wpływ na usługi ekosystemowe

wynik oceny: 0,33

kategoria: umiarkowanie negatywny

opis:

Negatywny wpływ tego gatunku na usługi zaopatrzeniowe przejawia się poprzez oddziaływanie na liczebność organizmów wodnych, w tym gatunków o znaczeniu gospodarczym. W Szwecji rak sygnałowy potrafi tworzyć populacje wykazujące efekt przegęszczenia i tym samym wywierać intensywną presję pokarmową w siedliskach ryb. Przy masowych pojawach może mieć wpływ na przepływ masy i energii w ekosystemie, w szczególności jako skuteczny roślinożerca modyfikujący szatę roślinną wód, co wpływa negatywnie na usługi regulacyjne. Wpływ na usługi kulturowe jest raczej neutralny, ma on związek z zastąpieniem w krajach skandynawskich wyniszczonego „dżumą raczej” raka szlachetnego z uwagi na duże pokrewieństwo między tymi dwoma gatunkami.

4. Dotychczasowe działania służące eliminacji, kontroli lub izolacji analizowanego gatunku

Nie podejmowano dotychczas prób eliminacji tego gatunku z polskich wód. Usuwanie inwazyjnych gatunków raków jest trudne i nieefektywne z powodu dużej płodności i dużej liczebności populacji oraz z powodu problemów z odłowem najmłodszych osobników (małe rozmiary utrudniają chwytanie narzędziami pułapkowymi). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 r. w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie, złowionych raków sygnałowych (np. jako przyłów w komercyjnych i amatorskich połowach ryb) nie wolno wypuszczać z powrotem do wód, również w miejscach gdzie został złowiony. Wydaje się jednak, że rozporządzenie to nie musi przyczyniać się do ograniczenia liczebności gatunku, ze względu na możliwość odławiania większych ilości raków jedynie przez zawodowych rybaków. W przypadku gatunków występujących bardzo licznie przypadkowe odłowienia przez wędkarzy nie zmniejszają w sposób istotny liczebności raków, tym bardziej, że raki łowione są przypadkowo i stosunkowo rzadko. Ponadto, usuwanie z populacji osobników największych, które częściej trafiają się jako przyłów, może powodować zwiększenie rozrodczości populacji. Trudno obecnie ocenić, czy unijne i krajowe rozporządzenia dotyczące m. in. importu i handlu gatunkami obcymi wpływają na import i obrót gatunkiem. Obecnie nie są znane przykłady importu z ostatnich lat. Rozporządzenia te nie zapobiegają niekontrolowanemu wprowadzaniu i ewentualnym zaraczeniu wód prywatnych. Oficjalnie nie prowadzi się działalności komercyjnej związanej z tym gatunkiem, co nie musi być efektem skuteczności przepisów prawnych, a raczej małej wartości konsumpcyjnej gatunku. Nie są znane dane na temat skuteczności powstrzymywania inwazji tego gatunku. Realizowane działania na Wyspach Brytyjskich skupiają się raczej na powstrzymaniu dalszej inwazji. Próby mechanicznego usuwania (przy użyciu pułapek) kończyły się dotąd niepowodzeniem. Inne proponowane

metody obejmują m.in. stosowanie pestycydów, co jest jednak kontrowersyjne ze względu na negatywny wpływ na inne organizmy wodne.

5. Ocena sposobu postępowania z gatunkiem

kategoria: **W3** – gatunek wysokiego ryzyka, występujący w środowisku przyrodniczym, ograniczony zasięg występowania (czarna lista)

6. Źródła danych

Opublikowane wyniki badań

- Bubb DH, Thom TJ, Lucas MC. 2004. Movement and dispersal of the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in upland rivers. *Freshwater Biology* 49 (3): 357-368
- Capinha C, Anastácio P, Tenedório JA. 2012. Predicting the impact of climate change on the invasive decapods of the Iberian inland waters: an assessment of reliability. *Biological Invasions* 14 (8): 1737-1751
- Dobrzycka-Krahel A, Skóra M, Raczyński E, Szaniawska A. 2017. The Signal Crayfish *Pacifastacus leniusculus* — Distribution and invasion in the Southern Baltic Coastal River. *Polish Journal of Ecology* 65 (3): 445-452
- Edsman L. 2010. Pros and cons with the huge interest in crayfish – Implications for management and conservation in Scandinavia. W: Souty-Grosset C, Grandjean F, Mirebeau C. (red.). *European Crayfish: food, flagships and ecosystem services. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 401 (23)
- Gallardo B, Aldridge DC. 2013. Evaluating the combined threat of climate change and biological invasions on endangered species. *Biological Conservation* 160: 225-233
- Grabowski M, Jażdżewski K, Konopacka A. 2005. Alien crustacea in Polish waters – introduction and decapoda. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 34: 43-61
- Guan R, Wiles PR. 1998. Feeding ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in a British lowland river. *Aquaculture* 169 (3-4): 177-193
- Holdich DM (ed). 2002. *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science Ltd. Osney. Mead, Oxford: 1-702
- Johnson MF, Rice SP, Reid I. 2014. The activity of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in relation to thermal and hydraulic dynamics of an alluvial stream, UK. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 724 (1): 41-55
- Oidtmann B, Geiger S, Steinbauer P, Culas A, Hoffmann RW. 2006. Detection of *Aphanomyces astaci* in North American crayfish by polymerase chain reaction. *Diseases of Aquatic Organisms* 72 (1): 53-64
- Peay S, Guthrie N, Spees J, Nilsson E, Bradley P. 2009. The impact of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the recruitment of salmonid fish in a headwater stream in Yorkshire, England. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 394-395 (12)
- Söderbäck B. 1991. Interspecific dominance relationship and aggressive interactions in the freshwater crayfishes *Astacus astacus* (L.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana). *Canadian Journal of Zoology* 69 (5): 1321-1325
- Söderbäck B. 1995. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a Swedish Lake: possible causes and mechanisms. *Freshwater Biology* 33 (2): 291-304
- Souty-Grosset C, Holdich DM, Noel PY, Reynolds JD, Haffner P. 2006. *Atlas of crayfish in Europe* Muséum national d'Histoire naturelle, Paris: 1-187
- Śmietana P, Krzywosz T. 2006. Determination of the rate of growth of *Pacifastacus leniusculus* in lake Poblędzie, using polymodal lengthfrequency distribution analysis. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380-381: 1229-1243
- Śmietana P, Strużyński W. 1996. Uwagi do introdukcji raka sygnałowego *Pacifastacus leniusculus* w wodach Polski. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 52: 89-97
- Śmietana P. 2011. Rak sygnałowy *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852): 201-205. W: Głowaciński, Okarma, Pawłowski, Solarz (red.). *Gatunki obce w faunie Polski. Alien species in the fauna of Poland*. Instytut Ochrony Przyrody PAN Kraków

Śmietana P. 2013. Uwarunkowania rozmieszczenia i mechanizmy konkurencji międzygatunkowej raka szlachetnego (*Astacus astacus* L.) i raka pręgowatego (*Orconectes limosus* Raf.) w wodach Pomorza. Rozprawy i Studia - Uniwersytet Szczeciński 860: 1-266. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego

Twardochleb LA, Olden JD, Larson ER. 2013. A global meta-analysis of the ecological impacts of nonnative crayfish. *Freshwater Science* 32 (4): 1367-1382

Inne

Laskowski P. Przeniesienie raka sygnałowego na sprzęcie do nurkowania

Suwalski T. Informacja o występowaniu raka sygnałowego w Darłowie

Pochodzące z własnych badań / obserwacji

Śmietana P. Informacje pochodzące z ponad 20 letnich badań nad rozsiedleniem i ekologią raków słodkowodnych Europy

Autorzy karty:

Przemysław Śmietana¹, Maciej Bonk², Wojciech Solarz³

¹ Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii, Uniwersytet Szczeciński

² Centrum Natura 2000, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

³ Zakład Ochrony Ekosystemów, Instytut Ochrony Przyrody PAN

Data opracowania: marzec 2018