

ISSN 2544-8188
(online edition)

Odonatrix

Wybiórczość siedliskowa i dynamika populacji
Nehalennia speciosa (CHARPENTIER, 1840)
na Południowym Podlasiu
i obszarach przyległych

Piotr Mikołajczuk

Tom 17
Suplement 1

Łódź - Warszawa 2021



Odonatrix

Piotr Mikołajczuk

**Wybiórczość siedliskowa i dynamika populacji
Nehalennia speciosa (CHARPENTIER, 1840)
na Południowym Podlasiu
i obszarach przyległych**

**Habitat selection and population dynamics
of *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840)
in Southern Podlasie and adjacent areas,
Mideastern Poland**

SPIS TREŚCI

Summary	5
I. WSTĘP	7
II. TEREN BADAŃ	8
III. MATERIAŁ I METODY	11
1. Wybiórczość siedliskowa	11
2. Stan stanowisk na mapach historycznych i współczesnych oraz siedliska wtórne	13
3. Dynamika siedlisk i populacji w latach 2004–2018	14
4. Zarys dynamiki siedlisk w szerszej skali czasowej z wykorzystaniem uproszczonych badań paleoekologicznych	15
5. Kompilacja danych o występowaniu <i>Nehalennia speciosa</i> w Polsce	16
IV. WYBIÓRCZOŚĆ SIEDLISKOWA	16
1. Stanowiska <i>Nehalennia speciosa</i> oraz cechy spektrum siedliskowego	16
2. Zróżnicowanie siedlisk na tle geograficznym	28
3. Wymagania siedliskowe	29
V. GENEZA STANOWISK ORAZ ICH STAN NA MAPACH HISTORYCZNYCH I WSPÓŁCZESNYCH	30
1. Analiza map historycznych i współczesnych	30
<i>Równina Wołomińska, Wysoczyzna Kałuszyńska, Żelechowska i Siedlecka</i>	30
<i>Równina Łukowska, Zakłęśłość Łomaska i Wysoczyzna Parczewsko-Kodeńska</i>	30
2. Geneza zbiorników akumulacji biogenicznej	33
3. Geneza zbiorników na torfowiskach i siedliska wtórne	34
VI. DYNAMIKA SIEDLISK I POPULACJI W LATACH 2004–2018	35
1. Zmiany w uwodnieniu siedlisk i występowaniu <i>Nehalennia speciosa</i> we wschodniej części badanego obszaru	35
2. Kolonizacje stanowisk	38
3. Liczebność populacji	40
4. Podsumowanie	40
VII. ZARYS DYNAMIKI SIEDLISK W SZERSZEJ SKALI CZASOWEJ Z WYKORZYSTANIEM UPROSZCZONYCH BADAŃ PALEOEKOLOGICZNYCH	41
1. Uwagi o stratygrafii i głębokości złóż	41
2. Osady o wysokim stopniu rozkładu	43
3. Botaniczne wskaźniki deficytów wody	45
4. Interpretacja wyników i próba datowania względnego	45
VIII. DYSKUSJA	50
1. Stan wiedzy o wybiórczości siedliskowej	50
<i>Położenie zasiedlanych torfowisk</i>	64
<i>Wielkość powierzchni stanowisk</i>	64
<i>Otoczenie stanowisk</i>	65
<i>Siedliska antropogeniczne</i>	66
<i>Siedliska z udziałem mchów Sphagnum i bez ich udziału</i>	66
<i>Rodzaje zasiedlanych formacji wodno-roślinnych</i>	67
<i>Roślinność przewodnia</i>	68
<i>Uwagi</i>	71
2. Dynamika siedlisk i populacji na terenie badań	71
3. Dynamika siedlisk i populacji w Polsce	72
4. Mobilność gatunku	73
5. Ochrona	75
Podziękowania	77
PIŚMIENNICTWO	78
Załącznik 1 – opisy stanowisk /Appendix 1 – descriptions of localities	
Załącznik 2 – dokumentacja fotograficzna / Appendix 2 – photographic documentation	

SPIS TABEL

Tabela 1. Stanowiska <i>Nehalennia speciosa</i> na badanym obszarze	17
Tabela 2. Stan powierzchni stanowisk na mapach z lat 1914–2014	31
Tabela 3. Uwodnienie stanowisk <i>Nehalennia speciosa</i> (obserwacje bezpośrednie (symbol „x”) i rekonstrukcja	37
Tabela 4. Warunki hydrologiczne (obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja, stan na koniec sezonu) oraz występowanie <i>Nehalennia speciosa</i> (obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja)	38
Tabela 5. Reprezentacja przestrzenna profili torfowych na badanych stanowiskach	41
Tabela 6. Stanowiska <i>Nehalennia speciosa</i> w Polsce. Kompilacja na podstawie materiałów publikowanych do 2017 r. oraz danych z terenu badań	51
Tabela 7. Spektrum siedliskowe <i>Nehalennia speciosa</i> w Polsce: stan wiedzy z roku 2007 i 2017	65

SPIS RYCIŃ

Ryc. 1. Występowanie <i>Nehalennia speciosa</i> w Polsce (UTM 10x10 km) na podstawie BERNARDA i in. (2009) oraz oraz późniejszych danych (tabela 6)	8
Ryc. 2a. Badany teren, część a	9
Ryc. 2b. Badany teren, część b	10
Ryc. 2c. Badany teren, część c	10
Ryc. 3. Zasiedlane formacje wodno-roślinne	12
Ryc. 4. Liczba i procent stanowisk w poszczególnych typach krajobrazu	26
Ryc. 5. Liczba i udział procentowy stanowisk <i>Nehalennia speciosa</i> reprezentujących poszczególne typy siedlisk	27
Ryc. 6. Liczba i udział procentowy stanowisk z poszczególnym wiodącym i prawdopodobnie wiodącym składnikiem roślinnym, na tle łącznej liczby stanowisk z rozwojem pewnym i prawdopodobnym	28
Ryc. 7a. Stan hydrologiczny stanowisk oraz występowanie <i>Nehalennia speciosa</i> w latach 2010–2018 (część a – obserwacje bezpośrednie)	35
Ryc. 7b. Stan hydrologiczny stanowisk (1.) oraz występowanie <i>Nehalennia speciosa</i> (2.) w latach 2010–2018 (część b – obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja)	36
Ryc. 8a. Stratygrafia i komponenty roślinne profili torfowych, część a	43
Ryc. 8b. Stratygrafia i komponenty roślinne profili torfowych, część b	44
Ryc. 9. Średnie wartości 48-miesięcznego wskaźnika standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (SPEI–48) na badanym obszarze	45

Wybiórczość siedliskowa i dynamika populacji *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) na Południowym Podlasiu i obszarach przyległych

Habitat selection and population dynamics of *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) in Southern Podlasie and adjacent areas, Mideastern Poland

PIOTR MIKOŁAJCZUK

Sekcja Odonatologiczna Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, e-mail: gugapm@wp.pl

Summary

The paper presents rich new data about 61 localities of *Nehalennia speciosa* discovered after 2009 in Mideastern Poland ([tab. 1](#)). Acidic *Sphagnum* mires formed greatest part of the species habitat spectrum there while acidic non-*Sphagnum* fens were slightly less frequent ([fig. 5-1](#)). Alkaline non-*Sphagnum* fens and water bodies in gravel pits were rarely inhabited by the species ([fig. 5-1](#)). The used by *N. speciosa* emergent plant formations were composed by many herbaceous species, but most frequently by – in descending order of frequency – *Carex rostrata*, *Juncus effusus*, *Carex lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum* and *Carex vesicaria* ([fig. 6](#)). The localities in the study area usually were only shallowly inundated and lacked open, stable water bodies. This general feature was more pronounced in the eastern part of the study area, where almost no stable water bodies occurred, and it was less marked in the western part, where the stable water bodies occurred fairly often. Probably all the water bodies had anthropogenic (peat excavation) origin.

Most of the recorded localities showed great habitat dynamics related to annual precipitation variability. The water level, being extremely risen in 2010–2011 and still high in further three years ([tab. 3](#), [fig. 7b](#)), caused significant changes in the habitats, such as massive decline of forests and expansion of *Sphagnum* mosses and formations of Cyperaceae. During this time, at least 40–50% of the 37 monitored localities in the eastern part of study area became colonised by *Nehalennia speciosa* or at least attempts of colonisation occurred ([tab. 4](#)). The colonisations were really rapid, usually in the first two years of suitable conditions. In the next years, progressive drop in the water level caused drying up of the habitats and decline of the populations. Finally, probably only two of the 37 monitored populations were still existing in 2018, while the rest became extinct ([tab. 4](#), [fig. 7b](#)). The main cause of the populations' extinction was, thus, absence of stable permanent water bodies, where *N. speciosa* might have survived the unfavourable dry years. Deep and relatively stable anthropogenic post-peat water bodies turned out, thus, to be very important for the species survival in the study area.

The long-term precipitation data, historical maps and paleoecological data from upper peat deposits indicated that the localities in the eastern part of study area were hydrologically unstable also in the past, with a series of wet and dry phases during the 20th and 21st centuries ([fig. 9](#)). In many peat profiles, highly decomposed peat layers and botanical indicators of dry conditions, such as *Betula*, *Pinus*, *Carex canescens*, *Calamagrostis canescens* and *Lycopus europaeus*, were found in their 20th century's parts ([fig. 8a-b](#)). Some localities remained overgrown by forest for many decades, leaving relatively thick woody peat layers. The age of dying trees during extremely wet years 2010–2011 suggested that a previous similarly extremely wet period occurred here probably in the first half of the 20th century. However, the complex of wet episodes between the 1960s and 1980s was also significant. This situation suggest that occurrence of *Nehalennia speciosa* in the eastern part of study area was generally fluctuating not only in the 21st century, but at least since the first half of the 20th century.

The paper also includes a synthesis of all published Polish data collected up to 2017 (fig.1, tab. 6) as well as comparison between the current (i.e. known in 2017) and older (2007) state of knowledge (tab. 7). Up to 2007, *Nehalennia speciosa* was described from 69 localities in Poland. These localities concentrated mainly in the northern part of the country, in areas covered by the last glaciation (lakelands), locally also in the east and south in old-glacial areas. The older data indicated that the species inhabited in Poland mainly small, natural dystrophic lakes surrounded by transition (*Sphagnum*) mires. Habitats of other types, such as peat excavation pools and transition mires without open water bodies were more rarely reported and located mainly in the old-glacial areas in the East. Almost all Polish localities known up to 2007 were situated in forests. According to those data, the species was found most frequently in formations of *Carex lasiocarpa* and *Carex limosa*, clearly more rarely in *Carex rostrata* and only exceptionally in other herbaceous plants' formations.

Up to 2017, the number of known Polish localities rose to 168. Most of the newly reported localities were situated in old-glacial areas, mainly in the eastern part of country. The current data shows that the habitat spectrum in Poland is generally wider in comparison to older (2007) data and is different in last-glacial and old-glacial areas. In the former, the habitat spectrum was still based mostly on small, midforest dystrophic lakes surrounded by transition (*Sphagnum*) mires with a rim of *Carex limosa*/*Carex lasiocarpa* formations near the open water table, while in the latter the habitat spectrum was more diverse, comprising various types of nutrient-poor peatland (acidic *Sphagnum* mires, acidic and alkaline non-*Sphagnum* fens), in many cases without any open water bodies. Also broader spectrum of inhabited plant formations was recorded in the recently studied old-glacial areas, including e.g. *Carex rostrata*, *Carex lasiocarpa*, *Juncus effusus*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex vesicaria*, *Carex elata*, and *Equisetum fluviatile*. The stable open water bodies inhabited in the old-glacial areas were often of anthropogenic origin. Some of the newly reported localities were also situated completely outside forests.

Data from the study area and the recent water level oscillations recognisable on the photomaps indicated that the occurrence of *Nehalennia speciosa* in Poland is obviously fluctuating due to precipitation variability. This dynamics is regionally diversified: greater in the old-glacial areas and lesser in the last-glacial areas in the North. The terrestriation of natural water bodies is much more advanced in the old-glacial areas, because the lake depressions here are usually shallow and filled with sediments almost completely. For that reason, the habitats here are generally more sensitive to drying out in comparison with the last-glacial areas in the North, where stable, deep post-glacial lakes are still common. Except for mountains in the South of the country, also annual precipitation averages are higher in the last-glacial areas in the North, what is also followed by higher stability of the habitats in that zone.

Nehalennia speciosa was considered as a low-mobile species due to its small size, delicate body build, poor flight activity, strong attachment to narrow-leaved vegetation in development places, very rare observations in unsuitable habitats (even very close, e.g. 100 meters from large populations) and occurrence mostly in stable, natural habitats. However, a) regularly reported colonisations of new habitats, including rapid colonisations of many localities recorded in the study area, b) the species genetics (low diversity, lack of phylogeographic structure) as well as c) its wide, trans-Palaearctic range do not support that conclusion. It seems, therefore, that long-distance relocation of imagines occurs more frequently. This relocation is hypothetically based on specific long-distance dispersal flights that comprise three main phases: 1) active rising into the air, possibly to considerable heights, 2) partly active flight driven and supported by air streams and observation of terrain from a height, 3) falling down into a suitable habitat. This suggested pattern of relocation was supported by data from the study area, where active flights of imagines high into the air were observed. It might also explain rare observations of imagines in unsuitable habitats.

Key words: *Nehalennia speciosa*, Poland, habitat selection, population dynamics, water level oscillations

I. WSTĘP

Iglica mała *Nehalennia speciosa* (CHARP.) to najmniejsza z występujących w Europie ważek, znana ze specyficznej biologii i wąskiej specjalizacji siedliskowej (BERNARD, WILDERMUTH 2005a, 2005b). Jest to gatunek euroazjatycki, którego areał występowania rozciąga się od południowej Finlandii i Szwecji na północy, Belgii i Szwajcarii na zachodzie, po północne Włochy, Austrię, Czechy i północną Rumunię na południu, na wschodzie aż po Daleki Wschód Rosji i Japonię, z możliwą dysjunkcją na górzysto-wyżynnych obszarach środkowej i wschodniej Syberii (BERNARD i in. 2011; BERNARD, KALKMAN 2015).

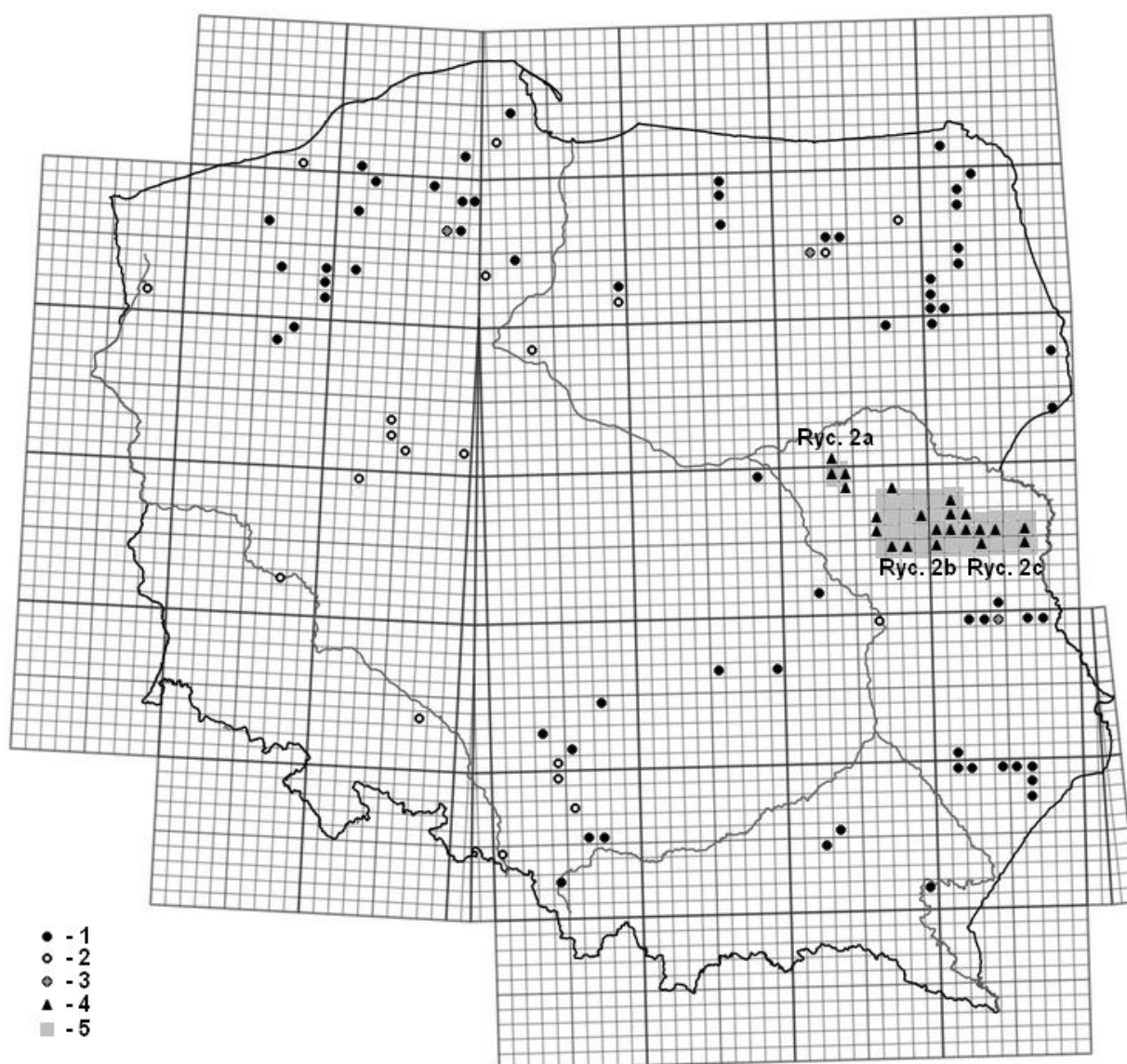
Iglica mała zasiedla płytkie, zazwyczaj mało żyzne wody torfowisk z roślinnością wąskolistną o specyficznej strukturze przestrzennej. Są to biotopy podatne na wysychanie w następstwie melioracji i ekstremalnych sytuacji pogodowych oraz na wynikającą najczęściej z wylesiania eutrofizację, skutkującą zanikiem kluczowych dla gatunku układów roślinnych. W konsekwencji oddziaływania tych czynników *Nehalennia speciosa* znalazła się w regresie lub wyginęła w wielu regionach, zwłaszcza zachodniej i centralnej Europy (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, KALKMAN 2015). Jest to gatunek bliski zagrożenia (kategoria NT według IUCN) w skali światowej i ogólnoeuropejskiej oraz narażony (VU) w Unii Europejskiej (BERNARD, WILDERMUTH 2006; KALKMAN i in. 2010). W Polsce zagrożony (EN), prawnie chroniony, jako jedyny krajowy bezkręgowiec podlegający także ochronie strefowej (BERNARD i in. 2009, Rozporządzenie... 2004, Rozporządzenie... 2016).

W roku 2008 ukazało się ostatnie szczegółowe podsumowanie stanu zachowania i wybiórczości siedliskowej gatunku w Polsce (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008), będące również podstawą do opracowania gatunku w Atlasie Rozmieszczenia Wązek w Polsce (BERNARD i in. 2009). Od tego czasu pojawiły się jednak liczne nowe doniesienia (CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; KONOPKO 2011; BUCZYŃSKI i in. 2012; MICHALCZUK 2012; MISZTA i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI i in. 2014; KRAJEWSKI i in. 2014; ŁUKASIK 2014; BUCZYŃSKI 2015; STAŚKOWIAK 2015; WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; JĘDRO i in. 2017; LIBERSKI i in. 2017). Szczególnie duża ich liczba pochodzi z Południowego Podlasia i terenów przyległych, gdzie w latach 2010–2013 wykazano 34 nowe stanowiska tego gatunku (MIKOŁAJCZUK, MIŁACZEWSKA 2012; MIKOŁAJCZUK 2013; MIKOŁAJCZUK 2015). Badania tego obszaru były kontynuowane w latach 2014–2018, w efekcie czego uzyskano bardzo obszerne dane.

Powyzszy stan rzeczy skłonił autora do napisania obszernego opracowania, mającego na celu: 1) szczegółowe i syntetyczne przedstawienie danych o występowaniu iglicy małej na Południowym Podlasiu i terenach przyległych, obejmujące swoim zakresem wybiórczość siedliskową ([załącznik 1, rozdz. IV](#)), rys historyczny i genezę stanowisk ([rozdz. V](#)), dynamikę siedlisk i populacji w latach 2004–2018 ([załącznik 1, rozdz. VI](#)) oraz dynamikę siedlisk w dłuższej skali czasowej ([rozdz. VII](#)), 2) podsumowanie danych o wybiórczości siedliskowej iglicy małej w Polsce na podstawie materiałów publikowanych do roku 2017 oraz materiałów z terenu badań ([rozdz. VIII](#)), 3) ukazanie zmian w stanie wiedzy o gatunku w Polsce na przestrzeni lat 2007–2017 ([rozdz. VIII](#)), 4) omówienie znaczenia nowych danych dla oceny sytuacji gatunku w kraju ([rozdz. VIII](#)).

II. TEREN BADAŃ

Na poziomie makroregionów, zakres terytorialny badań objął wschodni skraj Niziny Środkowomazowieckiej (318.7), centralne partie Niziny Południowopodlaskiej (318.9) i północną część Polesia Zachodniego (845.1). Eksplorowano następujące mezoregiony lub ich fragmenty (od zachodu): Równinę Wołomińską (318.78), Wysoczyznę Katuszyńską (318.92), Wysoczyznę Żelechowską (318.95), Wysoczyznę Siedlecką (318.94), Równinę Łukowską (318.96), Zakłęstość Łomaską (845.11), Wysoczyznę Parczewsko-Kodeńską (845.12) (KONDRACKI 2002; SOLON i in. 2018).

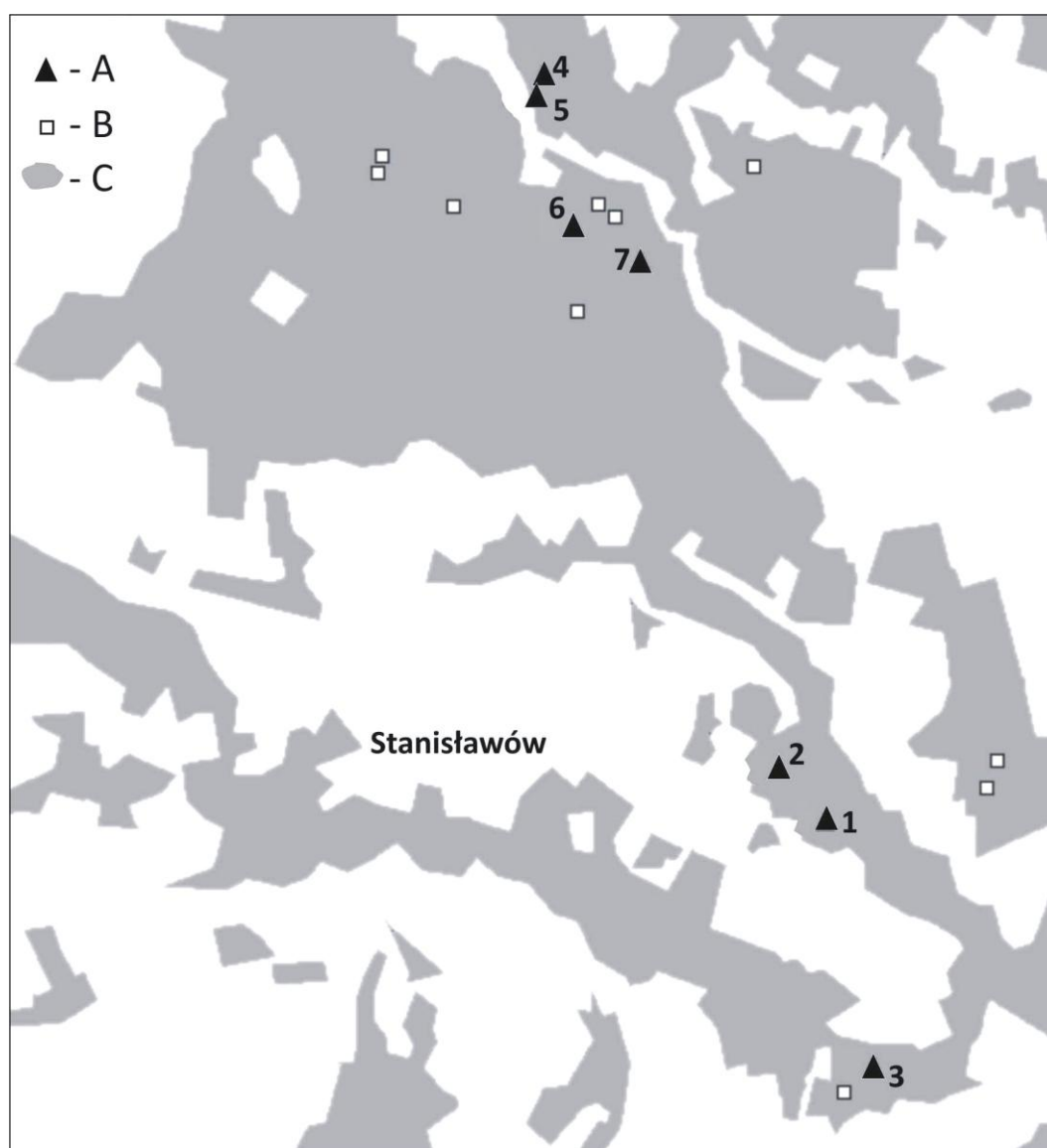


Ryc. 1. Występowanie *Nehalennia speciosa* w Polsce (UTM 10x10 km) na podstawie BERNARDA i in. (2009) oraz późniejszych danych (tabela 6): 1 – stwierdzenia współczesne (>1990), 2 – stwierdzenia historyczne (≤1990), 3 – stwierdzenia współczesne i historyczne, 4 – stwierdzenia na badanym terenie, 5 – badany teren

Fig. 1. Distribution of *Nehalennia speciosa* in Poland (in UTM 10x10 units) based on BERNARD et al. (2009) and more recent data (table 6): 1 – present records (>1990), 2 – historical records (≤1990),

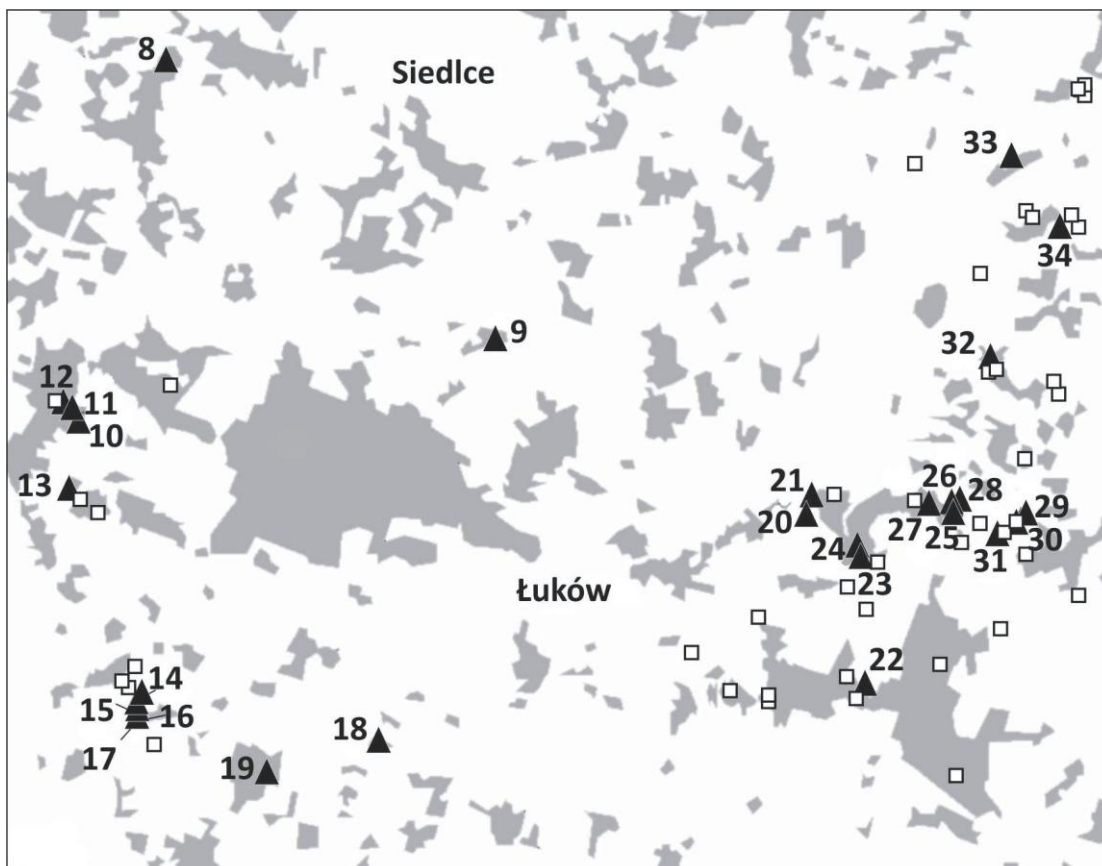
3 – present and historical records, 4 – records in the study area, 5 – the study area.

Łądolód stadiu Odry Zlodowacenia Środkowopolskiego był ostatnim, który pokrył badany teren całościowo. Łądolód kolejnego stadiu (Warty) zajął Równinę Wołomińską oraz wysoczyzny: Kałuszyńską, Żelechowską i Siedlecką (Mojski 2005). Rzeźba terenu pod względem deniwelacji wykazuje z reguły bardzo małe urozmaicenie na obszarach nieobjętych łądolodem Warty, są to Zakłęsłość Łomaska, znaczna część Równiny Łukowskiej oraz wysoczyzny Parczewsko-Kodeńskiej. Na terenach objętych łądolodem Warty, rzeźba jest z reguły bardziej urozmaicona (falista lub nieznacznie pagórkowata). Badany obszar zbudowany jest głównie z utworów fluwioglacjalnych, morenowych oraz mułków jeziornych i jeziorno-rzecznych, lokalnie rozpowszechnione są też piaski eoliczne. Rozmieszczenie tych ostatnich jest nierównomierne, są one liczne zwłaszcza na Równinie Wołomińskiej i Wysoczyźnie Kałuszyńskiej, podczas gdy w obrębie Zakłęsłości Łomaskiej ich udział jest znikomy (SMGP 1:50 000).



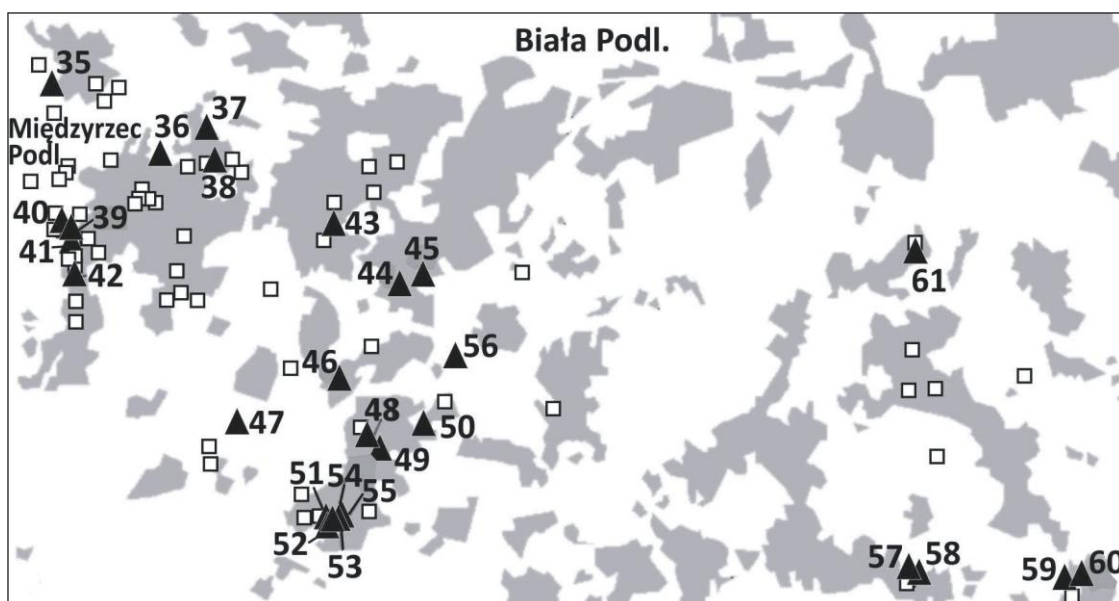
Ryc. 2a. Badany teren, część a. A – stanowiska *Nehalennia speciosa*, B – pozostałe badane stanowiska, C – lasy.

Fig. 2a. The study area, part a. A – localities of *Nehalennia speciosa*, B – other explored localities, C – forests.



Ryc. 2b. Badany teren, część b. Objasnienia jak przy ryc. 2a.

Fig. 2b. The study area, part b. Explanations as on fig. 2a.



Ryc. 2c. Badany teren, część c. Objasnienia jak przy ryc. 2a.

Fig. 2c. The study area, part c. Explanations as on fig. 2a.

Na terenie badań dominuje krajobraz rolniczy, przeplatany przez liczne, zwykle niewielkie powierzchnie leśne. Sieć odpływu powierzchniowego jest na ogół dobrze rozwinięta. Odprowadza wody do Wisły, poprzez takie większe cieki jak Świder, Liwiec, Krzna i Bug. Permanentne wody stojące są reprezentowane głównie przez stawy i zbiorniki powyrobiskowe. Rozmieszczenie torfowisk jest nierównomierne, przy czym wskaźnik zatorfienia dla większości mezoregionów jest niski, nieprzekraczający 5%. Do mezoregionów silnie zatorfionych zalicza się tylko Zakłęstość Łomaska, gdzie wskaźnik ten wynosi 13,4% (DEMBEK 2000). Na terenie badań dominują torfowiska typu niskiego, soli- i fluwiogeniczne w położeniu dolinnym, które są w większości silnie przekształcone przez melioracje i gospodarkę łąkową. Torfowiska w zagłębieniach bezodpływowych są względnie liczne, jednak rozmieszczone nierównomiernie – często grupują się w lokalne koncentracje. Powierzchnia takich torfowisk jest zazwyczaj mała, najczęściej nie przekracza 10 ha.

Klimat badanego obszaru cechował w latach 1951–1980 najsilniejszy na tle kraju kontynentalizm, ze średnią temperaturą stycznia ok. -4 °C i lipca ok. 18 °C oraz średnim opadem rocznym poniżej 550 mm (Woś 1999). W latach 1981–2010 wzrosła średnia temperatura stycznia (do ok. -2 °C) przy niezmienionej średniej temperaturze lipca i nieznacznym wzroście średniej sumy opadów (średnio 550 mm) (Klimat Polski 2021).

III. MATERIAŁ I METODY

1. Wybiórczość siedliskowa

W celu rozpoznania wybiórczości siedliskowej eksplorowano blisko 180 stanowisk, głównie w mezoregionach wschodnich ([ryc. 1](#) i [2a-b-c](#)). W zdecydowanej większości były to torfowiska (rozumiane w tej pracy jako forma hydrobotaniczna, nie geologiczna). Eksplorowano obiekty o różnej trofii i powierzchni, z przestrzenią nieleśną oraz zadrzewione. Dane siedliskowe gromadzono ze szczególnym uwzględnieniem aspektów botanicznych. Wyniki tych prac przedstawiono w formie syntetycznej (rozdział IV) oraz w sekcji z opisami poszczególnych stanowisk ([załącznik 1](#)).

Generalny obraz spektrum siedliskowego został sporządzony głównie na podstawie szczegółowych opisów stanowisk z załącznika 1 oraz prac: MIKOŁAJCZUKA i MIŁACZEWSKIEJ (2012) oraz MIKOŁAJCZUKA (2013, 2015). Wykorzystano też, zwykle nieujęte w tych opisach informacje, między innymi o: wybranych właściwościach fizykochemicznych wody, stopniu rozkładu osadów w stropie złóż torfowych, typie siedliskowym lasu w zlewni i sytuacji geomorfologicznej.

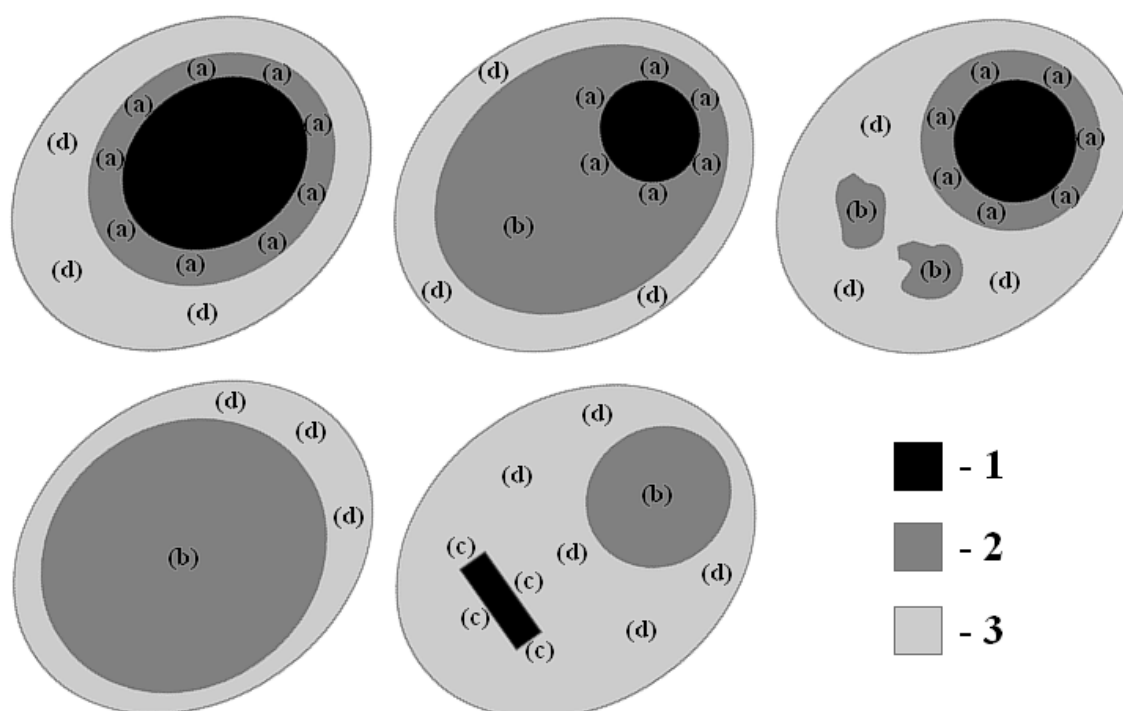
Bezpośrednie otoczenie stanowisk *Nehalennia speciosa*, czyli tzw. matrix, opisano na dwa sposoby: A – jako procent obwodu stanowiska ze strefą drzewostanów o szerokości powyżej 15 m, B – procent powierzchni leśnej w strefie o szerokości 100 m otaczającej stanowisko ([tab. 1](#), [ryc. 4](#)). W obliczeniach pominięto nieleśne powierzchnie sąsiednich – położonych w tym samym kompleksie leśnym – torfowisk, natomiast jako las traktowano też obszary po niedawnej wycince z młodym nasadzeniem.

Zastosowano generalny podział siedlisk na:

- torfowiska kwaśne (sfagnowe) – o niskiej mineralizacji wody, niskim pH i z liczną obecnością *Sphagnum* – w miejscach silnie uwodnionych najczęściej *Sphagnum fallax* (KLINGGR.) KLINGGR. i *Sphagnum cuspidatum* EHRH. ex HOFFM.;
- torfowiska kwaśne (niskie) – o wodzie słabo zmineralizowanej, umiarkowanie lub słabo kwaśnej, mało lub umiarkowanie zasobnej w biogeny, bez udziału lub z jedynie śladowym udziałem *Sphagnum*;

- torfowiska niskie alkaliczne/obojętne – o wodzie względnie zasobnej w minerały, mało lub umiarkowanie zasobnej w biogeny, bez udziału *Sphagnum*;
- żwirownie – młode siedliska antropogeniczne wykształcone na podłożu mineralnym, nawiązujące pod względem roślinności do słabo kwaśnych torfowisk niskich, bez udziału *Sphagnum*.

Klasyfikacji do poszczególnego typu siedliska podlegały partie stanowiska, w których wykazano *Nehalennia speciosa* z pewnym lub prawdopodobnym rozwojem larwalnym. Odstępstwem od powyższej reguły były sytuacje, kiedy możliwości rozwoju larwalnego były na stanowisku trudne do oceny – wtedy reprezentatywny dla stanowiska typ siedliskowy określano na podstawie charakterystyki miejsc przebywania imagines. Pomijano natomiast stanowiska zdecydowanie nieodpowiednie do rozwoju, gdzie obserwowano wyłącznie osobniki zaleciałe.



Ryc. 3. Zasiedlane formacje wodno-roślinne. 1 – otwarte lustro wody, 2 – formacje roślinne podtopione trwale (w skali roku), 3 – formacje roślinne podtapiane okresowo lub niepodtapiane. Typy zasiedlanych układów: (a) wąska (o szerokości zazwyczaj kilku metrów, wyjątkowo do 20) strefa podtopionej roślinności w kontakcie z otwartym lustrem wody (na ogół siedlisko larw i imagines), (b) podtopiona roślinność bez kontaktu z otwartym lustrem wody (na ogół siedlisko larw i imagines), (c) niepodtopiona roślinność (siedlisko imagines) w pobliżu otwartego lustra wody z pływającą, uwodnioną roślinnością mszystą o luźnej strukturze (siedlisko larw), (d) roślinność podtapiana okresowo lub niepodtapiana (siedlisko imagines).

Fig. 3. Inhabited hydrobotanic formations. 1 – open water table, 2 – permanently flooded formations of vegetation (on the year scale), 3 – only periodically flooded or unflooded formations of vegetation. Types of inhabited configurations: (a) narrow (usually several-meter-wide, exceptionally to up 20 meter-wide) zone of flooded vegetation connected with open water table (usually larval and imaginal habitat), (b) flooded vegetation not connected with open water table (usually larval and imaginal habitat), (c) unflooded vegetation (imaginal habitat) near to open water table with floating, mostly submerged mosses (larval habitat), (d) unflooded or only periodically flooded vegetation (imaginal habitat).

Zastosowano podział zasiedlanych przez *Nehalennia speciosa* formacji wodno-roślinnych na typy (a) i (b), zdefiniowany u BERNARDA i BUCZYŃSKIEGO (2008), jednakże w zmodyfikowanej i rozbudowanej wersji autorskiej (objaśnienia na [ryc. 3](#)). Przy wyróżnianiu typu (a) pomijano zbiorniki bardzo małe oraz niestabilne hydrologicznie, wysychające w ciągu kilku lat. Typ (d) wyróżniano, gdy w formacjach tego rodzaju, w odległości co najmniej pięciu metrów od strefy rozwoju stwierdzono min. trzy osobniki lub kiedy osobniki (niezależnie od ich liczebności) obserwowano na stanowisku wyłącznie w takich formacjach.

Jako wiodące składniki roślinne (oznaczone symbolem * w [tab. 1](#)) uznano gatunki roślin szuwarowych, które budowały optymalną dla imagines strukturę przestrzenną oraz stanowiły integralną część siedliska larwalnego. Za wiodące uznano zatem formacje z potwierdzonym rozwojem larwalnym. Pierwszym odstępstwem od tej reguły były sytuacje siedliskowe typu (c), kiedy to rozwój larwalny zawsze zachodził w zbiorniku, blisko niepodtopionej formacji helofitów. W sytuacjach tych jako wiodące uznano niepodtopione rośliny wykorzystywane przez imagines, rosnące w pobliżu lustra wody. Drugim odstępstwem od tej reguły była formacja *Calamagrostis canescens* (WEBER) ROTH na stanowisku nr 25, w obrębie której wczesną wiosną wykazano nieliczne larwy, jednak w późniejszym okresie nie potwierdzono jej wykorzystywania przez imagines – składnika tego nie uznano za wiodący. Za wiodące nie uznano też roślin, które występowały w siedliskach larwalnych za każdym razem jako domieszka, nawet jeżeli była ona dla iglicy korzystna.

Jako prawdopodobnie wiodące składniki roślinne (oznaczone symbolem # w [tab. 1](#)) uznano rośliny, które budowały korzystne pod względem struktury przestrzennej formacje w miejscach optymalnie uwodnionych. Rozwój larwalny nie został w nich potwierdzony, jednak z dużym prawdopodobieństwem zachodził.

Pozostałe składniki roślinności (bez oznaczeń * lub # w [tab. 1](#)) to gatunki, w których formacjach obserwowano dojrzałe imagines, jednak rozwój larwalny w nich nie zachodził (zwykle w strefach typu (d)) lub był wątpliwy. Jeśli dany gatunek roślinny budował na stanowisku formacje zarówno korzystne, jak i niesprzyjające dla rozwoju – w tabeli ([tab. 1](#)) wymieniono tylko formacje korzystne.

2. Stan stanowisk na mapach historycznych i współczesnych oraz siedliska wtórne

Przeanalizowano mapy topograficzne z serii: Topograficzna Karta Królestwa Polskiego 1:126 000, WIG – Mapa Szczegółowa Polski 1:25 000, WIG – Mapa Taktyczna Polski 1:100 000, West. Osteuropa 1:25 000, Karte Des Westlichen Russlands 1:100 000, Новая Топографическая Карта Западной России 1:84 000, Генеральный Штаб Рабоче-Крестьянской Красной Армии 1:100 000. Z powodu braku kompletu arkuszy wszystkich serii, a także niewielkich tylko różnic pomiędzy mapami prezentującymi konkretny przedział czasowy – zarys sytuacji dla poszczególnego stanowiska ([tab. 2](#)) oparto tylko o: Karte Des Westlichen Russlands (wyd. 1914) i Taktyczną Mapę Polski (wyd. 1937–38). Poza tym wykorzystano mapy topograficzne w skali 1:10 000, datowane na podstawie zawartości na początek lat 80. XX wieku (Mapa Topograficzna Polski...) oraz fotomapy z XXI wieku (Google Earth 2020). Mniej istotne zadrzewienia, przestrzenie nieleśne i zbiorniki zbyt małe/słabo wyodrębnione pominięto. W zestawieniu danych ujęto również trzy stanowiska niezasiedlone przez *Nehalennia speciosa*, na których zebrano wykorzystane w pracy dane paleoekologiczne. Przy analizie historycznej sytuacji dla mezoregionów brano pod uwagę liczne obiekty torfowiskowe, znane w większości tylko z oglądu map fotograficznych.

Do stanowisk reprezentujących siedliska wtórne autor zaklasyfikował takie obiekty, na których przekształcenia antropogeniczne nie uległy jeszcze całkowitemu zatarciu przez sukcesję roślinną, a jednocześnie rola tych przekształceń dla występowania *Nehalennia speciosa* była znacząca lub potencjalnie znacząca.

3. Dynamika siedlisk i populacji w latach 2004–2018

Zagadnienie to opracowano głównie na podstawie map fotograficznych z lat 2004–2014 (Google Earth 2020) oraz danych z kontroli terenowych w latach 2010–2018. Większość tych danych została zebrana w obrębie mezoregionów Równiny Łukowskiej, Zakłęsłości Łomaskiej i Wysoczyzny Parczewsko-Kodeńskiej, dlatego omówiona została sytuacja głównie dla wschodniej części terenu badań. Wykorzystano przy tym różne informacje ujęte w opisach poszczególnych stanowisk, między innymi o kolonizacji stanowisk ([załącznik 1](#)) oraz dane syntetyczne o uwodnieniu siedlisk i występowaniu *Nehalennia speciosa* ([tab. 3–4](#), [ryc. 7a–b](#)).

Wyróżniono cztery stopnie uwodnienia siedlisk:

- „uwodnienie bardzo silne” – poziom wody bardzo wysoki, powodujący znaczne zmiany w strukturze przestrzennej roślinności helofitowej lub jej całkowity zanik
- „uwodnienie optymalne” – lustro wody powyżej lub na poziomie wierzchniej warstwy mszystej/obumarłych helofitów w licznych miejscach
- „wyschnięcie częściowe” – poziom wody najwyżej w dolnej części akrotelmu, wierzchnia warstwa mszysta/obumarłych helofitów w większości miejsc wilgotna, lokalnie nasiąknięta, woda na ogół sączy się przy nacisku na powierzchnię torfowiska
- „wyschnięcie całkowite” – poziom wody poniżej akrotelmu, zdecydowana lub całkowita dominacja przesuszanej wierzchniej warstwy mszystej/obumarłych helofitów o białym kolorze, sączenie się wody przy nacisku tylko bardzo lokalne lub brak go zupełnie.

W [tabeli 3](#) zestawiono dane o uwodnieniu siedlisk na podstawie obserwacji bezpośrednich i pośrednich. Przy pośrednim wnioskowaniu o stanie uwodnienia brano pod uwagę: występowanie i liczebność larw z rodzaju *Coenagrion* i *Leucorrhinia* (zależność od stopnia uwodnienia opisana szczegółowo u MIKOŁAJCZUKA 2016, ich nieobecność wskazuje na wyschnięcie siedliska), fotomapy obrazujące obumieranie drzewostanów i/lub wyraźne zalanie powierzchni (Google Earth 2020), generalną stabilność hydrologiczną stanowiska na przestrzeni lat, wysokość położenia zwierciadła wody w poprzednich sezonach, sezonową rytmikę wahań poziomu wody na badanym obszarze, znaną na podstawie obserwacji różnych stanowisk.

Dane o uwodnieniu dotyczą powierzchni zajętych lub prawdopodobnie zajętych przez *Nehalennia speciosa* kiedykolwiek w latach 2010–2018. Nie uwzględniono uwodnienia fragmentów siedlisk wyraźnie niesprzyjających i niezasiedlonych przez *N. speciosa* w okresie badań. Pominięto także uwodnienie rowów przecinających torfowiska, nawet jeśli wykazano w ich obrębie *N. speciosa*. W sytuacji gdy stanowisko nie wysychało równomiernie, za część reprezentatywną uznano fragment najbardziej uwodniony i zasiedlony przez *N. speciosa* kiedykolwiek w latach 2010–2018. Odstępstwem od tej reguły były tylko przypadki, kiedy dany typ deficytu wody panował na niemal całym obszarze dotąd zajęty przez *N. speciosa*.

Liczebność imagines/larw *Nehalennia speciosa* ([tab. 4](#)) wyrażono jako najwyższą liczbę osobników stwierdzonych podczas pojedynczej kontroli (na transekcie) w danym roku. Wyjątkiem od powyższej reguły były tylko osobniki zaleciane, których liczebność sumowano dla całego sezonu. Liczbę larw podano tylko wówczas, gdy na stanowisku dane o larwach były główną lub jedyną informacją o występowaniu *N. speciosa*. Jako stwierdzoną bezpośrednio nieobecność gatunku ([tab. 4](#)), uznano brak imagines podczas kontroli w zasadniczym okresie lotów (I dekada czerwca – II dekada lipca).

Przy wnioskowaniu pośrednim o występowaniu *Nehalennia speciosa* (tab. 4) brano pod uwagę: 1 – rodzime lub prawdopodobnie rodzime występowanie gatunku w danym roku (co dowodziło lub sugerowało obecność gatunku w roku poprzednim), 2 – niekorzystne warunki siedliskowe, jako wskazanie na nieobecność gatunku (zbyt luźna roślinność przy bardzo wysokim poziomie wody, obecność żywego lasu na całej powierzchni stanowiska, głębokie i długotrwałe deficyty wody), 3 – ciągłość zasiedlania stanowiska na przestrzeni lat (np. stwierdzona obecność gatunku w roku 2011 i 2014), przy stabilnej lub rosnącej liczebności populacji oraz potencjalnie korzystne warunki siedliskowe na przestrzeni lat, jako wskazania na nieprzerwaną obecność *N. speciosa*.

4. Zarys dynamiki siedlisk w szerszej skali czasowej z wykorzystaniem uproszczonych badań paleoekologicznych

Badaniami paleoekologicznymi objęto 21 torfowisk we wschodniej części terenu badań, z czego trzy nie były miejscem obserwacji *Nehalennia speciosa*: 1# (51°55'55"N, 22°48'02"E, pow. 0,5 ha), 2# (51°58'17"N, 22°50'38"E, pow. 0,5 ha), 3# (51°57'31"N, 22°52'02"E, pow. 7 ha). Prace prowadzono w latach 2015–2016. Skupiono się głównie na analizach materii w akrotelmie i stropie katotelmu. Wykonywano w tym celu nożem lub ręcznie odstonięcia (10 x 10 cm) i głębokości do ok. 30 cm, z których pobierano próby osadów. Na jednym stanowisku wykonywano 15–50 takich odstonień. W celu ogólnego rozpoznania budowy złóż pobierano też próby z większych głębokości, wykorzystując instrument zbliżony do „laski holenderskiej”. Narzędziem tym mierzono również głębokość złóż. Jako reprezentatywny profil (ryc. 8a–b) przedstawiono sekwencję warstw, występującą z dużą powtarzalnością w obrębie badanego stanowiska lub jego części. Celem uwypuklenia przebiegu sekwencji, dla konkretnych warstw (ryc. 8a–b) podano miąższości bliskie maksymalnych.

Skład petrograficzny utworów analizowano makro- i mikroskopowo. Osady i szczątki subfosylne oznaczano na podstawie „Przewodnika do oznaczania torfów i osadów jeziornych” (TOBOLSKI 2000), „Digital Seed Atlas of the Netherlands” (CAPPERS R. T. J., i in. 2006), tablic w pracy KOŁODZIEJCZYK (2013) oraz własnych materiałów porównawczych. Stopień rozkładu osadów oceniany był na ogół makroskopowo, przy czym ocena ilości substancji bezpostaciowej była poparta oglądem mikroskopowym kilku próbek z danej warstwy. Stopień rozkładu wyrażono w trójstopniowej skali makroskopowej: „bardzo silny” – brak struktury, w osadzie obecne najwyżej nieliczne, podziemne elementy roślin i znaleziska karpologiczne; „silny” – przewaga materii amorficznej przy częściowo zachowanej strukturze; „średni, słaby” – zawartość materii amorficznej poniżej 50%, struktura dobrze lub doskonale zachowana.

W celu wyodrębnienia suchych i mokrych faz klimatu wykorzystano wskaźnik standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (SPEI), będący standaryzowaną różnicą opadu atmosferycznego i parowania potencjalnego, szacowanego na podstawie średniej miesięcznej temperatury (VICENTE-SERRANO i in. 2010, WIBIG 2012). Na podstawie obserwacji współczesnych stwierdzono, że wskaźnik ten obliczany dla okresu 48-miesięcznego dość wiernie odzwierciedla generalne trendy w uwodnieniu badanych torfowisk, z uwagi na ich wyraźną tendencję do akumulacji w skalach kilkuletnich zarówno nadwyżek, jak i deficytów wody. Wyniki dla okresów krótszych niż 48 miesięcy charakteryzowały się natomiast wyższym poziomem szumu, związanego z cyklem pór roku i krótkotrwałymi poprawami bilansu wodnego (np. po większych opadach), niemających większego przełożenia na stan hydrologiczny torfowisk w dłuższej skali. Uśredniony wskaźnik SPEI–48 dla terenu badań (ryc. 9) pozyskano z bazy SPEI Global Drought Monitor (www.spei.csic.es). W obrębie tej bazy jest to obszar o współrzędnych: 52.25 21.25 (lewy górny róg) – 51.25 23.25 (prawy dolny). Przy wyodrębnianiu faz suchych i mokrych

posiłkowano się też publikowanymi danymi meteorologicznymi, materiałami kartograficznymi oraz obserwacjami terenowymi.

Rozważono możliwości występowania *Nehalennia speciosa* w świetle danych paleoekologicznych, głównie na podstawie botanicznych wskaźników stanu hydrologicznego i stopnia rozkładu osadów, przy uwzględnieniu danych meteorologicznych. Wskaźniki te wyróżniono na podstawie własnych obserwacji licznych obiektów torfowiskowych i ich dynamiki na przestrzeni lat 2010–2018. Zmiany w stopniu rozkładu osadów interpretowano zgodnie z czynnikami mającymi na nie wpływ (DRZYMULSKA 2016).

5. Kompilacja danych o występowaniu *Nehalennia speciosa* w Polsce

Kompilacji dokonano z wykorzystaniem materiałów publikowanych do roku 2017 oraz danych z badanego obszaru. Poszczególne cechy stanowisk ([tab. 6](#)) zostały ustalone na podstawie oceny autorskiej. Podstawą tej oceny były opisy stanowisk w literaturze oraz mapy fotograficzne. Przy wyróżnianiu i klasyfikowaniu cech stanowisk wykorzystywano te same metody co w przypadku terenu badań, jednakże z kilkoma zmianami: 1) uproszczono opis otoczenia stanowisk do trzech kategorii (L – całkowicie leśne (>90% lasu w pobliskim otoczeniu), F/O – w przewadze leśne (ok. 90–50% lasu), O – w przewadze otwarte (>50% lasu); 2) przy wyróżnianiu podstawowego typu siedliska (kolumna H w [tab. 6](#)) ocenie podlegał chemizm wody i związany z nią charakter warstwy roślinnej, nie brano natomiast pod uwagę charakteru podłoża i genezy stanowiska, dlatego zrezygnowano z wyróżnionej wcześniej dla terenu badań kategorii „żwirownie”, 3) wyróżniono nową kategorię „UNS” dla stanowisk niesprzyjających do rozwoju; 4) przyjęto kryterium, że osobnym stanowiskiem jest siedlisko separowane od innych powyżej 100 m strefą suchego łądu, ewentualnie torfowiska porośniętego gęstym lasem. Jedynie dla rozległych torfowisk niskich w Dolinie Biebrzy przyjęto ich oryginalny podział z pracy FRĄCKIELA i in. (2013). Powyższe kryterium zwiększyło o cztery liczbę stanowisk znanych w Polsce do 2007 r. (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008) oraz zmniejszyło o pięć liczbę stanowisk na terenie badań ([tab. 6](#), [tab. 7](#)).

IV. WYBIÓRCZOŚĆ SIEDLISKOWA

1. Stanowiska *Nehalennia speciosa* oraz cechy spektrum siedliskowego

Na badanym obszarze stwierdzono występowanie *Nehalennia speciosa* na 61 stanowiskach, z których 37 było wzmiankowane we wcześniejszych publikacjach ([tab. 1](#)). Powierzchnia stanowisk *Nehalennia speciosa* na terenie badań mieściła się w szerokim zakresie 0,1–260 ha, z czego 54 stanowiska (89%) miało powierzchnię poniżej 10 ha ([tab. 1](#)). Bezpośrednia otulina leśna 22 stanowisk (36%) była w różnym stopniu niekompletna, z czego na ośmiu z nich praktycznie nie występowała ([tab. 1](#), [ryc. 4](#)). Większość stanowisk gatunku na badanym terenie reprezentowała kwaśne torfowiska sfagnowe, nieco rzadziej kwaśne torfowiska niskie, jednak na tych drugich rzadziej stwierdzano rozwój pewny ([ryc. 5.I](#)). Rzadko były to natomiast torfowiska niskie alkaliczne/obojętne i żwirownie ([ryc. 5.I](#)).

Zdecydowana większość siedlisk gatunku znajdowała się w obrębie torfowisk/zbiorników położonych w zagłębieniach względnie bezodpływowych. Siedliska takie miały zasadniczo charakter torfowisk topogenicznych (ILNICKI 2002). Znacznie rzadziej, bo tylko w dwóch przypadkach były to zagłębienia przepływowe (stanowiska nr 35 i 47), z torfowiskami o charakterze soligenicznym (ILNICKI 2002).

Tabela 1. Stanowiska *Nehalennia speciosa* na badanym obszarze. * – rozwój larwalny pewny, # – rozwój larwalny prawdopodobny, (>) – występowanie tylko jako osobniki zaleciane; (a), (b), (c), (d) – zasiedlane typy formacji wodno-roślinnych (objaśnienia przy [ryc. 3](#)); matrix: A – procent obwodu stanowiska ze strefą drzewostanu o szerokości co najmniej 15 m, B – procent powierzchni leśnej w strefie o szerokości 100 m otaczającej stanowisko. Praca z pierwszym opisem: 1) MIKOŁAJCZUK, MIŁACZEWSKA 2012; 2) MIKOŁAJCZUK 2013; 3) MIKOŁAJCZUK 2015; 4) MIKOŁAJCZUK 2012; 5) BUCZYŃSKI i in. 2011.

Table 1. Localities of *Nehalennia speciosa* in the study area. * – confirmed larval development, # – probable larval development, (>) – occurrence only as allochthonic imagines; habitat type: „torfowisko kwaśne (sfagnowe)” – acidic *Sphagnum* mire, „torfowisko kwaśne (niskie)” – acidic non-*Sphagnum* fen, „torfowisko niskie (alkaliczne/obojętne)” – alkaline/neutral non-*Sphagnum* fen, „żwirownia” – gravel pit; (a), (b), (c), (d) – inhabited hydrobotanic formations (for explanations see [fig. 3](#)); matrix: A – percentage of at least 15-meter-broad forest on the site perimeter, B – percentage of forest in the hundred-meter-broad zone surrounding the locality. Paper with the first description: 1) MIKOŁAJCZUK, MIŁACZEWSKA 2012; 2) MIKOŁAJCZUK 2013; 3) MIKOŁAJCZUK 2015; 4) MIKOŁAJCZUK 2012; 5) BUCZYŃSKI et al. 2011.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno-roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
1. Gęsiańka 52.277766, 21.614220 EC49 1,5 ha 1)	<i>Carex rostrata</i> * <i>Juncus effusus</i> * <i>Carex vesicaria</i> <i>Vaccinium uliginosum</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(a)* (b)*	100%	100%
2. Sokóle 52.283959, 21.606602 EC49 0,5 ha 1)	<i>Carex rostrata</i> * <i>Juncus effusus</i> <i>Carex vesicaria</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	100%	100%
3. Torfisko 52.246756, 21.621993 EC48 21 ha 1)	<i>Carex elata</i> * <i>Eriophorum angustifolium</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #, niskie *)	(a)* (b)#	100%	85%
4. Kąty-Borucza 1 52.365827, 21.568322 ED30 1,2 ha 1)	<i>Eriophorum vaginatum</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(c)*	100%	100%
5. Kąty-Borucza 2 52.363452, 21.566144 ED30 0,4 ha 1)	<i>Carex rostrata</i> # <i>Juncus effusus</i> <i>Eriophorum angustifolium</i> <i>Molinia caerulea</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #)	(b)# (d)	100%	85%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
6. Kąty-Borucza 3 52.347844, 21.572882 ED30 3 ha 1)	<i>Carex lasiocarpa</i> *	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)*	100%	100%
7. Kąty-Borucza 4 52.343518, 21.585027 EC39 4,2 ha 1)	<i>Molinia caerulea</i>	Torfowisko kwaśne (niskie)	Imagines w (d), trudno określić, czy były rodzime	100%	100%
8. Diabelec 52.166458, 22.075383 EC78 1,3 ha	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>Carex rostrata</i> # <i>Juncus effusus</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie #)	(b)* (d)	100%	90%
9. Gostchorz 52.041229, 22.315110 EC96 3,5 ha	<i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> # <i>Juncus effusus</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	100%	85%
10. Toczyska 52.005011, 22.011205 EC66 1,1 ha 3)	<i>Carex rostrata</i> # <i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #, niskie #)	(a)#	100%	100%
11. Soćki I 52.010268, 22.005326 EC66 2 ha 3)	<i>Carex rostrata</i> + <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Juncus effusus</i> + <i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(a)# (b)* (d)	100%	100%
12. Soćki II (Moczydło) 52.012804, 21.998631 EC66 3,4 ha 3)	<i>Juncus effusus</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> # <i>Carex rostrata</i> # <i>Molinia caerulea</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Agrostis</i> sp. Trawy (nieoznaczone)	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(a)* (b)# (d)	100%	100%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
13. Zgórnica (Czarne Bagno) 51.974382, 22.003738 EC65 4,5 ha 3)	<i>Juncus effusus</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Carex rostrata + Juncus effusus</i> * <i>Glyceria fluitans</i>	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(a)* (d)	45%	35%
14. Białoglina 51.883812, 22.054958 EC76 1 ha 3)	<i>Juncus effusus</i> * Trawy (nieoznaczone)	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	<5%	<5%
15. Gródź I 51.877341, 22.051846 EC76 2 ha 3)	<i>Carex elata</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex elata + Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex rostrata</i> #	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(a)# (b)* (d)	85%	40%
16. Gródź II 51.875387, 22.051449 EC76 1 ha 3)	<i>Carex lasiocarpa + Juncus</i> <i>effusus</i> # <i>Juncus effusus</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #, niskie #)	(b)#	75%	45%
17. Gródź III 51.872605, 22.051621 EC76 1 ha 3)	<i>Carex lasiocarpa + Eriophorum</i> <i>angustifolium</i> #	Torfowisko kwaśne (niskie #)	(b)#	100%	55%
18. Wesotówka 51.861184, 22.223722 EC84 0,6 ha 3)	<i>Carex elata</i> * <i>Carex elata + Carex lasiocarpa</i> * <i>Juncus effusus</i> <i>Carex canescens</i>	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)* (d)	100%	100%
19. Nowy Stanin 51.848188, 22.144307 EC74 1,1 ha 3)	<i>Carex vesicaria</i> * <i>Juncus effusus</i> * <i>Carex vesicaria + Juncus</i> <i>effusus</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	100%	100%
20. Szaniawy-Poniaty I 51.959465, 22.538072 FC05 3,4 ha 2) = „Szaniawy-Poniaty”	<i>Equisetum fluviatile</i> * <i>Eleocharis</i> sp. <i>Carex vesicaria</i>	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)* (d)	15%	10%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
21. Szaniawy-Poniaty II 51.969566, 22.542063 FC05 3,3 ha 4) = „Szaniawy- Poniaty”	<i>Carex vesicaria</i>	Torfowisko kwaśne (niskie)	Osobnik w (a), trudno określić czy był rodzimy	<5%	15%
22. Lipniaki 51.884969, 22.581377 FC04 2,6 ha	<i>Carex lasiocarpa</i> * <i>E. angustifolium</i> + <i>Agrostis</i> <i>canina</i> * <i>Juncus effusus</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	30%	30%
23. Sokólskie Bagno I 51.942103, 22.578019 FC05 3 ha	<i>Carex rostrata</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	50%	50%
24. Sokólskie Bagno II 51.945331, 22.574092 FC05 0,4 ha	<i>Carex elata</i> # <i>Carex vesicaria</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #, niskie #)	Podczas deficytu wody osobnik w pobliżu drobnego zbiornika. W mokrych latach prawdopodobnie (b)#	100%	100%
25. Misie 1 51.963329, 22.643279 FC15 3,3 ha 1)	<i>Juncus effusus</i> * <i>Juncus effusus</i> + <i>Agrostis canina</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex vesicaria</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum angustifolium</i> * <i>Calamagrostis canescens</i> (tylko larwy)	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	100%	100%
26. Misie 2 51.963758, 22.647302 FC15 0,5 ha 1)	<i>Juncus effusus</i> * <i>Carex vesicaria</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Carex nigra</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	100%	100%
27. Misie 3 51.964915, 22.623903 FC15 0,4 ha 1)	<i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	100%	100%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
28. Misie 4 51.963712, 22.649051 FC15 0,2 ha	<i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe)	Osobniki w (b), trudno określić czy były rodzime	100%	100%
29. Misie 5 51.959111, 22.693704 FC15 0,9 ha 5) = „Misie”	<i>Carex elata</i> * <i>Carex vesicaria</i> # <i>Carex nigra</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Agrostis canina</i>	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)* (d)	30%	10%
30. Misie 6 51.956519, 22.689005 FC15 1,7 ha	<i>Carex vesicaria</i> # <i>Juncus effusus</i> # <i>Carex elata</i>	Torfowisko kwaśne (niskie #)	(b)#	45%	15%
31. Przychody 51.951917, 22.678062 FC15 2,4 ha 5)	<i>Carex vesicaria</i> *	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)*	40%	30%
32. Suche Bagno 52.029219, 22.674022 FC16 6,7 ha	<i>Carex vesicaria</i> *	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)*	100%	100%
33. Stójło 52.120880, 22.692112 FC17 4 ha	<i>Carex lasiocarpa</i> # <i>Carex rostrata</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe #)	(b)#	20%	20%
34. Łukowisko 52.088275, 22.726592 FC17 9 ha	<i>Juncus effusus</i> * <i>Eleocharis</i> sp.	Żwirownia *	(b)*	<5%	<5%
35. Zaścianki 52.014974, 22.789009 FC26 2,2 ha 2)	<i>Equisetum fluviatile</i> *	Torfowisko niskie (alkaliczne/obojętne *)	(b)*	<5%	<5%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
36. Żwirownia „Sitno” 51.986278, 22.856268 FC26 7 ha	<i>Carex rostrata</i>	Żwirownia	Osobnik zaleciały (>) w (b)	<5%	<5%
37. Puchacz 51.997034, 22.887038 FC26 3,5 ha 1)	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>Juncus effusus</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Juncus effusus</i> + <i>Carex rostrata</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	100%	100%
38. Utrówka 51.984514, 22.891265 FC26 0,8 ha	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe)	Osobniki w (b), trudno określić czy były rodzime	100%	100%
39. Międzyrzec Podl. I 51.957415, 22.804050 FC25 0,7 ha 2)	<i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Calamagrostis canescens</i> <i>Molinia caerulea</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)* (d)	100%	100%
40. Międzyrzec Podl. II 51.960707, 22.794244 FC25 0,8 ha 2)	<i>Eriophorum vaginatum</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	85%	70%
41. Międzyrzec Podl. III 51.953831, 22.800832 FC25 0,4 ha 2)	<i>Molinia caerulea</i> <i>Carex nigra</i>		Osobniki zaleciały (>) w siedlisku nieprzyjającym do rozwoju (d)	100%	100%
42. Międzyrzec Podl. IV 51.941795, 22.801003 FC25 1,6 ha	<i>Agrostis canina</i>		Osobnik zaleciały (>) w siedlisku nieprzyjającym do rozwoju (d)	100%	100%
43. Danówka 51.959732, 22.963722 FC35 0,5 ha 2)	<i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> + <i>Calamagrostis canescens</i> * <i>Carex vesicaria</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	100%	100%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
44. Witoroż 51.935072, 23.003462 FC35 11 ha 1)	<i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> # <i>Carex lasiocarpa</i> # <i>Juncus effusus</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	100%	100%
45. Leszczanka 51.938009, 23.020456 FC35 7,7 ha	<i>Eriophorum vaginatum</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)# (c)*	90%	80%
46. Kwasówka 51.897945, 22.965036 FC35 2,6 ha 1)	<i>Carex rostrata</i> * <i>Carex vesicaria</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	100%	100%
47. Łózki 51.883020, 22.900062 FC34 260 ha	<i>Carex rostrata</i> #	Torfowisko niskie (alkaliczne/obojętne #)	(b)#	30%	30%
48. Żelizna las 51.876463, 22.983554 FC34 0,9 ha 2)	<i>Carex vesicaria</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	100%	100%
49. Czarne Bagno 51.870607, 22.993510 FC34 40 ha 1)	<i>Juncus effusus</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Eriophorum vaginatum</i> # <i>Carex lasiocarpa</i> #	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)* (c)*	100%	100%
50. Kozły 51.880250, 23.020835 FC34 0,6 ha 1)	<i>Carex vesicaria</i> # <i>Carex lasiocarpa</i> #	Torfowisko kwaśne (niskie #)	(b)#	100%	100%
51. Żulinki 1 51.846011, 22.961409 FC34 12 ha 1)	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>Carex rostrata</i> # <i>Molinia caerulea</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	100%	100%

Tabela 1 cd.

Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
52. Żulinki 2 (Martynów) 51.840708, 22.958277 FC34 16 ha 1)	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Juncus effusus</i> * <i>Juncus effuses</i> + <i>Carex rostrata</i> * <i>Carex rostrata</i> + <i>E. vaginatum</i> * <i>Molinia caerulea</i> <i>Carex canescens</i> <i>Agrostis canina</i> <i>Carex nigra</i> <i>Calla palustris</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(a)* (b)* (d)	70%	60%
53. Żulinki 3 51.843678, 22.965787 FC34 2 ha	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>E. vaginatum</i> + <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)*	90%	80%
54. Żulinki 4 51.846143, 22.967675 FC34 3 ha	<i>Eriophorum vaginatum</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>E. vaginatum</i> + <i>Carex elata</i> * <i>Carex nigra</i> * <i>Molinia caerulea</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(b)* (d)	100%	100%
55. Żulinki 5 51.846090, 22.971323 FC34 1,5 ha	<i>Juncus effusus</i> * <i>Juncus effuses</i> + <i>Calamagrostis</i> <i>canescens</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Molinia caerulea</i> <i>Agrostis canina</i>	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *)	(a)* (b)* (d)	100%	100%
56. Korczówka 51.907371, 23.040545 FC45 25 ha	<i>Carex vesicaria</i> * <i>Carex rostrata</i> * <i>Carex lasiocarpa</i> * <i>Carex elata</i> * <i>Carex nigra</i>	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)* (d)	<5%	<5%
57. Bokinka Pańska 1 51.818722, 23.325053 FC64 0,6 ha	<i>Juncus effusus</i> * <i>Carex vesicaria</i> *	Torfowisko kwaśne (sfagnowe *, niskie *)	(b)*	100%	100%
58. Bokinka Pańska 2 51.817156, 23.325975 FC64 0,4 ha	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (niskie)	Osobniki w (b), trudno określić czy były rodzime	100%	100%

Tabela 1 cd.

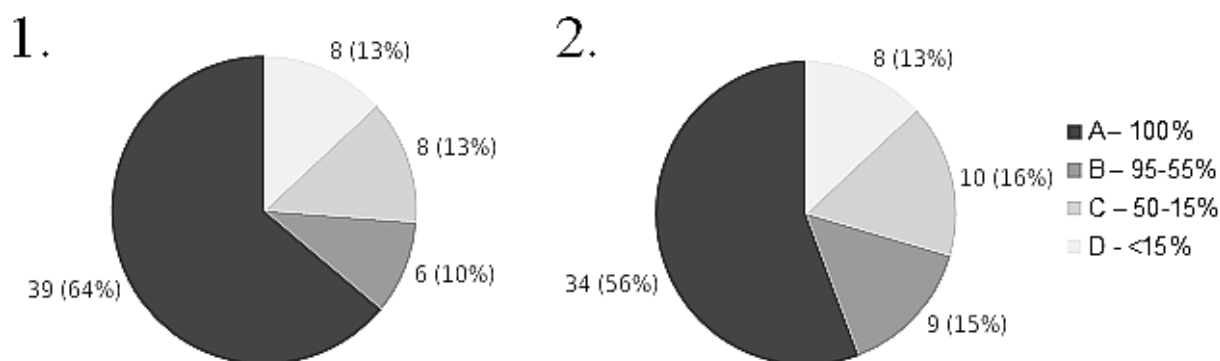
Stanowisko GPS UTM Powierzchnia Praca z pierwszym opisem Locality GPS UTM Surface area Paper with the first description	Zasiedlane formacje roślinne Inhabited vegetation formations	Typ siedliskowy Habitat type	Zasiedlane formacje wodno- roślinne Inhabited hydrobotanic formations	Matrix	
				A	B
59. Żuki 1 51.815024, 23.419211 FC64 0,1 ha	<i>Carex vesicaria</i> # <i>Juncus effusus</i>	Torfowisko kwaśne (niskie #)	(b)# (d)	<5%	<5%
60. Żuki 2 51.814979, 23.430893 FC64 3,6 ha	<i>Juncus effusus</i> #	Torfowisko kwaśne (niskie #)	(b)#	100%	100%
61. Wólka Kościeniewicka 51.943196, 23.329741 FC65 1,2 ha	<i>Carex rostrata</i> * <i>Juncus effusus</i> *	Torfowisko kwaśne (niskie *)	(b)*	100%	100%

Stwierdzone na terenie badań stanowiska *Nehalennia speciosa* były w większości pozbawione otwartych zbiorników. Stanowiska niezbiornikowe posiadały podobną budowę. Były to niecki w zaawansowanej fazie wypełniania osadami biogenicznymi. Osady te, przynajmniej w stropie, wykazywały zwykle wysoki stopień rozkładu, będąc zwarte i mało sprężyste. Na pokładzie takich osadów wykształcona była imersyjna¹ lub kryptodysaptyczna roślinność torfowiskowa, z dużym udziałem lub zdecydowaną dominacją helofitów.

Stanowiska charakterem zbliżone do jeziornych – gdzie otwarte lustro wody zajmowało stosunkowo dużą powierzchnię, a układy roślinne w obrębie zbiornika odgrywały dla gatunku pierwszorzędą rolę – reprezentowały jedynie lokalizacje nr 1, 3, 10, 12, 13. Względnie trwałe zbiorniki z otwartym lustrem, które nie stanowiły głównego udziału w powierzchni stanowiska, były zasiedlane (z rozwojem pewnym lub prawdopodobnym) na stanowiskach nr 4, 11, 14, 15, 45, 49, 52, 55. Na dwóch z tych lokalizacji (nr 45 i 49) były to jedynie szersze rowy melioracyjne. Zasiedlana przez *Nehalennia speciosa* roślinność na obrzeżach zbiorników miała zazwyczaj postać imersyjną lub kryptodysaptyczną, rzadko emersyjną.

¹Roślinność imersyjna – czyli roślinność szuwarowa zakorzeniona w gruncie, emersyjna – roślinność niezakorzeniona w gruncie, formująca maty (pło) unoszące się na wodzie lub rozwodnionych osadach, kryptodysaptyczna – zalegająca na gruncie, mieszana formacja roślin imersyjnych oraz roślin emersyjnych (głównie mszaków), kiedy reakcją tych drugich na podniesienie poziomu wody nie jest jednak płątowe odrywanie się od dna, lecz pęcznienie i tworzenie “zupy” otulającej pędy roślin imersyjnych (por. TOBOLSKI (2000), rozdz. II.4.2.1.).

Jeśli chodzi o rodzaj zasiedlanej formacji wodno-roślinnej (patrz [ryc. 3](#)), na badanym terenie zdecydowanie dominował typ (b), tj. podtopione strefy roślinności bez kontaktu z otwartym lustrem wody ([ryc. 5.II](#)). Najmniejszy udział w spektrum zasiedlanych formacji stanowił natomiast typ (c), tj. niepodtopiona roślinność (siedlisko imagines) w pobliżu otwartego lustra wody (siedlisko larw). Na stosunkowo licznych stanowiskach obserwowano imagines w strefach typu (d), czyli w suchych lub najwyżej krótkotrwale podtapianych formacjach roślinnych (najczęściej na obrzeżach torfowisk), gdzie przebywały nierzadko licznie. Typ (a), tj. podtopione strefy roślinności w kontakcie z otwartym lustrem wody stwierdzano stosunkowo rzadko. Wynikało to jednak po części ze słabszego stopnia eksploracji zachodniej części terenu badań, gdzie częściej niż w części wschodniej występowały zbiorniki wodne. Biorąc to pod uwagę, można podejrzewać, że udział typu (a) w skali całego terenu badań był zapewne wyższy niż wynika to ze zgromadzonych danych. Rozwój gatunku, pewny lub prawdopodobny, wykazano na 53 stanowiskach (87%). Na pięciu stanowiskach możliwość autochtonicznego występowania iglicy była trudna do oceny, a na trzech kolejnych obserwowano tylko zalecające osobniki ([tab. 1](#)).

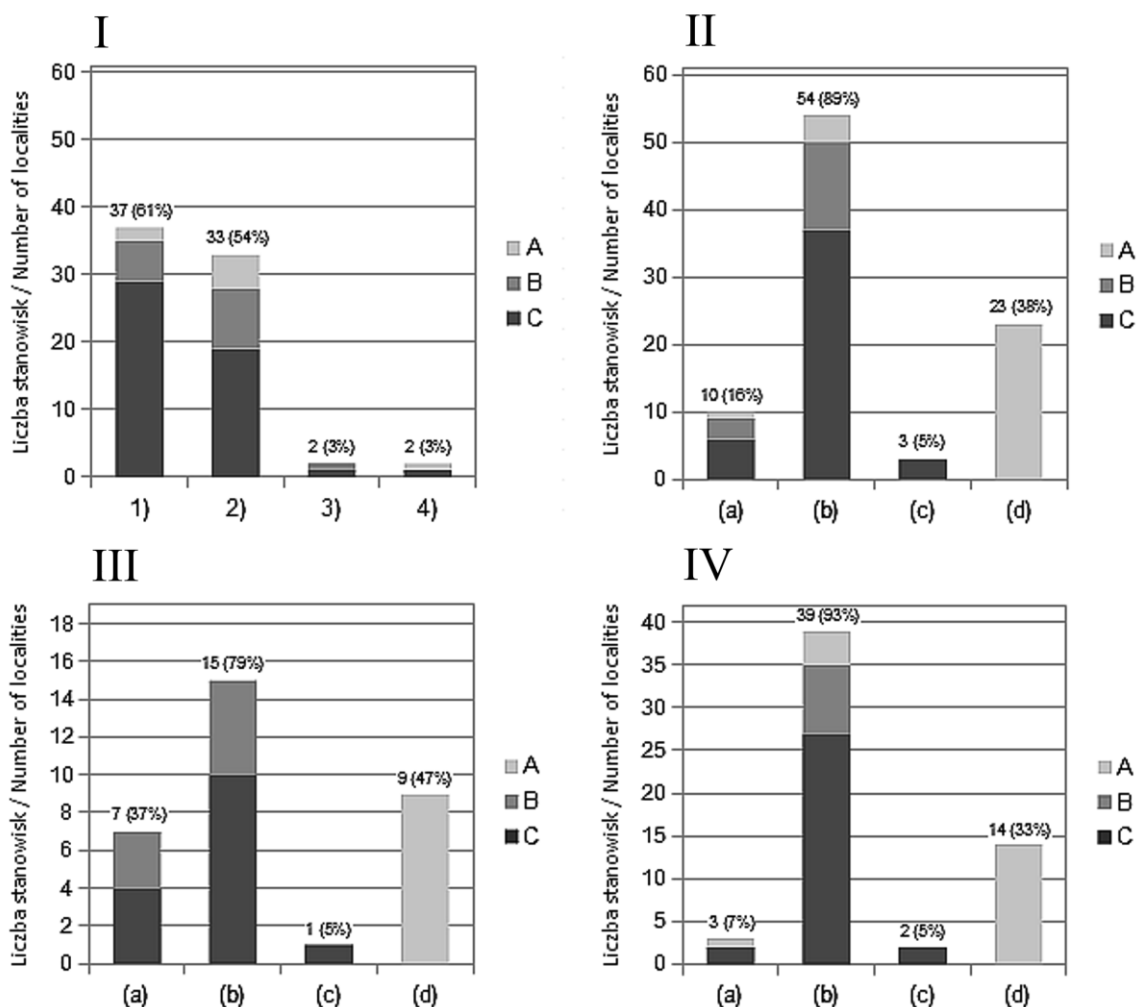


Ryc. 4. Liczba i procent stanowisk w poszczególnych typach krajobrazu. A–D – procentowy udział lasu: 1. – na obwodzie stanowiska, 2. – w strefie o szerokości ok. 100 m od krawędzi stanowiska.

Fig. 4. Number and percentage of localities in particular landscape types. A–D – percentage of forest: 1. – on the site perimeter, 2. – in the 100-meter-broad zone surrounding the locality

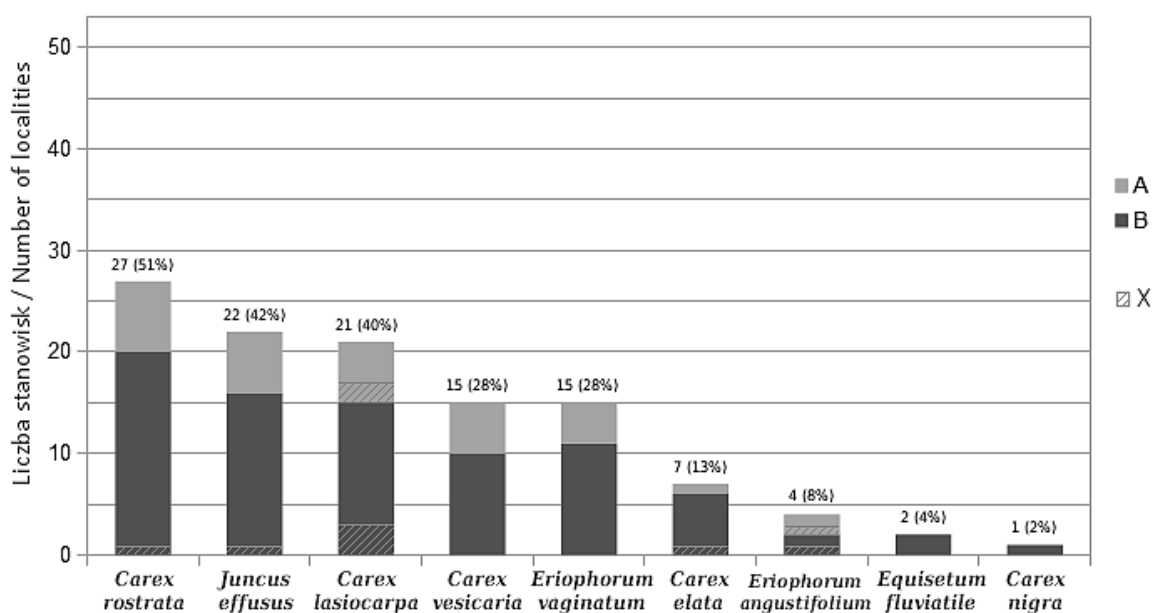
Wśród roślin pewnie i prawdopodobnie wiodących, żaden gatunek nie pełnił tej roli zdecydowanie częściej od pozostałych ([ryc. 6](#)). Najczęściej wykazywanym składnikiem wiodącym była *Carex rostrata* STOKES oraz niewiele rzadziej *Juncus effusus* L. i *Carex lasiocarpa* EHRH. Dość często były to też *Carex vesicaria* L. i *Eriophorum vaginatum* L. Do rzadszych składników wiodących należały *Carex elata* ALL. i *Eriophorum angustifolium* HNOCK. Najrzadziej taką rolę odgrywały *Equisetum fluviatile* L. i *Carex nigra* REICHARD. Poza tym stwierdzono wykorzystywanie przez imagines innych roślin, które nie były komponentem siedliska larwalnego lub stanowiły w jego obrębie tylko niekluczową domieszkę, takich jak: *Molinia caerulea* (L.) MOENCH, *Calamagrostis canescens*, *Agrostis canina* L., *Glyceria fluitans* (L.) R. BR., *Carex canescens* L., *Calla palustris* L., *Vaccinium uliginosum* L. oraz kilku innych, nieoznaczonych traw ([tab. 1](#)). Roślinność zanurzoną w siedliskach larwalnych stanowiły: żywe i obumarłe części helofitów, *Sphagnum*, mchy właściwe, *Utricularia*. Pierwszy z tych elementów na ogół występował stale, pozostałe były opcjonalne. Kilukrotnie stwierdzano jednak larwy w jednorodnych płatach *Sphagnum*. w pewnym oddaleniu (do 2 m) od szuwarów helofitowych.

Wartości przewodnictwa elektrolitycznego wody w siedliskach *Nehalennia speciosa* mieściły się w dość szerokim zakresie, przy zdecydowanej dominacji wartości niskich. W siedliskach typu „torfowisko kwaśne (sfagnowe)” wartość oscylowała w zakresie 20–60 uS/cm. W siedliskach typu „torfowisko kwaśne (niskie)” odnotowano zakres 30–160 uS/cm, przy czym wartości powyżej 100 wykazywano na okrajach w sąsiedztwie terenów rolniczych. W siedliskach typu „torfowisko niskie alkaliczne/obojętne” odnotowano w każdym przypadku wartości powyżej 300 uS/cm³ (maks. 460 uS/cm na stanowisku nr 47). W żwirowniach odnotowano wartości w przedziale 90–300 uS/cm.



Ryc. 5: I Liczba i udział procentowy stanowisk *Nehalennia speciosa* reprezentujących poszczególne typy siedlisk: 1) – torfowiska kwaśne (sfagnowe), 2) – torfowiska kwaśne (niskie), 3) – torfowiska alkaliczne/obojętne (niskie), 4) – żwirownie. **II–IV** Liczba i udział procentowy stanowisk *Nehalennia speciosa* reprezentujących poszczególne typy formacji wodno-roślinnych ((a), (b), (c), (d) – patrz [ryc. 3](#)): **II** – cały badany teren, **III** – część zachodnia (stanowiska nr 1–19), **IV** – część wschodnia (stanowiska nr 20–61). A – rozwoju larwalnego brak lub możliwość rozwoju niemożliwa do oceny, B – rozwój prawdopodobny, C – rozwój pewny.

Fig. 5: I Number and percentage of localities representing particular habitat types: 1) – acidic *Sphagnum* mire; 2) – acidic non-*Sphagnum* fen, 3) – alkaline/neutral non-*Sphagnum* fen, 4) – gravel pit. **II–IV**. Number and percentage of localities representing particular types of hydrobotanic formations ((a), (b), (c), (d) – see [fig. 3](#)): **II** – whole study area (localities no. 1–61), **III** – western part (localities no. 1–19), **IV** – eastern part (localities no. 20–61). A – absence of larval development or probability of larval development unassessable, B – larval development probable, C – larval development confirmed.



Ryc. 6. Liczba i udział procentowy stanowisk z poszczególnym wiodącym i prawdopodobnie wiodącym składnikiem roślinnym, na tle łącznej liczby stanowisk z rozwojem pewnym i prawdopodobnym. A – rozwój prawdopodobny, B – rozwój pewny, X – występowanie tylko jako ważny składnik mieszanych formacji roślinnych.

Fig. 6. Number and percentage of localities with a particular leading and probable leading vegetation component (formations of a „leading vegetation component” provide complete development habitat, used both by larvae and imagines). A – larval development probable, B – larval development confirmed, X – occurrence only as an important component of mixed plant formations.

2. Zróżnicowanie siedlisk na tle geograficznym

Pod względem siedliskowym badany teren dzieli się na dwie połowy (zachodnią i wschodnią – na zachód i wschód od miasta Łuków ([ryc. 2b](#)), których granica w przybliżeniu pokrywa się z maksymalnym zasięgiem łądolołu Warty (MOJSKI 2005). Torfowiska ze zbiornikami wodnymi występują relatywnie często w zachodniej części badanego terenu, podczas gdy w części wschodniej są one bardzo nieliczne. Znajduje to odbicie w częstszym stwierdzeniu zbiornikowego typu siedlisk gatunku (a) w części zachodniej ([ryc. 5. II-III.](#)).

Zachodnią część badanego obszaru charakteryzuje bardziej urozmaicona rzeźba terenu, rozpowszechnione jest tu jałowe, piaszczyste podłoże (piaski fluwioglacjalne i eoliczne). Część ta bardziej obfituje w układy o bardzo niskiej żyzności w porównaniu do płaskich obszarów połowy wschodniej, gdzie piaski eoliczne są dużo mniej rozpowszechnione, a w obrębie Zakłęśłości Łomaskiej rzadkie. Podłoże połowy wschodniej, mimo iż często budowane przez materiał piaszczysty, wydaje się być bardziej bogate we frakcję drobną (gliniastą) i żwirową.

W zlewniach torfowisk typowe bory sosnowe występowały głównie w zachodniej części badanego terenu. Natomiast w części wschodniej dominowały bory mieszane, miejscami obecne były także grądy. Bezpośrednie leśne otoczenie właściwej powierzchni torfowisk tylko w kilku przypadkach (na zachodzie badanego terenu) nawiązywało do boru bagiennego. W większości przypadków były to natomiast zmiennowilgotne strefy z *Molinia caerulea*, *Calamagrostis canescens*, *Carex canescens*, *Carex nigra*, czasem *Eriophorum vaginatum* i drzewostanem brzozowym lub brzozowo-sosnowym.

3. Wymagania siedliskowe

Na podstawie rozpoznania siedlisk zasiedlonych i niezasiedlonych przez *Nehalennia speciosa* można wskazać, że przy założeniu względnej stabilności hydrologicznej, decydującymi czynnikami siedliskowymi dla gatunku były: struktura przestrzenna roślinności oraz termika. Na terenie badań zasiedlane były prześwietlone, raczej gęste formacje helofitów o liściach/łodygach mało do umiarkowanie masywnych, ze znacznym udziałem elementów stojących pionowo i/lub w umiarkowanym nachyleniu. Zasiedlana roślinność miała postać łanową, pasową, wyraźnie mozaikową (jako mieszanka wyraźnie gęstszych i luźniejszych formacji) oraz kępkowo-dolinkową, przy czym powierzchnia formacji o optymalnej strukturze w siedlisku rozwoju, była nie mniejsza niż kilkanaście m². Wysokość formacji (nad poziomem wody) mieściła się w przedziale 30–130 cm.

Chociaż autor nie prowadził pomiarów szerokości liści i łodyg w zasiedlanych formacjach, to wskazać można gatunki roślin, których masywność była na badanym terenie zdecydowanie niesprzyjająca, sprzyjająca warunkowo lub zawsze sprzyjająca. Zdecydowanie niekorzystne były formacje roślin szuwarowych o szerokich i najczęściej wysokich liściach i łodygach np. *Typha latifolia* L., *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. EX STEUD. Niesprzyjające pod tym względem były także inne, stosunkowo masywne rośliny siedlisk eutroficznych: *Carex riparia* CURTIS, *Carex acutiformis* EHRH., *Carex gracilis* CURTIS, *Scirpus sylvaticus* L., *Sparganium* spp., *Glyceria maxima* (HARTM.) HOLMB., *Phalaris arundinacea* L. Kilka z powyższych gatunków występowało jednak w siedliskach *Nehalennia speciosa* jako domieszka. Do kolejnej grupy należą gatunki turzycowatych, których szerokość liści/łodyg była istotnie zróżnicowana w zależności od warunków siedliskowych: *Eriophorum angustifolium*, *Carex elata*, *C. vesicaria*, *C. rostrata*. Zasiedlone przez *N. speciosa* formacje tych roślin, zbudowane były przez formy o liściach/łodygach wąskich do umiarkowanie szerokich, lecz nie bardzo szerokich. Pod względem szerokości liści/łodyg często korzystne były *Juncus effusus* i *Equisetum fluviatile*. Sprzyjające pod tym względem w każdym przypadku były rośliny typowo wąskolistne, niepodlegające większej zmienności pod wpływem warunków siedliskowych: *C. lasiocarpa* i *E. vaginatum*.

Poza szerokością i stopniem nachylenia liści/łodyg decydujący wpływ miało zwarcie formacji. Zarówno zbyt zwarte, jak i zbyt luźne formacje nie były przez *Nehalennia speciosa* zasiedlane. Najczęściej spotykano sytuacje zwarcia zbyt małego, co dotyczyło między innymi imersyjnych szuwarów turzycowych, rosnących w stosunkowo głębokiej wodzie oraz formacji *Juncus effusus*, budowanych przez kępy silnie wyrosnięte, stojące w pewnych odstępach. Zbyt duże zwarcie, skutkujące istotnym zacienieniem powierzchni wodnych i małą ilością swobodnych przestrzeni, obserwowano głównie w formacjach masywnych turzyc na torfowiskach eutroficznych. W przypadku roślinności o liściach/łodygach bardzo wąskich (*Carex lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum*), sytuacja zbyt dużego zwarcia zasadniczo nie występowała. Jeśli chodzi o zwarcie roślinności kępowej (reprezentowanej głównie przez *E. vaginatum* i *C. elata*), zasiedlane były formacje zwarte, o szerokości dolinek do kilkudziesięciu centymetrów.

Z roślin typowych dla siedlisk zmiennowilgotnych, jako korzystne strukturalnie dla imagines wymienić należy zwłaszcza *Molinia caerulea*, *Carex nigra* i *Agrostis canina*. Dwa ostatnie gatunki rzadko jednak budowały na badanym terenie rozleglejsze agregacje. Zmienną strukturą cechowały się płaty *Calamagrostis canescens* – chociaż niekiedy sprzyjające, najczęściej były jednak zbyt gęste. Z kolei kępy *Carex canescens*, pomimo że marginalnie wykorzystywane na stanowiskach z dużymi populacjami – na ogół nie były korzystne z powodu niewielkiej wysokości i częstego kładzenia się pędów na boki. Wśród monogatunkowych płatów powyższych roślin, tylko jednorazowo (*C. nigra*, stanowisko nr 54) stwierdzono zachodzenie pełnego cyklu życiowego

Nehalennia speciosa. Generalnie, rzadkość takich stwierdzeń wynika z rzadkości występowania tych roślin w strefach względnie trwałego uwodnienia.

Na badanym terenie *Nehalennia speciosa* stwierdzono w siedliskach o głębokości wody do 50 cm, najczęściej były to wartości w przedziale 5–30 cm. Wody te miały charakter względnie stagnujących, podlegających szybkiemu nagrzewaniu do wysokich temperatur, będąc przy tym dobrze wyeksponowane na promienie słoneczne. Torfowiska porośnięte przez żywy drzewostan, których powierzchnia była istotnie zacieniona, nie były zasiedlane przez *N. speciosa*, pomimo lokalnego występowania sprzyjającej roślinności. Niezasiedlane były także torfowiska nieleśne ze sprzyjającą roślinnością, lecz o bardzo małej powierzchni (<30 arów) lub o wąskim kształcie i jednocześnie otoczone przez wysoki las, przez co w skali dnia relatywnie długo zacienione. Z drugiej strony przykład stanowiska nr 59, którego powierzchnia wynosiła zaledwie 10 arów, pokazuje, że w krajobrazie otwartym mogą być zasiedlane stanowiska o mniejszej powierzchni niż w lasach, co ma niewątpliwie związek z brakiem cienia rzucanego przez drzewostan, negatywnie wpływającego na warunki termiczne. Dlatego też obecność na stanowisku żywego lasu o znacznym zwarciu wyklucza możliwość autochtonicznego występowania *N. speciosa* – nie tylko poprzez pogarszanie warunków hydrologicznych, lecz zasadniczo wskutek ograniczania nasłonecznienia. Nie stwierdzono też gatunku na kilku torfowiskach soligenicznych pomimo występowania sprzyjającej roślinności. Powodem tego mogły być zbyt niskie temperatury wody, spowodowane charakterem zasilania tych torfowisk – poprzez dopływ wód gruntowych.

V. GENEZA STANOWISK ORAZ ICH STAN NA MAPACH HISTORYCZNYCH I WSPÓŁCZESNYCH

1. Analiza map historycznych i współczesnych

Równina Wołomińska, Wysoczyzna Kałuszyńska, Żelechowska i Siedlecka

Mapy historyczne z lat ~1850–1919 ukazują w stosunku do czasów współczesnych mniejsze rozpowszechnienie śródleśnych torfowisk z przestrzenią nieleśną w zagłębieniach bezodpływowych, a zwłaszcza zbiorników wodnych. Mapy historyczne wydane w przedziale lat 1914–1951 prezentują rozpowszechnione kopalnictwo torfu w obrębie takich zagłębień i coraz większą liczbę zbiorników i przestrzeni nieleśnych. Na mapach z początku lat 80. XX wieku widnieją już liczne zbiorniki wodne w obrębie takich zagłębień. Na fotomapach z roku 2002, duża część z tych zbiorników opanowana jest przez roślinność torfowiskową. Podczas mokrych lat 2010–2013, na licznych torfowiskach nastąpiła transgresja otwartego lustra wody, niekiedy całkowicie wypierającą roślinność torfowiskową.

Równina Łukowska, Zakłęstość Łomaska i Wysoczyzna Parczewsko-Kodeńska

Na mapach z lat ~1850–1916 liczne śródleśne torfowiska w zagłębieniach bezodpływowych widnieją jako las. Na mapach z lat 1936–38 pojawiają się one jako nieleśna przestrzeń. Na mapach z lat 1936–38 widnieje też porównywalnie więcej zbiorników wodnych. Wiele torfowisk oznaczonych jako nieleśna przestrzeń na mapach z lat 1936–38 zostaje z biegiem lat opanowana przez las, co prezentują mapy z początku lat 80. i fotomapy z lat 2004–2010. Na skutek podniesienia się poziomu wód w latach 2010–2013, duża liczba z tych torfowisk ponownie uzyskuje nieleśną przestrzeń. Można stwierdzić, że kopalnictwo torfu w obrębie zagłębień bezodpływowych było na tych terenach nieczęste, podczas gdy większość kopalni była usytuowana w obrębie dużych torfowisk dolinnych.

Tabela 2. Stan powierzchni stanowisk na mapach z lat 1914–2014. ▲ – las wysokopienny, ▲ – las niskopienny/wysokopienny luźny, ▲ – przestrzeń nieleśna, ▲ – otwarte lustro wody, ▲ – symbol „torfiarnia”. # – stanowisko niezasiedlone przez *Nehalennia speciosa* w okresie obserwacji terenowych (2010–2018).

Table 2. The state of localities' surface on the maps from 1914 to 2014. ▲ – dense high forest, ▲ – low or loose forest, ▲ – non-forest area, ▲ – open water table, ▲ – peat excavation, # – locality uninhabited by *Nehalennia speciosa* during field observations (2010–2018).

Stanowisko Locality	Karte Des Westlichen Russlands (1914)	Mapa Taktyczna Polski Tactic Map of Poland (1937–38)	Mapa Topograficzna Polski Topographic Map of Poland (~1980)	Fotomapy Photomaps (2002–09)	Fotomapy Photomaps (2011–14)
1	▲	▲ ▲	▲	▲ ▲	▲ ▲
2	▲	▲	▲	▲	▲
3	▲	▲ ▲	▲	▲ ▲	▲ ▲
4	▲	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
5	▲	▲	▲ ▲	▲	▲ ▲
6	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲ ▲
7	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
8	▲	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲
9	▲	▲	▲	▲ ▲	▲
10	▲	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
11	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲
12	▲	▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲
13	▲	▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
14	▲	▲	▲	▲ ▲	▲ ▲
15	▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
16	▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲
17	▲	▲	▲	▲	▲ ▲
18	▲	▲	▲ ▲	▲	▲
19	▲	▲	▲ ▲	▲	▲
20	▲ ▲	▲ ▲	▲	▲	▲
21	▲	▲	▲	▲	▲ ▲

Tabela 2 cd.

Stanowisko Locality	Karte Des Westlichen Russlands (1914)	Mapa Taktyczna Polski Tactic Map of Poland (1937–38)	Mapa Topograficzna Polski Topographic Map of Poland (~1980)	Fotomapy Photomaps (2002–09)	Fotomapy Photomaps (2011–14)
22	▲	▲	▲	▲▲	▲
23	▲	▲	▲	▲	▲
24	▲	▲	▲	▲	▲
25	▲	▲	▲▲	▲	▲
26			▲	▲	▲
27	▲	▲	▲	▲	▲
28			▲	▲	▲
29	▲	▲▲	▲	▲	▲
30	▲▲	▲	▲	▲	▲
31	▲	▲	▲	▲	▲
32	▲▲	▲	▲▲	▲▲	▲▲
33	▲	▲▲	▲▲	▲▲▲	▲▲
35	▲	▲	▲	▲	▲
37	▲	▲	▲▲▲	▲▲▲	▲
38	▲	▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲
39	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
40	▲	▲	▲	▲	▲
41	▲	▲	▲	▲	▲
42	▲	▲	▲▲	▲	▲
43	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
44	▲	▲	▲▲	▲▲▲	▲
45	▲	▲▲	▲	▲	▲
46	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
47	▲	▲	▲	▲	▲
48	▲	▲	▲	▲	▲

Tabela 2 cd.

Stanowisko Locality	Karte Des Westlichen Russlands (1914)	Mapa Taktyczna Polski Tactic Map of Poland (1937–38)	Mapa Topograficzna Polski Topographic Map of Poland (~1980)	Fotomapy Photomaps (2002–09)	Fotomapy Photomaps (2011–14)
49	▲	▲	▲▲▲	▲▲▲	▲
50	▲	▲	▲▲	▲	▲
51	▲	▲▲	▲▲	▲▲▲	▲
52	▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲
53	▲	▲▲	▲	▲▲	▲
54	▲	▲▲	▲▲	▲▲	▲
55	▲	▲	▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲
56	▲	▲	▲	▲	▲
57.	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
58.	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
59.	▲	▲	▲	▲	▲
60.	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
61.	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
1#	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
2#	▲	▲	▲	▲	▲▲
3#	▲▲	▲▲	▲▲	▲	▲▲

2. Geneza zbiorników akumulacji biogenicznej

Większość zasiedlanych przez *Nehalennia speciosa* torfowisk ma na badanym terenie położenie wysoczyznowe, leżąc głównie w obrębie utworów wodnolodowcowych lub lodowcowych, rzadziej piasków eolicznych (SMGP 1:50000). Jako że na terenie tym nie występują płytko zalegające skały węglanowe, misy tych torfowisk mają prawdopodobnie w przewodzie genezę fluwioglacjalną i glacialną, związaną z okresem zlodowaceń środkowopolskich, przy możliwym udziale procesów termokrasowych w czasie ostatniego zlodowacenia (por. FORYSIAK 2014). W misach powstałych podczas zlodowaceń środkowopolskich może zachodzić nie tylko emska, ale także późniejsza – holocenska akumulacja utworów biogenicznych (np. BRUJ, ROMAN 2007; DRZYMULSKA, KUPRYJANOWICZ 2008; FORYSIAK 2014). Niewykluczone jest również, że niektóre misy na wschodzie badanego terenu mogą być powiązane genetycznie także ze zlodowaczeniami południowopolskimi: w pobliżu tego obszaru wykazano bowiem szereg do dziś czytelnych w rzeźbie niecek wypełnionych

osadami jeziornymi z interglacjału mazowieckiego, które przykrywa tylko nieznaczna warstwa młodszych utworów (np. NITYCHORUK 1994; ALBRYCHT i in. 1997).

Procesy eoliczne mogły mieć znaczenie lokalnie w zachodniej części terenu badań, gdzie torfowiska w niejednym przypadku zajmują obniżenia w towarzystwie wydm. Kwestią otwartą pozostaje jednak, czy geneza takich zagłębień miała tu raczej charakter typowo deflacyjny czy poligenetyczny – być może są one przemodelowanymi przez procesy eoliczne zagłębieniami o pierwotnie innej genezie, np. glacialnej/fluwioglacialnej (por. FORYSIAK 2014).

3. Geneza zbiorników na torfowiskach i siedliska wtórne

Mapy historyczne obrazują liczne kopalnictwo torfu w obrębie zagłębień bezodpływowych w zachodniej części terenu badań oraz nieliczne tego typu sytuacje w części wschodniej. Odpowiada to w pełni współczesnemu rozmieszczeniu zbiorników w takich formach terenu. Niemal wszystkie zasiedlane przez *Nehalennia speciosa* zbiorniki w zachodniej części badanego obszaru pojawiają się „znienacka” na mapach z lat 1937–1938 lub późniejszych (tab. 2), co w przypadku zbiorników trwałych sugeruje ich antropogeniczną genezę. Do wyjątków należy tu tylko zbiornik 13. Zgórznica (Czarne Bagno), widniejący również na mapach starszych (tab. 2). Na uwagę zwraca jednak jego lokalna nazwa – sugerująca raczej torfowisko, a nie zbiornik.

Do stanowisk *Nehalennia speciosa*, dla których mapy historyczne obrazują kopalnictwo torfu, należą lokalizacje nr: 3, 6, 7, 11, 15, 16 (tab. 2). Na kilku kolejnych stanowiskach potorfową genezę zbiorników zdradza ich kształt, nr: 11, 12 (szczegóły u MIKOŁAJCZUKA 2015) i 52. Wydaje się, że skutkiem eksploatacji płytkiego złoża torfu mogą być także niektóre silniej uwodnione torfowiska i ich części (np. nr 2, 6, 8). Natomiast odznaczające się wyraźnymi krawędziami, bardzo małe (0,1 ha) stanowisko nr 59, przypominało raczej płytki wykop na podmokłej łące, aniżeli naturalne obniżenie.

Zapewne wszystkie trwałe zbiorniki w zagłębieniach bezodpływowych badanego obszaru powstały na skutek działalności człowieka. Wydaje się być nieprawdopodobne, aby zbiorniki takie – nierzadko z wyczuwalnym „pod stopami” podłożem mineralnym – przetrwały w takim stanie od czasów ostatecznego wymodelowania mis akumulacji biogenicznej (czyli na ogół od początku holocenu). Naturalne trwałe zbiorniki w takich zagłębieniach najprawdopodobniej nie przetrwały do czasów współczesnych, ulegając na przestrzeni holocenu całkowitemu wypełnieniu osadami, czemu sprzyjała ich relatywnie mała pierwotna głębokość. Podobne wnioski wysuwa także FORYSIAK (2013) w stosunku do regionu łódzkiego, który pod względem powierzchniowej budowy geologicznej wykazuje znaczne podobieństwa.

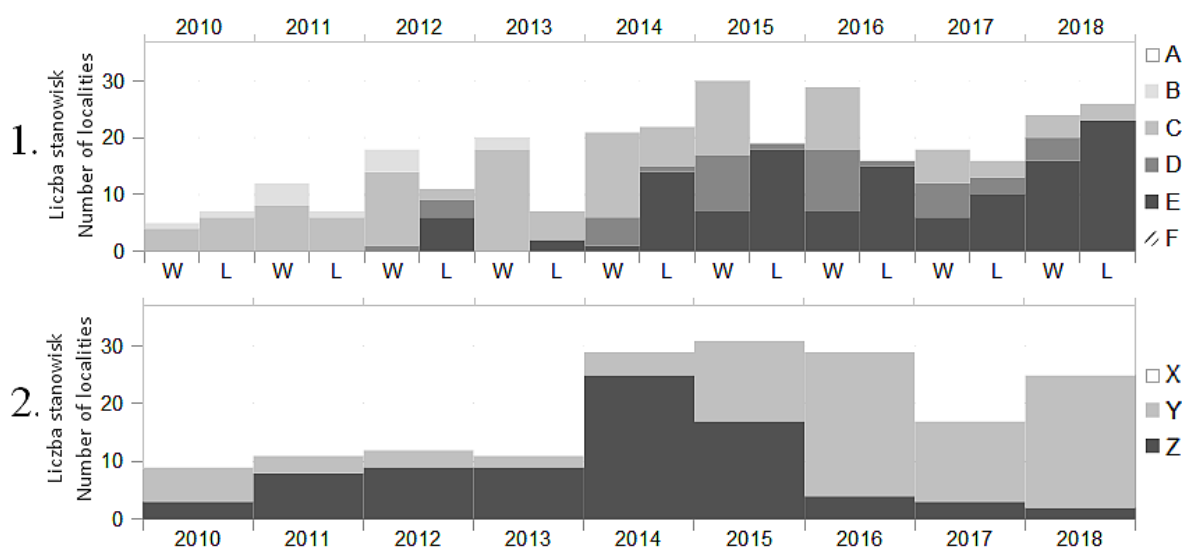
Zbiorniki trwałe na badanym terenie zdają się być w większości wynikiem eksploatacji torfu. Ewentualnie niektóre z nich mogły powstać wskutek innej, hipotetycznej przyczyny: relatywnie niedawnego (neoholocen), przypuszczalnie antropogenicznego wylesienia luźno-piaszczystych obszarów podatnych na deflację. Uruchomione wówczas procesy eoliczne mogłyby hipotetycznie doprowadzić do powstania nowych niecek terenu, które nie zostałyby do czasów współczesnych całkowicie wypełnione osadami.

Zgodnie z powyższą analizą, do stanowisk reprezentujących siedliska wtórne zaliczono nr 1, 3, 6, 7, 10–16, 34, 36, 44, 49, 52, 59. Wśród tych siedlisk przeważają torfianki (nr 1, 3, 6, 7, 10–16, 52). Nawiązuje do takiego siedliska także płytki łąkowy wykop na stanowisku 59. Podobne w swym charakterze do torfianek były także szersze rowy melioracyjne na podsychających torfowiskach – zasiedlane licznie na stanowiskach nr 44 i 49. *Nehalennia speciosa* stwierdzono poza tym w dwóch młodych żwirowniach (nr 34 i 36).

Należy przy tym zaznaczyć, że powyższe zestawienie zapewne nie jest kompletne. W przypadku niektórych stanowisk trudno jest bowiem rozstrzygnąć, czy ich wyraźnie silniej uwodnione partie i nietrwałe zbiorniki nie są już mocno zatartymi przez sukcesję przejawami płytkiej eksploatacji. Kwestią otwartą pozostaje też ewentualna eoliczna geneza niektórych stanowisk, związana z antropogenicznym wylesieniem obszarów podatnych na deflację.

VI. DYNAMIKA SIEDLISK I POPULACJI W LATACH 2004–2018

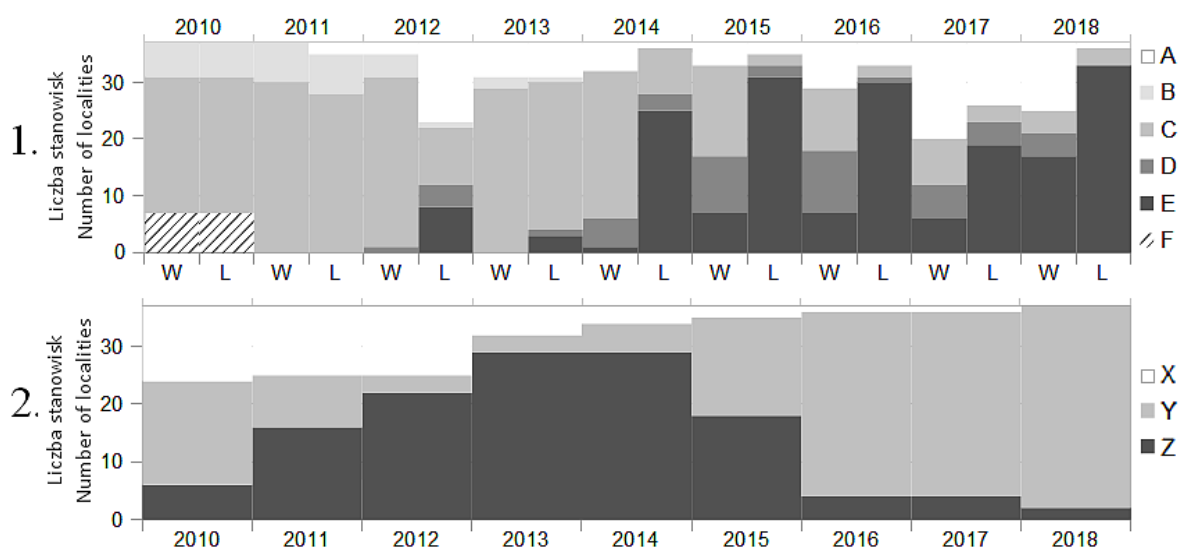
1. Zmiany w uwodnieniu siedlisk i występowaniu *Nehalennia speciosa* we wschodniej części badanego obszaru



Ryc. 7a. Stan hydrologiczny stanowisk oraz występowanie *Nehalennia speciosa* w latach 2010–2018 (część a – obserwacje bezpośrednie). **1.** – stan hydrologiczny stanowisk: A – brak danych, B – uwodnienie bardzo silne, C – uwodnienie optymalne, D – wyschnięcie częściowe, E – wyschnięcie całkowite, F – stanowiska całkowicie opanowane przez las, W – wiosna, L – lato/jesień. **2.** – występowanie *Nehalennia speciosa*: X – brak danych, Y – stanowiska niezasiedlone, Z – stanowiska zasiedlone.

Fig. 7a. Hydrological conditions of localities and occurrence of *Nehalennia speciosa* in 2010–2018 (part a – direct observations). **1.** – hydrological conditions: A – no data, B – very high water level, C – optimal water level, D – partially dried, E – completely dried, F – localities completely overgrown by forest, W – spring, L – summer/autumn. **2.** – occurrence of *Nehalennia speciosa*: X – no data, Y – absence of the species, Z – presence of the species.

W sekwencji zmian uwodnienia wyodrębnia się ekstremalnie mokry okres w latach 2010–2011, którego pochodną było też dobre uwodnienie torfowisk wiosną 2012 r. (tab. 3, ryc. 7b). Po krótkotrwałym suchym epizodzie z lata 2012 r., w roku 2013 nastąpił kolejny wzrost poziomu wody, a dobre warunki hydrologiczne utrzymywały się jeszcze wiosną 2014 r. (tab. 3, ryc. 7b). Poczynając od roku 2014, znaczne deficyty wody w okresach letnio-jesiennych występowały już regularnie na większości stanowisk (tab. 3, ryc. 7b). Największe niedobory wody odnotowano w latach 2015–2016 i 2018, przy czym ten ostatni rok wyróżniał się też relatywnie częstym występowaniem deficytów wody w okresie wiosennym (tab. 3, ryc. 7b).



Ryc. 7b. Stan hydrologiczny stanowisk (1.) oraz występowanie *Nehalennia speciosa* (2.) w latach 2010–2018 (część b – obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja). Objaśnienia jak przy [ryc. 7a](#).

Fig. 7b. Hydrological conditions of localities (1.) and occurrence of *Nehalennia speciosa* (2.) in 2010–2018 (part b – direct observations and reconstruction). Explanations as on [fig. 7a](#).

Pomimo iż przed rokiem 2010 nie śledzono uwodnienia torfowisk, to obserwacje pośrednie zgodnie wskazują, że panował wtedy relatywnie suchy okres. Przemawia za tym nagłe przełamanie panowania drzewostanów rosnących na powierzchni i/lub okrajkach torfowisk po 2010 r. i często obserwowana ekspansja torfowców w tym okresie. Również w zbiornikach nietorfowiskowych w okolicy Międzyrzecza Podlaskiego, poziom wody w latach 2010–2011 był najwyższy, odkąd autor prowadzi obserwacje (2004 r.). Przy tym maksimum z lat 2010–2011 poprzedzał też relatywnie mokry rok 2009, natomiast wcześniejsze minimum uwodnienia przypadło na suche lato 2006. Na deficyt wody w roku 2009 wskazywały także pewne cechy odonotofauny, zarejestrowane wiosną 2010 roku na stanowiskach nr 54–55: brak przedstawicieli z rodzajów *Leucorrhinia* i *Coenagrion* (nr 55) lub tylko nieliczne ich występowanie w pobliżu jednej z torfianek (nr 54). Należy przy tym podkreślić, że oba te stanowiska należały do jednych z najbardziej stabilnie uwodnionych w latach 2010–2018 ([tab. 3](#)). Zgodne są także uzyskane dla stanowisk nr 27 i 31 informacje od okolicznych mieszkańców, wskazujące na ich podsychanie przed rokiem 2010. Wzrost uwodnienia po roku 2009 jest wreszcie zgodny z wieloletnimi trendami opadowymi i z reguły dobrze zaznaczony w sekwencji torfowiskowych osadów (patrz [rozdz. VII](#)).

Dane wskazują, że apogeum rozrostu populacji *Nehalennia speciosa* we wschodniej części terenu badań przypadło na lata 2012–2014 ([tab. 4](#)). Maksimum osiągnięta w tych latach także liczba zajętych stanowisk ([ryc. 7b](#)). Z kolei po roku 2014 na skutek regularnych deficytów wody, nastąpił regres i w końcu zanik prawie wszystkich monitorowanych populacji: do roku 2018 przetrwały prawdopodobnie tylko dwie ([tab. 4](#), [ryc. 7b](#)). Chociaż dane z najbardziej mokrych lat (2010–2011) są mniej liczne, to wskazują, że populacje były w tym okresie mniejsze niż w latach 2012–2014 ([tab. 4](#)). Mniejsza w latach 2010–2011 była również liczba zajętych stanowisk ([ryc. 7b](#)). Przyczyną tej sytuacji był niewątpliwie wcześniejszy suchy okres. Zgodnie z powyższym, w latach 2010–2011 obserwowano wstępną fazę wzrostu populacji i rozprzestrzeniania się gatunku po suchym epizodzie sprzed 2010 r.

Tabela 3. Uwodnienie stanowisk *Nehalennia speciosa* (obserwacje bezpośrednie (symbol „x”) i rekonstrukcja): komórki białe – brak danych o uwodnieniu, [light gray] – uwodnienie bardzo silne, [medium gray] – uwodnienie optymalne, [dark gray] – wyschnięcie częściowe, [black] – wyschnięcie całkowite, St. – stanowisko F – stanowisko całkowicie opanowane przez las w 2010 r. lub w 2006 r. (nr 33), W – wiosna (kwiecień-czerwiec), L – lato/jesień (lipiec-październik).

Table 3. Hydrological conditions on the localities of *Nehalennia speciosa* (direct observations („x” symbol) and reconstruction): white cells – no data, [light gray] – very high water level, [medium gray] – optimal water level, [dark gray] – partially dried, [black] – completely dried, St. – locality, F – locality completely overgrown by forest in 2010 or 2006 (site no 33), W – spring (April-June), L – summer/autumn (July-October).

St.	Rok / Year																	
	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L
20					x		x									x		x
21					x		x			x					x	x	x	
22	F	F									x		x					
23		x	x				x		x	x	x	x	x					x
24					x						x							x
25		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27			x		x		x				x	x	x	x	x		x	x
28		x	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29			x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30					x				x	x		x	x				x	
31			x		x	x	x		x	x	x	x	x					x
32	F	F	x		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	
33 F											x							
34									x	x	x							
35					x	x	x			x	x	x	x					x
36	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38							x					x		x				x
39					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	F	F		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	F	F			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	F	F							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43					x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
44				x					x	x	x	x	x					x
45	F	F									x		x					x
46			x						x		x		x					x
47										x			x		x			x
48					x				x		x		x					x
49			x						x		x		x					x
50				x														
51	x			x			x				x		x					x
52	x	x								x	x		x			x	x	x
53	F	F											x		x			x
54	x						x			x	x		x		x			x
55	x						x			x	x		x		x	x		x
56									x	x	x							x

2. Kolonizacje stanowisk

We wschodniej części terenu badań stwierdzono pięć prawdopodobnych i dziewięć pewnych przypadków kolonizacji stanowisk (tab. 4). Na kolejnych pięciu stanowiskach obserwowano przynajmniej próbę kolonizacji. Frakcja stanowisk objętych kolonizacją lub choćby jej próbą stanowiła więc łącznie ok. 40–50% wszystkich stanowisk znanych w tej części badanego obszaru. Praktycznie wszystkie te przypadki były powiązane ze zmianami hydrologicz-









Tabela 4. Warunki hydrologiczne (obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja, stan na koniec sezonu) oraz występowanie *Nehalennia speciosa* (obserwacje bezpośrednie i rekonstrukcja): komórki białe – brak danych o uwodnieniu,  – uwodnienie bardzo silne,  – uwodnienie optymalne,  – wyschnięcie częściowe,  – wyschnięcie całkowite; St. – stanowisko; F – stanowisko całkowicie opanowane przez las w 2010 r. lub w 2006 r. (nr 33); *Nehalennia speciosa*: „●” – obecność gatunku (liczba imagines lub larw („L”) na transekcie), „○” – brak gatunku (na podstawie poszukiwań imagines), „●” – obecność gatunku (rekonstrukcja), „○” – brak gatunku (rekonstrukcja), * – stanowisko skolonizowane po 2009 r. (lub po 2006 r. dla nr 33), # – stanowisko prawdopodobnie skolonizowane po 2009 r., ^ – występowanie tylko jako imagines zaleciałe.

Table 4. Hydrological conditions (direct observations and reconstruction, state on the end of season) and occurrence of *Nehalennia speciosa* (direct observations and reconstruction): white cells – no data,  – very high water level,  – optimal water level,  – partially dried,  – completely dried; St. – locality; F – site completely overgrown by forest in 2010 or 2006 (site no 33); *Nehalennia speciosa*: „●” – presence of the species (amount of imagines or larvae („L”) on the transect), „○” – absence of the species (based on search of imagines during their occurrence period), „●” – presence of the species (reconstruction), „○” – absence of the species (reconstruction), * – site colonized after 2009 (or after 2006 for site no. 33), # – site probably colonized after 2009, ^ – occurrence only as allochthonic imagines.

St.	Rok / Year								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
20		●	● (30)			○	○)	○)	○)
21*/^	○)	○)	○	○)	○	● (1)			○
22*	○) F		●	●)	●)	● (200)	○	○)	○)
23#	○	○	●)	●(70)	○	○	○	○)	○)
24					●)	● (2)	○)	○)	○)
25	● (7)	● (50)	● (100)	● (9 L)	● (500)	○	○	○	○
26*	○	● (3)	●)	●)	● (60)	○	○	○	○
27	●)	● (5 L)	● (40)	● (10 L)	●)	● (1)	○	○	○
28*/^	○	○			● (2)	○	○	○	○
29#	○)	○	○	●)	● (70)	● (10)	○	○	○
30#	○)	○)		●)	● (7)	○)	○)	○)	○
31#	○)	○)		●)	● (13)	○	○	○)	○)
32*	○) F	○)		●)	● (3)	○	○	○	○
33* F				●)	● (4)	○	○)	○)	○)
34*	○)	○)		●)	● (60)	● (2 L)	○)	○)	○)
35		●)	● (8)	○	○)	○	○	○)	○
36^	○	○)	○	○	● (1)	○	○	○	○
37	● (4)	●)	●)	● (30)	● (100)	● (80)	● (5, 6 L)	● (1)	○
38				● (2)		○)	○	○)	○)
39		●)	● (60)	● (120)	● (310)	● (3 L)	○	○	○

St.	Rok / Year								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
40*	o) F	•)	• (10)	• (3)	o	o	o	o	o
41^	o) F		• (2)	• (4)	o	o	o	o	o
42^	o) F				• (1)	o	o	o	o
43		•)	• (60)	• (5 L)	• (5 L)	• (1 L)	o	o	o
44		• (8)	•)	•)	• (1)	o	o	o)	o
45*	o) F		•)	•)	•)	• (100)	o	o)	o
46	•)	• (50)	•)	•)	• (40 L)	• (5 L)	o	o)	o
47				•)	• (20)		o	o	o
48		•)	• (60)	•)	• (100)	• (2 L)	o	o)	o)
49	•)	• (3 L)	•)	•)	• (1)	• (40)	o	o)	o)
50		• (10)	•)			o)	o)	o)	o)
51		• (2)	•)	•)	• (120)	• (10)	o	o)	o
52	• (30)	•)	•)	•)	• (900)	•)	• (250)	•)	• (450)
53*	o) F			•)	• (60)		o	• (4)	o
54#	o		•)	•)	• (150)	• (150)	• (3)	o	o
55*	o		•)	•)	• (120)	• (150)	• (150)	• (300)	• (700)
56				•)	• (150)	• (2, 1 L)	o)	o)	o)

nymi po 2009 r. Zajmowanie przez *Nehalennia speciosa* nowych stanowisk było głównie wynikiem wzrostu poziomu wód, co oznaczało nie tylko lepsze uwodnienie, ale też nierzadko diametralną transformację zbiorowisk roślinnych (np. zanik lasu i ekspansje roślinności turzycowej). W kilku innych przypadkach (tab. 4, nr 21, 29–32) wzrost poziomu wody z lat 2010–2011 był jednak na tyle duży, że stanowiska te początkowo nie były dla gatunku korzystne. Zajęcie tych stanowisk wydawało się być powiązane z późniejszym (lata 2012–2014) opadaniem poziomu wody, co spowodowało korzystne dla gatunku zmiany w strukturze przestrzennej roślinności – silniejsze zwarcie, dotychczas zbyt rzadko rosnących helofitów i zmniejszenie się masywności ich liści i łodyg. Nieobecność *Nehalennia speciosa* przed rokiem 2010 wykazano najczęściej na podstawie analizy zmian siedliskowych na mapach fotograficznych, które pokazują ustąpienie zwartych drzewostanów po 2009 r. Jak już wcześniej wspomniano, tego rodzaju drzewostany uniemożliwiają bytowanie gatunku. Dodatkowo dane paleoekologiczne wskazują, że w okresie panowania drzewostanów sprzyjająca dla gatunku roślinność była zwykle niewykształcona (patrz rozdz. VII). W przypadku stanowisk, które już przed 2010 rokiem miały charakter nieleśnej przestrzeni nie można jednak rozstrzygnąć o obecności czy nieobecności gatunku: trudno bowiem orzec na podstawie map fotograficznych czy siedlisko było wówczas korzystne. Obserwacje terenowe wskazują jednak, że również część tego rodzaju stanowisk została skolonizowana dopiero po 2009 r. (tab. 4). Kierując się tym, należy przypuszczać, że liczba skolonizowanych po 2009 r. stanowisk była na badanym terenie prawdopodobnie większa niż udało się to wykazać. Z drugiej strony niektóre stanowiska były z pewnością zasiedlane przed rokiem 2010, ponieważ w tym roku wykazano już na nich rozwój larwalny. Zwraca przy tym uwagę fakt, że były to torfowiska z obecnością permanentnych zbiorników (nr 1, 3, 52) i bardzo silnie uwodnione torfowisko sfagnowe (nr 2), które po 2010 r.

uległo przekształceniu w zbiornik wodny – a więc siedliska relatywnie dobrze uwodnione w wieloletniej skali czasu.

Maksymalna odległość pomiędzy stanowiskiem nowo skolonizowanym a już zasiedlonym (pomiędzy nimi brak innych stanowisk) wyniosła na badanym terenie 7,5 km. Biorąc jednak pod uwagę, że przed 2010 r. na wielu stanowiskach *Nehalennia speciosa* nie występowała, odległości kolonizacji mogły być większe. Niezależnie od odległości, kolonizacje następowały szybko. Na często kontrolowanych stanowiskach, gatunek notowano już w ciągu pierwszych dwóch lat panowania korzystnych warunków.

3. Liczebność populacji

Jako że dane o liczebności populacji ([tab. 4](#)) pochodzą z liczeń na transektach, które zazwyczaj nie obejmowały większości powierzchni stanowiska, są one dalekie od zobrazowania całościowej wielkości populacji na tych stanowiskach. Kierując się ostrożnymi szacunkami, bazującymi na pomiarach powierzchni sprzyjającego siedliska oraz orientacyjnego zagęszczenia osobników, można jednak stwierdzić, że tutejsze populacje były w swoim maksimum nierzadko duże. Na co najmniej 12 stanowiskach (nr 1, 2, 13, 19, 22, 25, 39, 46, 49, 51, 54, 55) szacowana liczebność populacji wynosiła od tysiąca do kilku tysięcy osobników na kontrolę, a na kolejnych dwóch (nr 12 i 52) mieściła się ona w przedziale 10 000–20 000 osobników. Najliczniejszą grupę (26 stanowisk) stanowią lokalizacje z szacowaną liczebnością pomiędzy 100 a 1000 osobników (nr 4–6, 8–11, 15, 16, 18, 20, 23, 26, 27, 29, 31, 34, 37, 43, 44, 45, 47, 48, 53, 54, 61). Na pozostałych 21 stanowiskach (nr 3, 7, 14, 17, 21, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40–42, 50, 57–60), liczebność populacji prawdopodobnie nie przekraczała 100 osobników na kontrolę.

4. Podsumowanie

Uwodnienie siedlisk było na badanym terenie zmienne, zwłaszcza w części wschodniej. Wraz z tymi zmianami postępowały również zmiany rozprzestrzenienia i liczebności *Nehalennia speciosa*. Do roku 2009 *N. speciosa* utrzymywała się w części wschodniej zapewne tylko lokalnie – w pobliżu bardzo rzadkich tu niewysychających zbiorników i na niektórych, bardziej stabilnych hydrologicznie torfowiskach niezbiornikowych. Mokry okres od roku 2010, skutkujący dobrym uwodnieniem torfowisk i często daleko idącymi zmianami siedliskowymi, spowodował tu rozrost populacji i kolonizację licznych, nowych stanowisk. Warto zwrócić uwagę, że reakcja gatunku na zmiany siedliskowe była szybka – jego rozprzestrzenienie, rozpowszechnienie i liczebność populacji zdecydowanie wzrosły już 2–3 lata po rozpoczęciu okresu mokrego. Deficyty wody w latach 2014–2018 doprowadziły z kolei do wyginięcia niemal wszystkich tutejszych populacji.

Okresy mokre w zachodniej części badanego terenu potencjalnie również sprzyjają rozrostowi populacji i kolonizacji dotąd słabo uwodnionych stanowisk i ich części. Jednakże za sprawą liczego występowania permanentnych zbiorników, rozprzestrzenienie gatunku jest tu niewątpliwie mniej zależne od bieżącej sytuacji klimatycznej niż w części wschodniej.

VII. ZARYS DYNAMIKI SIEDLISK W SZERSZEJ SKALI CZASOWEJ Z WYKORZYSTANIEM UPROSZCZONYCH BADAŃ PALEOEKOLOGICZNYCH

1. Uwagi o stratygrafii i głębokości złóż

Głębokość badanych złóż biogenicznych była zróżnicowana. Na stanowiskach nr 25, 26, 29, 32, 48, 49 nie natrafiono na miejsca głębsze niż 60 cm. Podobnie płytkie były części stanowisk nr: 31, 35, 36b–c, 44a, 46, 51 (tab. 5). Ogólna stratygrafia płytkich złóż była podobna – pod górnymi słabo/silnie rozłożonymi warstwami znajdował się pokład osadów rozłożonych bardzo silnie (zwykle organiczno-mineralnych), który sięgał do podłoża mineralnego (piaski lub mułki). Głębokość złóż na pozostałych stanowiskach lub ich częściach była większa niż 60 cm, z czego miąższość powyżej 2 m stwierdzono na obiektach nr 1#, 23, 39, 40, 41.

Tabela 5. Reprezentacja przestrzenna profili torfowych na badanych stanowiskach.

Table 5. Spatial representation of the peat profiles at the studied localities.

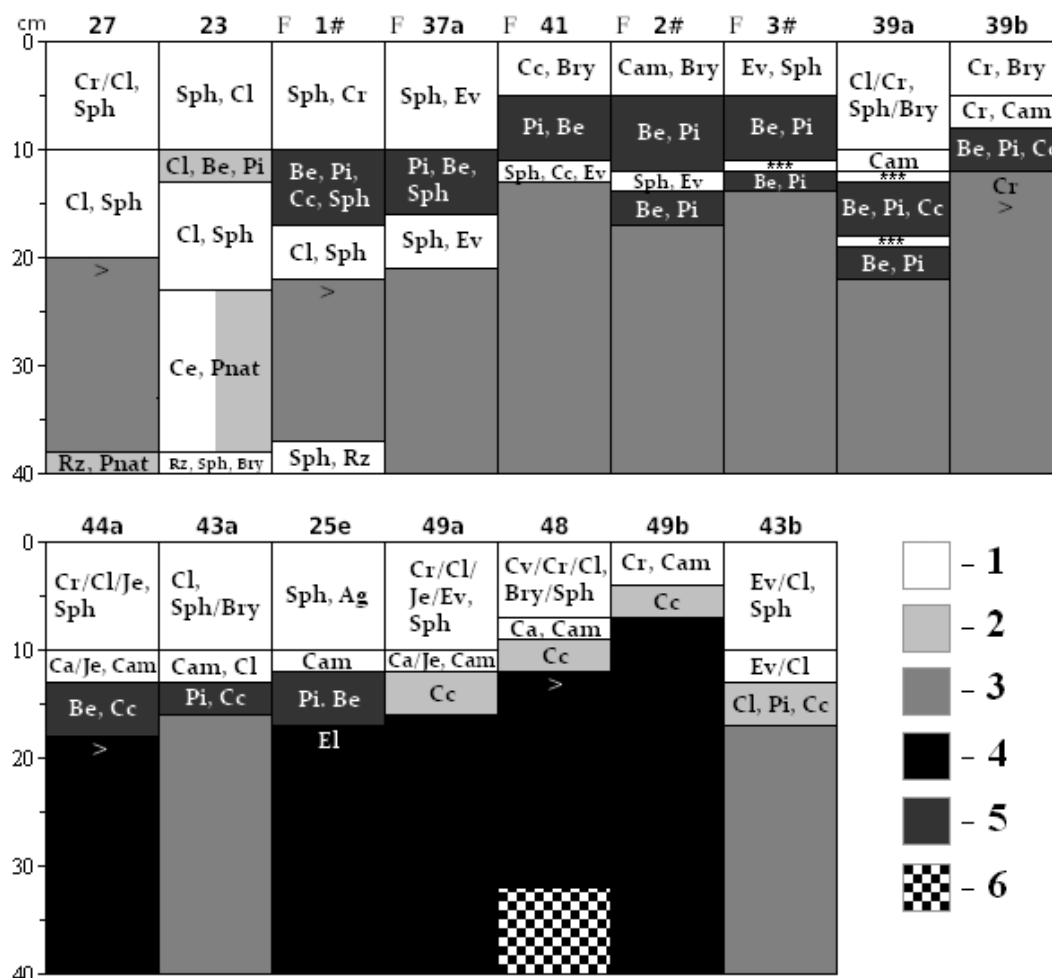
Profil /Profile	Reprezentacja / Representation
1#	Część centralna (szuwały <i>Carex rostrata</i>), las obumarł po 2010 r. Central part (<i>Carex rostrata</i> formations), forest died after 2010
2#	Część północna (szuwały <i>Calamagrostis canescens</i>), las obumarł po 2010 r. Northern part (<i>Calamagrostis canescens</i> formations), forest died after 2010.
3#	Część centralna (szuwar <i>Eriophorum vaginatum</i>), las po 2010 r. uległ przerzedzeniu Central part (<i>Eriophorum vaginatum</i> formation), forest looser after 2010.
23	Wypiętrzona część centralna (szuwały <i>Carex lasiocarpa</i>) Raised central part (<i>Carex lasiocarpa</i> formations)
25a	Część centralna (szuwały <i>Juncus effusus</i>) Central part (<i>Juncus effusus</i> formations)
25b	Część zachodnia (szuwały <i>Carex lasiocarpa</i>) Western part (<i>Carex lasiocarpa</i> formations)
25c	Część centralna (szuwały <i>Carex rostrata</i> , wariant 1) Central part (<i>Carex rostrata</i> formations, variant no. 1)
25d	Część centralna (szuwały <i>Carex rostrata</i> , wariant 2) Central part (<i>Carex rostrata</i> formations, variant no. 2)
25e	Brzeżna, zachodnia część (do 40 m od krawędzi torfowiska), szuwały <i>Agrostis canina</i> Western marginal part (to up 40 m from edge of mire), <i>Agrostis canina</i> formations
26	Większość stanowiska (szuwały <i>Juncus effusus</i>) Most of the locality (<i>Juncus effusus</i> formations)
27	Większość stanowiska (szuwały <i>Carex rostrata</i> i <i>C. lasiocarpa</i>) Most of the locality (formations of <i>Carex rostrata</i> and <i>C. lasiocarpa</i>)
29	Większość stanowiska (szuwały <i>Carex elata</i> i <i>C. vesicaria</i>) Most of the locality (formations of <i>Carex elata</i> and <i>C. vesicaria</i>)
31	Część północna (szuwały <i>Carex vesicaria</i>) Northern part (<i>Carex vesicaria</i> formations)
32	Większość stanowiska (szuwały <i>Carex vesicaria</i> i <i>Juncus effusus</i>) Most of the locality (formations of <i>Carex vesicaria</i> and <i>Juncus effusus</i>)
35	Część centralna (szuwały <i>Equisetum fluviatile</i>) Central part (<i>Equisetum fluviatile</i> formations)
37a	Wypiętrzona część centralna (szuwały <i>Eriophorum vaginatum</i>), las obumarł po 2010 r. Raised central part (<i>Eriophorum vaginatum</i> formations), forest died after 2010.
37b	Okrajek północny (szuwały <i>Carex rostrata</i>) Northern lagg (<i>Carex rostrata</i> formations)

Tabela 5 cd.

Profil /Profile	Reprezentacja / Representation
37c	Okrajek północny (szuwary <i>Juncus effusus</i>) Northern lagg (<i>Juncus effusus</i> formations)
39a	Część północna i centralna (szuwary <i>Carex lasiocarpa</i> i <i>C. rostrata</i>) Northern and central part (formations of <i>Carex lasiocarpa</i> and <i>C. rostrata</i>)
39b	Część południowa (szuwary <i>Carex rostrata</i>) Southern part (<i>Carex rostrata</i> formations)
40	Większość stanowiska (szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i>), las obumarł po 2010 r. Most of the locality (<i>Eriophorum vaginatum</i> formations), forest died after 2010.
41	Większość stanowiska (szuwary <i>Carex canescens</i>), las obumarł po 2010 r. Most of the locality (<i>Carex canescens</i> formations), forest died after 2010.
43a	Część południowa (szuwary <i>Carex lasiocarpa</i>) Southern part (<i>Carex lasiocarpa</i> formations)
43b	Część północna (szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i> z domieszką <i>Carex lasiocarpa</i>) Northern part (formations of <i>Eriophorum vaginatum</i> with <i>Carex lasiocarpa</i> admixture)
44a	Część zachodnia (szuwary <i>Juncus effusus</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>C. vesicaria</i>) Western part (formations of <i>Juncus effusus</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>C. vesicaria</i>)
44b	Część wschodnia (szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i>), średnio gęsty las obumarł po 2010 r. Eastern part (<i>Eriophorum vaginatum</i> formations), moderately dense forest died after 2010.
46	Część zachodnia (szuwary <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. vesicaria</i>) Western part (formations of <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. vesicaria</i>)
48	Większość stanowiska (szuwary <i>Carex vesicaria</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i>) Most of the locality (formations of <i>Carex vesicaria</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i>)
49a	Część południowo-wschodnia (szuwary <i>Carex rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i>) South-eastern part (formations of <i>Carex rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i>)
49b	Część południowo-wschodnia (niewielki, podsychający zbiornik) South-eastern part (small dried waterbody)
49c	Część zachodnia (partie dalsze brzegu). Szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i> . Średnio gęsty las obumarł po 2010 r. Western part (areas closer from the mire edge). <i>Eriophorum vaginatum</i> formations. Moderately dense forest died after 2010.
49d	Część zachodnia (partie bliższe brzegu). Szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i> . Las obumarł po 2010 r. Western part (areas farer from the mire edge). <i>Eriophorum vaginatum</i> formations. Forest died after 2010.
51	Część północno-wschodnia (szuwary <i>Eriophorum vaginatum</i>) North-eastern part (<i>Eriophorum vaginatum</i> formations)

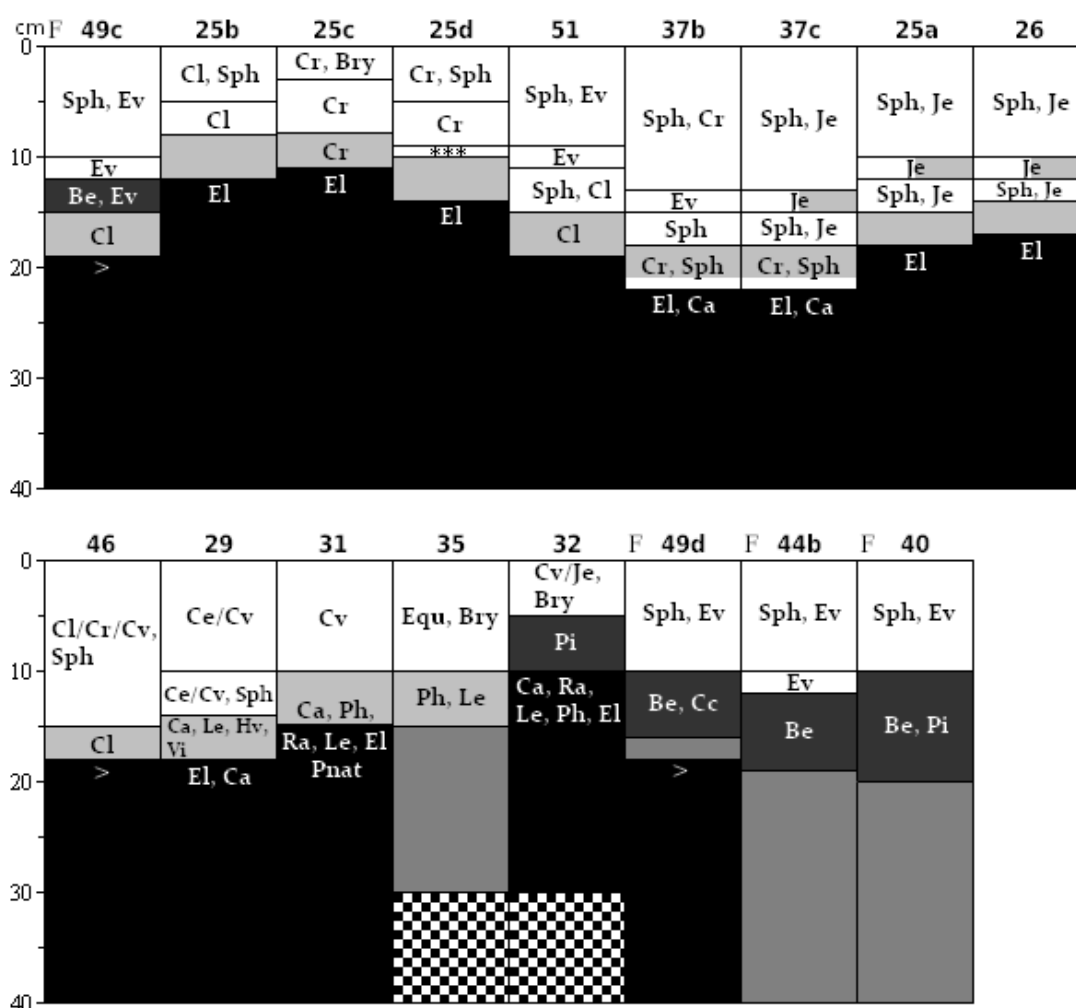
Wśród złóż biogenicznych o miąższości powyżej 2 m, generalną stratygrafię rozpoznano na obiektach nr 39–41. Bardzo silnie rozłożone utwory organiczne (ryc. 8a-b), przechodziły poniżej 30 cm w torfy stopniowo coraz słabiej rozłożone. Słabo i średnio rozłożone torfy miały postać zielno-sfagnową, trzcinowo-turzycowo-sfagnową i trzcinowo-sfagnową. Najmniejszy stopień rozkładu wykazywała najniżej położona warstwa torfu (na głębokości ok. 130–170 cm). Zalegała ona na gytii drobnodetrytusowej (miąższości do ok. 40 cm), przechodzącej głębiej w mułki. W płytszych częściach tych stanowisk (poniżej 1 m) cały profil torfu – poza najmłodsza, górną warstwą – był wysoce rozłożony i zalegał bezpośrednio na piaskach lub mułkach.

2. Osady o wysokim stopniu rozkładu



Ryc. 8a. Stratygrafia i komponenty roślinne profili torfowych, część a: 1 – słabo/średnio rozłożony torf, 2 – silnie rozłożony utwór organiczny, 3 – bardzo silnie rozłożony utwór organiczny, 4 – bardzo silnie rozłożony utwór organiczno-mineralny, 5 – materia drzewna, 6 – utwór mineralny, F – las obumarł lub został przerzedzony po 2010 r. Składniki roślinne: Sph – *Sphagnum*, „***” – *Sphagnum*, Bry – *Bryophyta*, Pi – *Pinus sylvestris*, Be – *Betula*, Rz – roślinność zielna, Ca – *Carex* sp./spp. (z wyjątkiem *C. canescens*), [Carex: Cr – *rostrata*, Cv – *vesicaria*, Cl – *lasiocarpa*, Ce – *elata*, Cc – *canescens*], Ev – *Eriophorum vaginatum*, Equ – *Equisetum fluviatile*, Je – *Juncus effusus*, Cam – *Calamagrostis canescens*, Ag – *Agrostis canina*, Ph – *Phalaris arundinacea*, Hv – *Hydrocotyle vulgaris*, Le – *Lycopus europaeus*, Vi – *Viola* sp., Ra – *Ranunculus* sp., El – *Eleocharis* sp., Pnat – *Potamogeton natans*, „>” – nieliczne mikroszczątki drzewne.

Fig. 8a. Peat profiles stratigraphy and plant components, part a: 1 – weakly/moderately decomposed peat, 2 – highly decomposed organic material, 3 – completely decomposed organic material, 4 – completely decomposed organic-mineral material, 5 – woody material, 6 – mineral material, F – forest become dead or thinning after 2010. Plant components: Sph – *Sphagnum*, „***” – *Sphagnum*, Bry – *Bryophyta*, Pi – *Pinus sylvestris*, Be – *Betula*, Rz – herbaceous plants, Ca – *Carex* sp./spp. (except of *C. canescens*), [Carex: Cr – *rostrata*, Cv – *vesicaria*, Cl – *lasiocarpa*, Ce – *elata*, Cc – *canescens*], Ev – *Eriophorum vaginatum*, Equ – *Equisetum fluviatile*, Je – *Juncus effusus*, Cam – *Calamagrostis canescens*, Ag – *Agrostis canina*, Ph – *Phalaris arundinacea*, Hv – *Hydrocotyle vulgaris*, Le – *Lycopus europaeus*, Vi – *Viola* sp., Ra – *Ranunculus* sp., El – *Eleocharis* sp., Pnat – *Potamogeton natans*, „>” – small amounts of woody microremains.



Ryc. 8b. Stratygrafia i komponenty roślinne profili torfowych, część b. Objaśnienia jak przy [ryc. 8a](#).

Fig. 8b. Peat profiles stratigraphy and plant components, part b. Explanations as on [fig. 8a](#).

Wyróżnić można dwie zasadnicze grupy osadów wysoce rozłożonych, wykazanych na terenie badań: A) osady organiczno-mineralne o barwie czarnej, najczęściej z widocznymi makroskopowo ziarnami piasku; B) osady organiczne o barwie brunatnej do niemal czarnej.

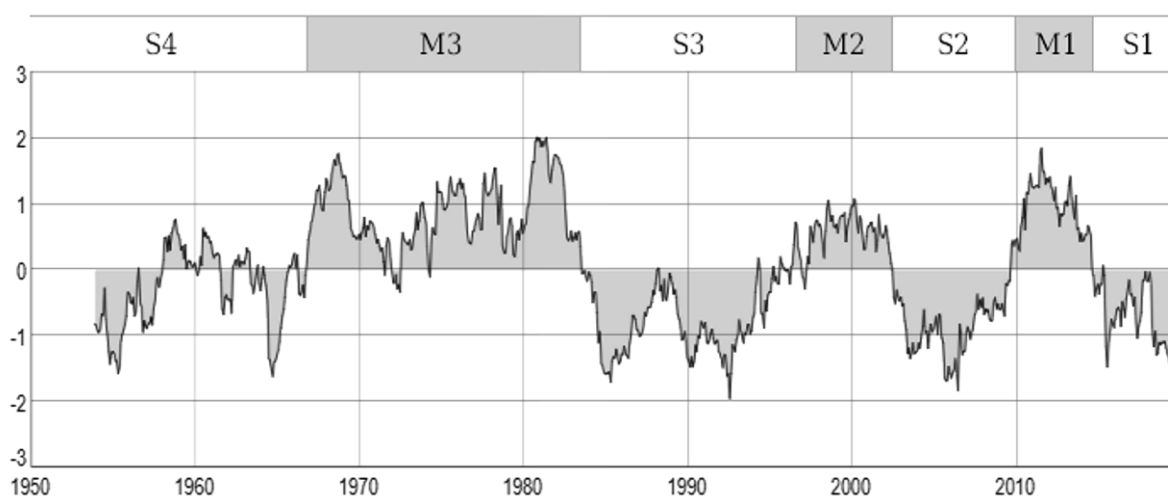
W obu typach osadów zazwyczaj występowały wioślarki Cladocera i okrzemki Bacillariophyta. W większości osadów typu A) stwierdzano nieliczne sporomorfy *Sphagnum*. Czasem notowano też nieliczne fragmenty liści *Sphagnum* i innych mchów. W osadach typu B) sporomorfy *Sphagnum* były nierzadko liczne (jednak na stanowisku nr 35 nie wykazano ich w ogóle). Porównywalnie częściej niż w osadach typu A) stwierdzano też fragmenty liści *Sphagnum* i innych mchów, niekiedy były one liczne. W bardzo silnie rozłożonych stropowych warstwach osadów typu A) i B), w części przypadków wykazywano nieliczne mikroszczałki drzewne, takie jak kora nadziemna i podziemna, płytki perforacyjne drewna brzozy, aparaty szparkowe igieł sosny („>” na [ryc. 8a-b](#)). W obu typach osadów wykazywano niekiedy endokarpy *Potamogeton natans* L., wskazujące na przynajmniej krótkotrwałą obecność otwartego lustra wody. Jednakże inwentarz mikroform w tychże osadach (w tym brak glonów bez krzemionkowej inkrustacji), a także częste zaleganie osadów w bardzo płytkich nieckach, nie wskazują na ich typowo zbiornikowe pochodzenie.

3. Botaniczne wskaźniki deficytów wody

Do wskaźników takich zaliczono drzewa (*Betula* spp. i *Pinus sylvestris* L.) oraz kilka gatunków roślin zielnych: *Calamagrostis canescens*, *Carex canescens*, *Phalaris arundinacea*, *Hydrocotyle vulgaris* L., *Lycopus europaeus* L., *Viola* sp., *Ranunculus* sp. (prawdopodobnie *Ranunculus acris* L.). Na preferencje tych roślin w kierunku siedlisk słabo uwodnionych, wskazywała ich liczna obecność tylko na krótkotrwale podtapianych obrzeżach torfowisk lub wyższych wyniosłościach w trakcie korzystnych warunków uwodnienia oraz ich wyraźna ekspansja na właściwą powierzchnię torfowisk podczas deficytów wody. Jedynie w przypadku *Viola* sp. i *Ranunculus* sp. – gatunków nieobserwowanych na stanowiskach współcześnie, wnioskowanie o roli wskaźnikowej opierało się na innych cechach: niskorostości (u *Viola* sp.) oraz preferencji w kierunku łąk podmokłych, niezalanych permanentnie (u *Ranunculus* sp., prawdopodobnie *R. acris*). Ze wszystkich tych gatunków, nieco wyższą tolerancję na okresowy wzrost uwodnienia można przypisać *Calamagrostis canescens*, ponieważ jego zanikanie spowodowane wysokim poziomem wody było stopniowe, rozciągnięte na kilka lat.

4. Interpretacja wyników i próba datowania względnego

Zebrany materiał wskazuje na znaczną niestabilność uwodnienia badanych stanowisk w ciągu ostatnich ok. 150 lat, u której podłoża leżą prawdopodobnie głównie czynniki klimatyczne, przede wszystkim wieloletnia zmienność rocznych sum opadów. W konsekwencji występowanie *Nehalennia speciosa* we wschodniej części terenu badań miało w tym okresie prawdopodobnie charakter fluktuacyjny, a jedną z takich fluktuacji było niedawne, obfite występowanie gatunku po roku 2009 oraz jego regres po roku 2014. Pomimo niepewności związanych z datowaniem osadów można stwierdzić, że: 1) ze względu na powszechne występowanie botanicznych wskaźników deficytów wody oraz osadów o wysokim stopniu rozkładu – w analizowanym okresie nieprawdopodobne jest trwałe występo-



Ryc. 9. Średnie wartości 48-miesięcznego wskaźnika standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (SPEI-48) na badanym obszarze. M – fazy mokre, S – fazy suche. Źródło: SPEI Global Drought Monitor (www.spei.csic.es).

Fig. 9. Mean values of the 48-months Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI-48) in the study area. M – wet phases, S – dry phases. Source: SPEI Global Drought Monitor (www.spei.csic.es).

wanie *N. speciosa* na którymkolwiek z badanych stanowisk, 2) podobnie korzystny dla gatunku okres, jak ten w mokrych latach 2010–2013, prawdopodobnie miał poprzednio miejsce w I połowie XX wieku, 3) część ze stanowisk była niezdatna do zasiedlenia przez wiele dziesięcioleci ze względu na długotrwałą obecność zwartych drzewostanów. Na podstawie materiałów meteorologicznych, w tym wskaźnika standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego SPEI (ryc. 9), materiałów kartograficznych, wieku drzewostanów oraz obserwacji terenowych, wyróżniono na badanym terenie cztery okresy mokre i pięć suchych:

- S1 – faza sucha z lat 2014–2018. Podczas jej trwania na części torfowisk zapoczątkowana została ekspansja drzew.
- M1 – faza mokra z lat 2010–2013. Okres bardzo silnego wzrostu poziomu wód i masowego obumierania drzewostanów. Ich najstarsze płyty osiągały wiek ponad 80 lat, co sugeruje, że przynajmniej lokalnie, od ponad 80 lat podtopienie nie było tak wysokie/długotrwałe jak w latach 2010–2013.
- S2 – faza sucha z lat 2002–2009. Podczas jej trwania deficyty wody najprawdopodobniej nie były tak duże, jak w fazie S1. Na dwóch kontrolowanych w 2010 r. stanowiskach (nr 51 i 54) obserwowano pochodzący z tego okresu „nalot” brzozaowy.
- M2 – faza mokra z przełomu lat 90. i 2000. Zaznaczyła się jako podtopienie części torfowisk badanego terenu, widoczne na zdjęciach z satelitów Landsat (Google Earth 2020, seria z lat 1984–2016). Na obszarze Polski wystąpił wówczas, lokalnie mniej lub bardziej silny wzrost rocznych sum opadów (np. NIEDŹWIEDŹ i in. 2009, PODSTAWCZYŃSKA 2010, BARTCZAK i in. 2013, WOŹNIAK 2013, MIĘSIĄK-WÓJCIK i in. 2014). Pomimo niskiej szczegółowości zdjęć satelitarnych wskazać można, że opisywany wzrost uwodnienia był na badanym terenie relatywnie nieduży i nie spowodował większych zmian w rozprzestrzenieniu torfowiskowych drzewostanów – prawdopodobnie tylko lokalnie doszło do ich przerzedzenia. O fazie tej w kontekście torfowisk, donosi także ze wschodniego Mazowsza STOLARZ (2011, 2012). Autor ten obserwował wówczas masowe zamieranie drzew na torfowisku Macierowe Bagno i lokalne na torfowisku Bagno Jacka. W obu tych przypadkach wzrost poziomu wód był mniejszy niż w fazie M1 z lat 2010–2013, podczas której na Macierowym Bagnie wykształciło się otwarte lustro wody, a na Bagnie Jacka zamieranie drzew wystąpiło na całym obszarze.
- S3 – faza sucha, zapoczątkowana prawdopodobnie pomiędzy początkiem a połową lat 80. i trwająca do roku 1997. Związana z widoczną w różnych częściach kraju, spadkową tendencją rocznych sum opadów (np. STYSZYŃSKA 2001, DUBICKI i in. 2002, NIEDŹWIEDŹ i in. 2009, PODSTAWCZYŃSKA 2010, BARTCZAK i in. 2013, WOŹNIAK 2013, MIĘSIĄK-WÓJCIK i in. 2014). Na torfowiskach badanego terenu zainicjowana została wówczas częściowa lub niekiedy całkowita (powierzchniowo) ekspansja drzewostanów, których przyrost nie został przełamany w fazie M2, dlatego dotrwały one do roku 2010 (Google Earth 2020). Na stanowiskach nr 22, 32, 33, 53 wzrost większości z obumarłych po roku 2010 drzew został zainicjowany właśnie w tym okresie.
- M3 – kompleks okresów mokrych, rozciągający się prawdopodobnie na przestrzeni końca lat 60. do początku lat 80. Związany z widoczną w różnych częściach kraju rosnącą tendencją rocznych sum opadów (np. JOKIEL, KOŹUCHOWSKI 1989; STYSZYŃSKA 2001; DUBICKI i in. 2002; NIEDŹWIEDŹ i in. 2009; PODSTAWCZYŃSKA 2010; BARTCZAK i in. 2013; WOŹNIAK 2013; MIĘSIĄK-WÓJCIK i in. 2014). Rosnące w tym okresie uwodnienie zapewne spowodowało zanik drzewostanów na części torfowisk badanego terenu, na co wskazuje ich mniejsze rozprzestrzenienie na zdjęciach satelitarnych z lat 80. w porównaniu z latami 2000–2010

(Google Earth 2020). Wzrost uwodnienia w tym okresie był większy niż w fazie M2, jednak zapewne mniejszy niż w fazie M1, na co wskazuje obumieranie podczas fazy M1 drzewostanów starszych niż 50 lat. Podobny przebieg zdarzeń obserwował STOLARZ (2011) na torfowisku Bagno Jacka, gdzie zamieranie drzewostanów wystąpiło na dużą skalę w latach 70. (faza M3), lokalnie w roku 2000 (M2) oraz na całym obszarze w latach 2010–2011 (M1).

- S4 – faza sucha z apogeum w latach 50. Związana z okresem generalnego spadku rocznych sum opadów w kraju (np. KACZOROWSKA 1962; JOKIEL, KOŻUCHOWSKI 1989; STYSZYŃSKA 2001; DUBICKI i in. 2002; NIEDŹWIEDŹ i in. 2009; PODSTAWCZYŃSKA 2010; BARTCZAK i in. 2013; WOŹNIAK 2013). Na badanym terenie znaczna część z obumarłych po roku 2010 drzewostanów zapoczątkowała swój wzrost właśnie w tym okresie.
- M4 – faza mokra z pierwszej połowy XX wieku. Jej dokładny przebieg i umiejscowienie w czasie nie są znane. Na jej obecność wskazuje sytuacja na mapach z lat 30., gdzie bardzo liczne torfowiska widnieją jako nieleśna przestrzeń lub niekiedy jako zbiorniki wodne (tab. 2). Niewielkie rozprzestrzenienie torfowiskowych drzewostanów i obecność otwartych zbiorników wskazuje, że maksymalny wzrost uwodnienia był w tym okresie co najmniej podobny, a prawdopodobnie jeszcze większy niż w fazie M1 z lat 2010–2013. Opisywana faza jest trudna do skorelowania z lokalnymi krzywymi opadowymi, ze względu na ich zmienność. Niemniej JOKIEL i KOŻUCHOWSKI (1989), podsumowując generalne trendy opadów w Polsce w XX wieku wskazują, że „w okresie tym można zaobserwować dwie fazy oceanizacji klimatu – na początku XX wieku oraz w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych. Rozdziela je faza zwiększonego kontynentalizmu, której szczyt przypada na lata trzydzieste, uwzględniając klimatyczne czynniki kontynentalizmu lub na lata pięćdziesiąte, biorąc pod uwagę najniższe sumy opadów w Polsce”. Przytoczony wyżej generalny trend jest zatem wysoce zgodny z wnioskowaniem dla terenu badań na podstawie map.
- S5 – hipotetyczna faza sucha z II połowy XIX wieku. Jej obecność sugeruje duże rozprzestrzenienie torfowiskowych drzewostanów na mapach niemieckich z początku XX wieku (tab. 2), które bazują na starszych mapach rosyjskich z II połowy XIX wieku.

Ze względu na niepewności związane z datowaniem osadów starszych niż te z XXI wieku, zamieszczona poniżej próba ich korelacji z poszczególnymi fazami klimatycznymi ma charakter wyłącznie przypuszczalny i w znacznej mierze zgeneralizowany, dlatego może być obarczona błędami.

Faza S1 – okres deficytów wody i powszechnego zaniku populacji *Nehalennia speciosa*. Na niektórych stanowiskach zainicjowana została wtedy ekspansja roślinności typowej dla słabego uwodnienia: *Betula* spp. i *Pinus sylvestris*, miejscami w parze z *Carex canescens* (nr 23, 37, 39–42, 44, 45), *Calamagrostis canescens* (nr 24, 39, 43, 44, 46, 48), *Phalaris arundinacea* (nr 32, 35), *Lycopus europaeus* (nr 20, 29, 30–32, 35), *Hydrocotyle vulgaris* (nr 29), przy czym wycofanie się *N. speciosa* następowało jeszcze zanim nastąpiło liczne wkraczanie wyżej wymienionych roślin.

Faza M1 – okres silnego wzrostu poziomu wód, ekspansji zbiorowisk z udziałem torfowców oraz szerokiego rozprzestrzenienia *Nehalennia speciosa*. Na stanowiskach lub ich fragmentach, które przed 2010 r. były opanowane przez zwarty drzewostan, opisywaną zmianę warunków uwodnienia dokumentuje górna warstwa słabo rozłożonego torfu, zalegająca bezpośrednio na materii drzewnej (ryc. 8a–b. profile: 1#, 37a, 41, 2–3#, 32, 49d, 40). Warstwa utworów ze *Sphagnum* osiągała przy tym miąższość ok. 5–10 cm. Podobnej miąższości górną (świeżą)

warstwę torfów ze *Sphagnum* wykazano też na szeregu stanowisk, które były nieleśne przed 2010 r. (ryc. 8a–b). Warstwa ta odłożyła się po roku 2009, na co wskazuje również fakt znajdowania jej w miejscach, gdzie *Sphagnum* nie występowały jeszcze w 2010 r. Należy sądzić, że pierwsza warstwa torfu na większości stanowisk odłożyła się po 2009 r. i odpowiada wzrostowi uwodnienia w tym okresie. Do wyjątków należy tu z pewnością profil nr 49b, gdzie warstwa ta nie była wykształcona oraz profil nr 46, gdzie granica tej warstwy zdawała się być niewyodrębniona (ryc. 8a–b). Warstwy z opisywanej fazy charakteryzują się zasadniczo brakiem roślin wskazujących na deficyty wody (z wyjątkiem słabiej uwodnionych stanowisk nr 2# i 41, które jednak nie były miejscem rozwoju *N. speciosa*). Warstwa torfu odłożona po 2009 r. zalegała w większości przypadków na utworach innego rodzaju: zielnych bez mszaków, silnie rozłożonych i drzewnych (ryc. 8a–b), co odzwierciedla mniejsze uwodnienie przed 2010 r.

Prawdopodobnie podczas faz S2, M2 i S3, na większości z nieleśnych wówczas stanowisk zachodziła powolna akumulacja szczątków helofitów (bez *Sphagnum*), nierzadko z udziałem *Calamagrostis canescens*, a na stanowisku nr 35 także *Phalaris arundinacea* – traw wskazujących na deficyty wody i generalnie niekorzystne warunki dla *Nehalennia speciosa* (ryc. 8a–b). Warstwy helofitów sięgające tego okresu były zazwyczaj słabo rozłożone i zalegały pod górną warstwą torfu z fazy M1 (ryc. 8a–b). Ze względu na raczej nieduży wzrost uwodnienia w fazie M2, prawdopodobnie w większości przypadków nie zapisała się ona w sekwencji osadów, ograniczając jedynie ewentualną ekspansję drzew na stanowiska nieleśne. Do wyjątków mogą tu jednak należeć profile 49c i 44b, gdzie zalegająca na materii drzewnej, cienka warstwa szczątków *Eriophorum vaginatum* mogła odłożyć się na skutek przeredzenia drzewostanów podczas tej fazy (ryc. 8b). Należy przypuszczać, że rozprzestrzenienie *N. speciosa* było na przestrzeni faz S2, M2 i S3 generalnie małe, z nieznacznym jego wzrostem w fazie M2.

Prawdopodobnie na mokrą fazę M3 przypada widoczna w wielu profilach zmiana charakteru deponowanych osadów: z silnie rozłożonych na słabo rozłożone (ryc. 8a–b), przy czym do wyjątków należą tu dwa profile z torfowisk niskich (ryc. 8b: 31 i 35), gdzie pokład osadów silnie rozłożonych zapewne obejmuje również fazy S3, M2 i S2. Podczas fazy M3 na kilku badanych stanowiskach i ich częściach doszło do przełamania panowania drzewostanów, które od tego czasu pozostały już nieleśne do współczesności (ryc. 8a, profile 39a–b, 44a, 43a, 25e). Zgodnie z przyjętym datowaniem, wzrost uwodnienia w fazie M3 zapoczątkował w większości przypadków akumulację szczątków helofitów (głównie *Carex* spp. i *Calamagrostis canescens*, ryc. 8a–b), a w niektórych przypadkach również utworów sfagnowych, co obrazuje: a) cienka wstawka *Sphagnum* na górnym poziomie materii drzewnej w profilu 39a (ryc. 8a), b) cienka wstawka *Sphagnum* w profilu 25d (ryc. 8b), c) drugi (wewnętrzny) poziom słabo rozłożonego torfu sfagnowego w profilach 51, 37b–c, 25a, 26 (ryc. 8b). Rozprzestrzenienie *Nehalennia speciosa* podczas fazy M3 mogło być potencjalnie umiarkowane – większe niż podczas fazy M2, jednak mniejsze niż podczas fazy M1.

Geneza obecnych w wielu profilach warstw silnie rozłożonych (ryc. 8a–b) jest hipotetycznie związana z dużymi deficytami wody podczas fazy S4 oraz późniejszymi fazami suchymi. Chociaż materiał je budujący pochodzi zapewne głównie z mokrej fazy M4, to podczas fazy S4 i późniejszych faz suchych nastąpił jej wtórny rozkład. Podczas fazy S4 przypuszczalnie nastąpiła silna ekspansja drzewostanów, inicjująca akumulację większości z obecnych w profilach poziomów materii drzewnej (ryc. 8a–b). Do wyjątków należą tu prawdopodobnie starsze niż omawiana faza, dolne warstwy tej materii w profilach 2#, 3# i 39a (ryc. 8a) oraz dolna część pokładu drzewnego w profilu 40 (ryc. 8b). Innym wyjątkiem jest stanowisko nr 32, gdzie warstwa drzewna została zainicjowana podczas fazy S3 (ryc. 8b). Oprócz tego w fazie S4 zaznacza się też obecność typowych dla deficytów wody roślin

zielnych. Na torfowiskach o niskiej żyzności była to *Carex canescens*, której orzeszki stanowiły częsty komponent warstw drzewnych i znaleziono je także na kilku stanowiskach w warstwach silnie rozłożonych (ryc. 8a, profile 49a–b, 48, 43b). Na torfowiskach o wyższej żyzności były to *Hydrocotyle vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Phalaris arundinacea*, *Ranunculus* sp., *Viola* sp. (ryc. 8b, profil 29 i prawdopodobnie część ze znalezisk w profilach 31, 35, 32). Ze względu na potencjalnie duże deficyty wody, rozprzestrzenienie *Nehalennia speciosa* było w fazie S4 przypuszczalnie bardzo małe.

Jak obrazują mapy z lat 30. XX wieku, podczas mokrej fazy M4 zdecydowana większość torfowisk była nieleśna, a na niektórych z nich obecne było otwarte lustro wody. Zakumulowany podczas tej fazy materiał wykazuje zróżnicowany stopień rozkładu – od słabego do bardzo silnego, przez co przechowuje różną, często tylko szczątkową ilość informacji o paleośrodowisku. Jak już wspomniano wyżej, obecne na wielu stanowiskach wzmożone rozkładanie się tego materiału można przypisać zjawisku rozkładu wtórnego, mającego miejsce podczas późniejszych faz suchych, czemu mógł sprzyjać także jego skład – bazujący w większości przypadków raczej na helofitach, aniżeli odporniejszych na rozkład mszakach. Fazie M4 przypisać można warstwy słabo rozłożonego torfu pod pierwszym poziomem materii drzewnej (ryc. 8a, profile 1#, 37a, 41, 2–3#). Na ich pochodzenie z tego okresu wskazuje fakt, że były one obecne pod drzewostanami starszymi niż 50 lat (licząc od ich zamarcia w 2011 roku). W profilach 2# i 3# warstwy te występowały jako wstawka rozdzielająca dwa poziomy materii drzewnej. Podobna sytuacja występowała w profilu 39a (ryc. 8a), gdzie drzewostany wycofały się jednak na długo przed rokiem 2011 – w fazie M3. Z fazy M4 pochodzi zapewne większość warstw rozłożonych silnie. Na niektórych stanowiskach faza M4 znajduje się też całkowicie w stropach warstw rozłożonych bardzo silnie (np. profile 39b, 43a, 32, 49d, 44b, ryc. 8a–b). Można przypuszczać, że akumulacja torfów w fazie M4 była poprzedzona epizodem ekstremalnie wysokich stanów wód, który na części ze stanowisk doprowadził do degradacji ówczesnej roślinności, pojawienia się otwartego lustra wody oraz odstąpienia osadów. Sugeruje to dość częsta obecność *Eleocharis* sp. w stropach warstw bardzo silnie rozłożonych, rzadko także *Potamogeton natans* (ryc. 8a–b). Pierwsza z tych roślin nie była współcześnie obserwowana na badanych stanowiskach, jednak na badanym terenie zauważono jej preferencje w kierunku podłoża odstąpiętych, zwłaszcza organiczno-mineralnych i mineralnych, takich jak zalane drogi gruntowe na obrzeżach torfowisk i żwirownie. Z kolei obecność *P. natans* jednoznacznie wskazuje na funkcjonowanie otwartych przestrzeni wodnych. Zebrany materiał sugeruje, że wzrost uwodnienia w fazie M4 był generalnie większy niż podczas wszystkich późniejszych faz mokrych. Rozprzestrzenienie *Nehalennia speciosa* w fazie M4 mogło być potencjalnie podobnie duże jak w fazie M1.

Fazę S5 wyodrębniono na podstawie znacznego rozpowszechnienia torfowiskowych drzewostanów na mapach z początku XX wieku, które bazują na starszych mapach rosyjskich z II połowy XIX wieku. Z wyjątkiem profili 2#, 3#, 39a, nie znaleziono jednak jednoznacznych dowodów na obecność drzewostanów, które można byłoby datować na ten okres. Materii drzewnej mogącej pochodzić z tego okresu zazwyczaj nie znaleziono w ogóle albo występowała ona jedynie w postaci nielicznych mikroszcątków (w stropie osadów bardzo silnie rozłożonych – patrz ryc. 8a–b). Istnieją dwa możliwe wyjaśnienia tej sytuacji: 1) materiał drzewny z tej fazy na większości stanowisk uległ do czasów współczesnych niemal całkowitemu rozkładowi, stanowiąc obecnie składnik amorficznej materii stropowych części poziomów bardzo silnie rozłożonych, w większości niemożliwy do oznaczenia wizualnie, 2) – mapy z początku XX wieku dla części ze stanowisk nie przedstawiają rzeczywistej sytuacji.

Znamiennym jest jednak, że niemal na każdym stanowisku wykazano znacznej miąższości (>10 cm) pokład osadów bardzo silnie rozłożonych (organicznych lub organiczno-mineralnych), który w części przypadków znajdował się pomiędzy utworami o mniejszym rozkładzie (np. profile: 27, 1#, [ryc. 8a](#)). Jedynym od tego odstępstwem jest stanowisko nr 23, gdzie podobny pokład (na głębokościach 23–38 cm) był rozłożony średnio lub silnie ([ryc. 8a](#)). Obecność takich pokładów wyklucza stabilne warunki siedliskowe. Ich powstanie mogło być następstwem bardzo licznych, występujących na przemian faz suchych i mokrych lub skutkiem długotrwałego obniżenia się poziomu wody.

Botaniczne wskaźniki deficytów wody oraz warstwy o wysokim stopniu rozkładu, wykazywano zarówno na stanowiskach zmeliorowanych, jak i niedotkniętych takimi zabiegami, co przy często podobnej sekwencji osadów wskazuje, że główną przyczyną zmienności uwodnienia badanych stanowisk były – przynajmniej od XX wieku – czynniki klimatyczne. Natomiast powszechna obecność bardzo silnie rozłożonych osadów o znacznej miąższości, wynika być może głównie z przyczyn naturalnych, takich jak wpływy klimatu kontynentalnego, większe wahnięcia klimatyczne (np. mała epoka lodowcowa), zaawansowane stadium wypełnienia niecek osadami i często mała ich głębokość. Mogły się do niej jednak przyczynić przeprowadzone dawniej na szeroką skalę melioracje dolin, które być może miały również pośrednio wpływ na stosunki wodne wysoczyzn.

VIII. DYSKUSJA

1. Stan wiedzy o wybiórczości siedliskowej

Nehalennia speciosa zasiedla płytkie, ciepłe, mało żyzne, najczęściej kwaśne wody z roślinnością niskoszuwarową o względnie smukłych pędach i specyficznej strukturze przestrzennej, co jest obserwowane w całym zasięgu gatunku (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; FIORENZA, PECILE 2009; BERNARD, KOSTERIN 2010; DEHONDT i in. 2010; KARLSSON 2011; KALNINŠ i in. 2011; MANCI 2012; BERNARD, KALKMAN 2015). Dane z terenu badań nie odbiegają od powyższego obrazu. Uzupełniają jednak istotnie stan wiedzy o zasiedlanym przez *N. speciosa* spektrum siedliskowym, zwłaszcza w Polsce.

Zgodnie z przyjętą w tej pracy metodyką ([rozdz. III](#)), do roku 2007 znano w Polsce 69 stanowisk *Nehalennia speciosa* (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). W ciągu kolejnych dziesięciu lat ich liczba wzrosła do 168, zatem o ponad 140% (KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; EBS 2008; BERNARD i in. 2009; CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; KONOPKO 2011; BUCZYŃSKI i in. 2012; MICHALCZUK 2012; MISZTA i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI i in. 2014; KRAJEWSKI i in. 2014; ŁUKASIK 2014; BUCZYŃSKI 2015; STAŚKOWIAK 2015; WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; JĘDRO i in. 2017; LIBERSKI i in. 2017; dane w tej pracy). Stanowiska na terenie badań stanowią 33% wszystkich znanych krajowych lokalizacji.

Przedstawione w roku 2007 spektrum siedliskowe gatunku w Polsce (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008) wykazywało następujące cechy: 1) iglicę podawano najczęściej z naturalnych zbiorników dystroficznych otoczonych płem sfagnowym, a zdecydowanie rzadziej z torfowisk (zasadniczo sfagnowych) bez większych wyodrębnionych zbiorników oraz siedlisk wtórnych, 2) niemal wszystkie stanowiska były otoczone lasem, 3) wiodącymi składnikami roślinnymi były najczęściej *Carex lasiocarpa* i *Carex limosa* L., wyraźnie rzadziej *Carex rostrata* oraz wyjątkowo *Rhynchospora alba* (L.) VAHL., *Equisetum fluviatile* i *Molinia caerulea*.

Tabela 6. Stanowiska *Nehalennia speciosa* w Polsce. Kompilacja na podstawie materiałów publikowanych do 2017 r. oraz danych z terenu badań. A – powierzchnia, B – rodzaj obniżenia terenu (Bez. – zamknięte, względnie bezodpływowe, Przept. – otwarte, przepływowe), C – otoczenie stanowiska (L – całkowicie leśne, L/O – głównie leśne, O – głównie otwarte (rolnicze)), D – zasiedlane siedliska antropogeniczne (T – wyrobiska w torfie (zbiorniki otwarte oraz podtopione obniżenia), R – rowy na torfowiskach, M – wyrobiska w materiale mineralnym, Z – górnicze niecki osiadania terenu, S – stawy), E – typ zasiedlanego siedliska (SFK – kwaśne sfagnowe, NSK – kwaśne bez *Sphagnum*; NSA – alkaliczne/obojętne bez *Sphagnum*, UNS – nieodpowiednie do rozwoju), F – rodzaj zasiedlanej formacji wodno-roślinnej ((a), (b), (c), (d) – patrz [ryc. 3](#)), G – wiodące i prawdopodobnie wiodące składniki roślinne, H – źródła danych w literaturze: 1) BERNARD 1998; 2) KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; 3) BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; 4) BERNARD, DARAŻ 2008; 5) EBS 2008; 6) BERNARD i in. 2009; 7) CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; 8) MISZTA, CUBER 2009; 9) DARAŻ 2011; 10) KONOPKO 2011; 11) BUCZYŃSKI i in. 2012; 12) MICHALCZUK 2012; 13) MISZTA i in. 2012; 14) FIJEWSKI 2013; 15) FRĄCKIEL i in. 2013; 16) BUCZYŃSKI i in. 2014; 17) KRAJEWSKI i in. 2014; 18) ŁUKASIK 2014; 19) BUCZYŃSKI 2015; 20) STAŚKOWIAK 2015; 21) WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; 22) JĘDRO i in. 2017; 23) LIBERSKI i in. 2017; BT – badany teren.

Table 6. Localities of *Nehalennia speciosa* in Poland. The compilation based on materials published to 2017 and data from the study area. A – surface area, B – depression type („Bez.” – closed, relatively without water outflows, „Przept.” – open, with water flow), C – surrounding landscape (L – totally forested, L/O – mostly forested, O – mostly open (agricultural)), D – inhabited anthropogenic habitats (T – excavations in peat (pools and depressions), R – ditches in peatbogs, M – excavations in mineral materials, Z – post-mining subsidence depressions, S – old fish ponds), E – type of habitat (SFK – acidic *Sphagnum*, NSK – acidic non-*Sphagnum*, NSA – alkaline/neutral non-*Sphagnum*, UNS – unsuitable for larval development), F – type of inhabited hydrobotanic formation ((a), (b), (c), (d) – see [fig. 3](#)), G – leading or probable leading vegetation components (formations of a „leading vegetation component” provide development habitat, used both by larvae and imagines), H – data sources: 1) BERNARD 1998; 2) KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; 3) BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; 4) BERNARD, DARAŻ 2008; 5) EBS 2008; 6) BERNARD et al. 2009; 7) CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; 8) MISZTA, CUBER 2009; 9) DARAŻ 2011; 10) KONOPKO 2011; 11) BUCZYŃSKI et al. 2012; 12) MICHALCZUK 2012; 13) MISZTA et al. 2012; 14) FIJEWSKI 2013; 15) FRĄCKIEL et al. 2013; 16) BUCZYŃSKI et al. 2014; 17) KRAJEWSKI et al. 2014; 18) ŁUKASIK 2014; 19) BUCZYŃSKI 2015; 20) STAŚKOWIAK 2015; 21) WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; 22) JĘDRO et al. 2017; 23) LIBERSKI et al. 2017; BT – study area.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
1. Szczecin 1	VV71								1)
2. Szczecin 2	VV71								1)
3. Stare Bielice	WA70								1)
4. Chmielno	CF12								1)
5. Męcikał 53.814031, 17.643969	XV76	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	1), 3)
6. Błądzim	CE03 (?)								1)
7. Toruń	CD37 (?)		Przept.?			NSA?			1)
8. Toruń-Barbarka	CD38								1)
9. Rez. Stręszek 53.382761, 19.397609	CE91	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i>	1)
10. Rez. Zakręt 53.684260, 21.414852	EE24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i>	1)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
29. Głodne Jezioro 53.193978, 16.073159	WU79	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	1), 3)
30. Pustelnia 53.120795, 15.989995	WU68	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	1)
31. Załom 53.103181, 16.011222	WU68	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex limosa</i>	1)
32. Gronowo 53.569745, 15.987828	WV63	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	3)
33. Torfowisko sfagnowe na NW od jez. Czarnówek 53.574485, 16.011581	WV63	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i>	3)
34. Golce 53.370731, 16.458603	WV91	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	3)
35. Jez. Bagnisko 53.498576, 16.477391	WV92	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	3)
36. Nadarzyce 53.514011, 16.495471	WV93	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	3)
37. Porost 53.906578, 16.695046	XV17	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	3)
38. Jez. Diabelskie 54.122310, 16.875833	XV29	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	3)
39. Bagno Lisia Kępa 54.095202, 17.487652	XV69	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	3)
40. Jastrzębie (Czarne) A 53.980312, 17.823574	XV88	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex limosa</i> <i>Scheuchzeria palustris?</i>	3)
41. Jastrzębie (Czarne) B 53.976362, 17.835677	XV88	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	3)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
42. Jastrzębie (Czarne) C 53.984691, 17.821965	XV88	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)		3)
43. Rez. Mętne 53.787593, 17.777138	XV86	>10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex elata?</i>	3)
44. Kamień 54.484374, 18.280918	CF24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i>	3)
45. Rez. Dury A 53.639493, 18.353647 (?)	CE24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Rhynchospora alba</i>	3)
46. Rez. Dury B 53.632610, 18.362262	CE24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex limosa</i> <i>Rhynchospora alba</i>	3)
47. Łaniewo 54.098806, 20.388697	DE69	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	3)
48. Rez. Kociotek 53.492087, 19.407305	CE92	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex limosa</i>	3)
49. Olsztyn	DE65								3)
50. Zgon A 53.661973, 21.402886	EE24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Scheuchzeria palustris?</i>	3)
51. Zgon B 53.659792, 21.411934	EE24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	3)
52. Jez. Borkowskie 53.721334, 21.549054	EE35	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex limosa</i>	3)
53. Jez. Smolak Mały 53.707748, 21.608283	EE45	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Scheuchzeria palustris?</i>	3)
54. Poniat 53.229039, 22.192177	ED79	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Equisetum fluviatile</i>	3)
55. Łaś-Toczyłowo 53.196081, 22.608594	FD09	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	3)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
56. Jez. Maliszewskie 53.172659, 22.517831	FD09	>10 ha	Bez.	O	R?				3)
57. Rez. Olszanka-Myśliszcze 52.644349, 23.672958	FD83	>10 ha	Przept.	L		NSA			3)
58. Bukowski Las 51.390584, 23.460075	FB79	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	3)
59. Jamniki 51.457258, 23.110695	FC40	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	3)
60. Jez. Brzeziczno 51.385309, 23.006019	FB39	>10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex elata?</i>	3)
61. Rozptucie-Grabów	FB49								3)
62. Jez. Lubowiezek 51.418050, 23.318663	FB69	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(a) (b)?	<i>Carex lasiocarpa?</i>	3)
63. Wola Dereźniańska 50.474819, 22.673259	FA19	<10 ha	Bez.	L		SFK		<i>Carex lasiocarpa</i>	3)
64. Uroczysko Jęzor 50.495808, 23.031861	FA49	>10 ha	Bez.	L		SFK NSK?	(a) (b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Juncus effusus?</i>	3), 19)
65. Hamernia 50.455424, 23.127696	FA59	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Scheuchzeria palustris?</i>	3)
66. Rez. Źródła Tanwi 50.291778, 23.362899	FA69	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Scheuchzeria palustris?</i>	3)
67. Rez. Broduszurki 49.817260, 22.360216	EA91	<10 ha	Bez.	L/O	T	SFK NSK	(a) (c) (d)	<i>Carex rostrata</i> <i>Molinia caerulea</i>	3), 4)
68. Uż. Eko. Jeziorko 50.705844, 18.943000	CB51	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	3)
69. Kocin Nowy 50.935031, 19.105711	CB64	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)		3)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
70. Torfowisko Zakąty 54.012440, 23.120342	FE39	<10 ha	Bez.	L			(a)		2)
71. Dolina Rospudy 53.921880, 22.927692	FE27	>10 ha	Przept.	L		NSA	(b)		5)
72. Jezioro w pobliżu Rospudy 53.938320, 22.899403	FE27	<10 ha	Bez.	L			(a)		5)
73. Jez. Ślepe 53.966746, 22.843390	FE28	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)		5)
74. Atlas Rozmieszczenia Ważek 1	EC21								6)
75. Atlas Rozmieszczenia Ważek 2	WV56								6)
76. Atlas Rozmieszczenia Ważek 3	XV13								6)
77. Atlas Rozmieszczenia Ważek 4	XV98								6)
78. Atlas Rozmieszczenia Ważek 5									6)
79. Błędów 50.121628, 19.169098	CA65	<10 ha	Bez.	L	Z	SFK NSK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Equisetum fluviatile</i>	8), 23)
80. Międzyzlesie 1 54.004027, 20.503840	DE68	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)		7)
81. Międzyzlesie 2 53.997645, 20.468512	DE68	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)		7)
82. Zawiat 54.508719, 18.277830	CF24	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i>	10)
83. Rez. Bagno Przeclawskie 50.187665, 21.422668	EA35	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	9)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
84. Rez. Torfy 50.044059, 21.296047	EA24	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a) (b) (d)	<i>Carex rostrata</i>	9)
85. Suchy Ług 50.565054, 22.648434	FB10	>10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i>	12)
86. Zagrody Dąbrowickie 50.561917, 22.654699	FB10	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i>	12)
87. Wielkie Bagno k. Aleksandrowa 50.469434, 22.812780	FA29	>10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	12)
88. Malcowe Bagno 50.444343, 23.276258	FA69	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i>	12)
89. Jacków Ogród 50.319446, 23.362271	FA67	<10 ha	Bez.	L		NSK?	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Eleocharis palustris?</i>	12)
90. Kadłubiska k. Narola 50.366695, 23.369686 (?)	FA68	<10 ha	Bez.	L		NSK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	12)
91. Minokąt 50.379183, 23.367433	FA68	<10 ha	Bez.	L		NSK	(a)	<i>Carex elata?</i>	12)
92. Błaskowizna 54.257716, 22.823415	FF11	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i>	11)
93. Rez. Rotuz 49.895797, 18.881281	CA42	>10 ha	Bez.	L			(b)		13)
94. Stara Brzoza 50.749100, 18.722275	CB32	>10 ha		L	S				13)
95. Osowiec-Twierdza A 53.460904, 22.649778	FE02	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	15)
96. Osowiec-Twierdza B 53.456494, 22.638867	FE02	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	15)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
97. Barwik 53.370303, 22.562917	FE01	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa?</i>	15)
98. Gugny 53.341277, 22.572257	FE01	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Carex appropinquata?</i>	15)
99. Bagno Ławki 53.286996, 22.609114 53.276305, 22.606304	FE00	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)	<i>Equisetum fluviatile</i> <i>Carex rostrata?</i> <i>Carex lasiocarpa?</i>	15)
100. Szorce 53.304927, 22.646210 53.299750, 22.649999	FE00	>10 ha lub >100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Equisetum fulvatile</i>	15)
101. Krynica 53.276851, 22.656682 53.279173, 22.652467 53.271483, 22.654934	FE10	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex appropinquata</i>	15)
102. Polkowo 53.608812, 22.880247	FE24	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)		15)
103. Kopytkowo 53.576357, 22.875311 53.568212, 22.855108	FE23	>100 ha	Przeptł.	L/O		NSA	(b)		15)
104. Sielpia 51.108407, 20.360724	DB56	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i>	14)
105. Pańniki 52.319169, 20.755665	DC89			L		UNS	(d)		18)
106. Długie Bagno 52.330520, 20.755837	DC89	>10 ha	Bez.	L		SFK	(b) (d)?	<i>Eriophorum vaginatum</i>	16)
107. Rez. Gorbacz	FD87?								17)
108. Kolonia Zawieprzyce 51.373989, 22.786385	FB29	>10 ha	Bez.	O	T	SFK	(a)		19)

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
109. Lipowe Pole 51.163740, 20.893902	DB96	>10 ha	Bez.	L/O		SFK			20)
110. Sulęczyno 54.222717, 17.785439 (?)	XA81	<10 ha	Bez.	L		SFK			21)
111. Buszyno 54.177121, 16.709525	XA10	<10 ha	Bez.	L		SFK	(a)	<i>Carex limosa</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	22)
112. Chełmek Śląski 50.114400, 19.254124	CA75	<10 ha		L	Z				23)
113. Gęsianka 52.277766, 21.614220	EC49	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a) (b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
114. Sokóle 52.283959, 21.606602	EC49	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i>	BT
115. Torfisko 52.246756, 21.621993	EC48	>10 ha	Bez.	L	T	NSK SFK	(a) (b)	<i>Carex elata</i> <i>Eriophorum angustifolium</i>	BT
116. Kąty-Borucza 1 52.365827, 21.568322	ED30	<10 ha	Bez.	L		SFK	(c)	<i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
117. Kąty-Borucza 2 52.363452, 21.566144	ED30	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b) (d)	<i>Carex rostrata</i>	BT
118. Kąty-Borucza 3 52.347844, 21.572882	ED30	<10 ha	Bez.	L	T	NSK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i>	BT
119. Kąty-Borucza 4 52.343518, 21.585027	EC39	<10 ha	Bez.	L	T	NSK	(d)		BT
120. Diabelec 52.166458, 22.075383	EC78	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b) (d)	<i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
121. Gostchorz 52.041229, 22.315110	EC96	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
122. Toczyska 52.005011, 22.011205	EC66	<10 ha	Bez.	L	T	SFK NSK	(a)	<i>Carex rostrata</i>	BT

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
123. Soćki I 52.010268, 22.005326	EC66	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a) (b) (d)	<i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
124. Soćki II (Moczydło) 52.012804, 21.998631	EC66	<10 ha	Bez.	L	T	SFK	(a) (b) (d)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
125. Zgórznica (Czarne Bagno) 51.974382, 22.003738	EC65	<10 ha	Bez.	O	T	NSK	(a) (d)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex rostrata</i>	BT
126. Białoglina 51.883812, 22.054958	EC76	<10 ha	Bez.	O	T	SFK	(b) (d)	<i>Juncus effusus</i>	BT
127. Gródź I-II 51.877341, 22.051846 51.875387, 22.051449	EC76	<10 ha	Bez.	L/O	T	SFK NSK	(a) (b) (d)	<i>Carex elata</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
128. Gródź III 51.872605, 22.051621	EC76	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Eriophorum angustifolium</i>	BT
129. Wesotówka 51.861184, 22.223722	EC84	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b) (d)	<i>Carex elata</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	BT
130. Nowy Stanin 51.848188, 22.144307	EC74	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex vesicaria</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
131. Szaniawy-Poniaty I 51.959465, 22.538072	FC05	<10 ha	Bez.	O		NSK	(b) (d)	<i>Equisetum fluviatile</i>	BT
132. Szaniawy- Poniaty II 51.969566, 22.542063	FC05	<10 ha	Bez.	O		NSK	(a)		BT
133. Lipniaki 51.884969, 22.581377	FC04	<10 ha	Bez.	O		SFK NSK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Eriophorum angustifolium</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
134. Sokulskie Bagno I 51.942103, 22.578019	FC05	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	BT
135. Sokulskie Bagno II 51.945331, 22.574092	FC05	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Carex elata</i> <i>Carex vesicaria</i>	BT

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
136. Misie 1 51.963329, 22.643279	FC15	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum angustifolium</i>	BT
137. Misie 2, 4 51.963758, 22.647302 51.963712, 22.649051	FC15	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b) (d)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>Carex rostrata</i>	BT
138. Misie 3 51.964915, 22.623903	FC15	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b) (d)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex rostrata</i>	BT
139. Misie 5 51.959111, 22.693704	FC15	<10 ha	Bez.	O		NSK	(b) (d)	<i>Carex elata</i> <i>Carex vesicaria</i>	BT
140. Misie 6 51.956519, 22.689005	FC15	<10 ha	Bez.	O		NSK	(b)	<i>Carex vesicaria</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
141. Przychody 51.951917, 22.678062	FC15	<10 ha	Bez.	O		NSK	(b)	<i>Carex vesicaria</i>	BT
142. Suche Bagno 52.029219, 22.674022	FC16	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b)	<i>Carex vesicaria</i>	BT
143. Stójło 52.120880, 22.692112	FC17	<10 ha	Bez.	O		SFK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i>	BT
144. Łukowisko 52.088275, 22.726592	FC17	<10 ha	Bez.	O	M	NSK	(b)	<i>Juncus effusus</i>	BT
145. Zaścianki 52.014974, 22.789009	FC26	<10 ha	Przepl.	O		NSA	(b)	<i>Equisetum fluviatile</i>	BT
146. Żwirownia Sitno 51.986278, 22.856268	FC26	<10 ha	Bez.	O	M	NSK	(b)		BT
147. Puchacze 51.997034, 22.887038	FC26	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b) (d)	<i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Carex rostrata</i>	BT
148. Utrówka 51.984514, 22.891265	FC26	<10 ha	Bez.	L		SFK	(b)		BT

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
149. Międzyrzec Podl. 1 51.957415, 22.804050	FC25	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b) (d)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex rostrata</i>	BT
150. Międzyrzec Podl. 2 51.960707, 22.794244	FC25	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(b)	<i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
151. Międzyrzec Podl. 3 51.953831, 22.800832	FC25	<10 ha	Bez.	L		UNS	(d)		BT
152. Międzyrzec Podl. 4 51.941795, 22.801003	FC25	<10 ha	Bez.	L		UNS	(d)		BT
153. Danówka 51.959732, 22.963722	FC35	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
154. Witoroż 51.935072, 23.003462	FC35	>10 ha	Bez.	L		SFK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Juncus effusus</i>	BT
155. Leszczanka 51.938009, 23.020456	FC35	<10 ha	Bez.	L/O	R	SFK	(b) (c)	<i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
156. Kwasówka 51.897945, 22.965036	FC35	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
157. Łózki 51.883020, 22.900062	FC34	>100 ha	Przepł.	O		NSA	(b)	<i>Carex rostrata</i>	BT
158. Żelazna Las 51.876463, 22.983554	FC34	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Carex vesicaria</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	BT
159. Czarne Bagno 51.870607, 22.993510	FC34	>10 ha	Bez.	L	R	SFK NSK	(b) (c)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	BT
160. Kozły 51.880250, 23.020835	FC34	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b)	<i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex vesicaria</i>	BT
161. Żulinki 1, 4, 5 51.846011, 22.961409 51.846143, 22.967675 51.846090, 22.971323	FC34	>10 ha	Bez.	L		SFK	(a) (b) (d)	<i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex elata</i> <i>Carex nigra</i>	BT

Tabela 6 cd.

Stanowisko i współrzędne Locality and geographical coordinates	UTM	A	B	C	D	E	F	G	H
162. Żulinki 2 51.840708, 22.958277	FC34	>10 ha	Bez.	L/O	T	SFK	(a) (b) (d)	<i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	BT
163. Żulinki 3 51.843678, 22.965787	FC34	<10 ha	Bez.	L/O		SFK	(b)	<i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Carex lasiocarpa</i>	BT
164. Korczówka 51.907371, 23.040545	FC45	>10 ha	Bez.	O		NSK	(b) (d)	<i>Carex vesicaria</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex elata</i>	BT
165. Bokinka Pańska 1, 2 51.818722, 23.325053 51.817156, 23.325975	FC64	<10 ha	Bez.	L		SFK NSK	(b)	<i>Juncus effusus</i> <i>Carex vesicaria</i>	BT
166. Żuki 1 51.815024, 23.419211	FC64	<10 ha	Bez.	O	T	NSK	(b) (d)	<i>Carex vesicaria</i>	BT
167. Żuki 2 51.814979, 23.430893	FC64	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b)	<i>Juncus effusus</i>	BT
168. Wólka Kościeniewicka 51.943196, 23.329741	FC65	<10 ha	Bez.	L		NSK	(b)	<i>Carex rostrata</i> <i>Juncus effusus</i>	BT

Liczne nowe stwierdzenia z lat 2008–2017 istotnie zmieniają powyższą charakterystykę (tab. 7). Według obecnych danych, *Nehalennia speciosa* jest w Polsce wykazywana podobnie często na stanowiskach zbiornikowych, jak i tych bez większych wyodrębnionych zbiorników. Chociaż gatunek jest stale podawany głównie z siedlisk sfagnowych (reprezentowanych obecnie przez ok. 75% lokalizacji), to po 2007 r. istotnie wzrósł udział stwierdzeń z siedlisk bez obecności *Sphagnum* (z ok. 10% do 35–40% krajowych lokalizacji). Ponadto w latach 2008–2017 nastąpił również wzrost udziału siedlisk wtórnych (z ok. 10% do 20%) oraz stanowisk położonych głównie w otoczeniu nieleśnym (z ok. 2% do 11%). Znaczne zmiany nastąpiły także w obrazie zasiedlanego spektrum roślinności przewodniej. Najważniejszą z nich jest duży wzrost liczby stwierdzeń z formacji *Carex rostrata* – która do roku 2007 znana była jako składnik wiodący tylko z 6–7 stanowisk, a obecnie znana jest 46–48 stanowisk, co czyni ją drugim (po *Carex lasiocarpa*) najczęściej stwierdzanym składnikiem wiodącym w kraju, dwukrotnie częstszym od *Carex limosa*. Dodatkowo w latach 2008–2017 wykazano też szereg niepodawanych wcześniej z Polski roślin przewodnich: *Juncus effusus*, *Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex appropinquata* SCHUMACH, *Carex elata*, *Carex nigra*, *Carex vesicaria*. Szczegółowy opis wybranych aspektów spektrum siedliskowego przedstawiono w kolejnych sekcjach.

Położenie zasiedlanych torfowisk

Siedliska *Nehalennia speciosa* położone są najczęściej w obrębie zagłębień i obszarów względnie bezodpływowych (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a). W polskich warunkach ulokowane w ten sposób siedliska *N. speciosa* mają najczęściej postać niewielkich, kwaśnych torfowisk topogenicznych – zasilanych przez mało ruchliwe wody gruntowe, opadowe i w niewielkim stopniu powierzchniowe (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; ILNICKI 2002). W literaturze syntetycznej niewiele jest natomiast wzmianek o zasiedlaniu przepływowych form dolinnych, zarazem związanych z nimi zasadowych i obojętnych torfowisk soligenicznych – zasilanych w znacznym stopniu przez ruchliwe wody gruntowe (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; ILNICKI 2002). Wydaje się, że w Polsce do niedawna praktycznie nie zwracano uwagi na takie siedliska w kontekście występowania *N. speciosa*. Świadczyć o tym może brak niesfagnowych torfowisk niskich w generalnym opisie spektrum siedliskowego u BERNARDA i BUCZYŃSKIEGO (2008). Jednakże położenie trzech ze znanych wówczas stanowisk dość wyraźnie sugerowało taki typ siedliska: Toruń – moczarowe łąki otaczające starorzecza Wisły (KLIMEK 1949 cytowany u BERNARDA 1998), Huta Pusta – torfowisko niskie w dolinie Trojanki (ŁABĘDZKI 1987 u BERNARDA 1998) oraz Rez. Olszanka-Myśliszcze – torfowiska niskie w dolinie Leśnej Prawej (ŁABĘDZKI 2001 u BERNARDA i BUCZYŃSKIEGO 2008). Opisy tych stwierdzeń były jednakże mało precyzyjne i nie zawierały bliższej charakterystyki botanicznej. Następnie w 2007 r. *N. speciosa* została wykryta na przepływowym torfowisku w dolinie Rospudy (EBS 2008). Opis tego stwierdzenia był jednak ponownie mało precyzyjny. Wreszcie w 2013 r. pojawiły się bogate dane o występowaniu gatunku na torfowiskach przepływowych w Dolinie Biebrzy, gdzie wykazano w sumie 7 tego typu stanowisk (FRĄCKIEL i in. 2013). Na badanym terenie znaleziono dwa takie stanowiska (nr 35 – ciąg niewielkich obniżeń przepływowych i 47 – rozległe torfowisko niskie w dolinie Białki/Rudki), które pod względem roślinności wyraźnie nawiązywały do stanowisk w dolnym basenie Doliny Biebrzy (FRĄCKIEL i in. 2013). Wszystkie te dane wskazują, że torfowiska soligeniczne – chociaż generalnie rzadko – to są jednak w Polsce zasiedlane regularnie. Siedliska takie nie powinny być zatem pomijane przy poszukiwaniach gatunku, zwłaszcza że, jak się wydaje, są one pod kątem występowania *N. speciosa* w dalszym ciągu słabo poznane.

Wielkość powierzchni stanowisk

Nehalennia speciosa zasiedla obszary wodno-torfowiskowe o bardzo różnej powierzchni, przy czym w Europie znana jest głównie z obiektów małej (<10 ha) i średniej (10–100 ha) wielkości (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; KALNINŠ i in. 2011; KARLSSON 2011). Rzadziej są to obiekty duże (>100 ha, do nawet tysięcy ha, np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; GANDER 2010; KALNINS i in. 2011; FRĄCKIEL i in. 2013). Na badanym terenie pośród licznych małych obiektów, stwierdzono też 6 średnich i 1 duży, co nie odbiega od ogólnokrajowej charakterystyki. W Polsce zdecydowanie dominują obiekty małe (111 stanowisk), w dalszej kolejności są to obiekty średnie (23–24 stanowiska) i duże (7–8 stanowisk), przy czym wszystkie stwierdzenia z obiektów dużych pochodzą z lat 2008–2017 (BERNARD 1998; KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; EBS 2008; CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; KONOPKO 2011; BUCZYŃSKI i in. 2012; MICHALCZUK 2012; MISZTA i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI i in. 2014; ŁUKASIK 2014; BUCZYŃSKI 2015; STAŚKOWIAK 2015; WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; JĘDRO i in. 2017; LIBERSKI i in. 2017; dane w tej pracy).

Tabela 7. Spektrum siedliskowe *Nehalennia speciosa* w Polsce: stan wiedzy z roku 2007 i 2017. A – powierzchnia, B – rodzaj obniżenia terenu (Bez. – względnie bezodpływowe, Przept. – przepływowe), C – otoczenie stanowiska (L – całkowicie leśne, L/O – głównie leśne, O – głównie otwarte (rolnicze)), D – zasiedlane siedliska antropogeniczne (T – wyrobiska w torfie (zbiorniki otwarte oraz podtopione obniżenia), R – rowy na torfowiskach, M – wyrobiska w materiale mineralnym, Z – górnicze niecki osiadania terenu, S – stawy), E – typ zasiedlanego siedliska (SFK – kwaśne sfagnowe, NSK – kwaśne bez *Sphagnum*; NSA – alkaliczne/obojętne bez *Sphagnum*, UNS – nieodpowiednie do rozwoju), F – rodzaj zasiedlanej formacji wodno-roślinnej ((a), (b), (c), (d) – patrz [ryc. 3](#)), G – wiodące i prawdopodobnie wiodące składniki roślinne.

Table 7. The habitat spectrum of *Nehalennia speciosa* in Poland: state of knowledge in 2007 and 2017. A – surface area, B – depression type („Bez.” – closed, relatively without water outflows, „Przept.” – open, with water flow), C – surrounding landscape (L – totally forested, L/O – mostly forested, O – mostly open (agricultural)), D – inhabited anthropogenic habitats (T – excavations in peat (pools and depressions), R – ditches in peatbogs, M – excavations in mineral materials, Z – post-mining subsidence depressions, S – old fish ponds), E – type of habitat (SFK – acidic *Sphagnum*, NSK – acidic non-*Sphagnum*, NSA – alkaline/neutral non-*Sphagnum*, UNS – unsuitable for larval development), F – type of inhabited hydrobotanic formation ((a), (b), (c), (d) – see [fig. 3](#)), G – leading or probable leading vegetation components (formations of a „leading vegetation component” provide development habitat, used both by larvae and imagines.)

	A	B	C	D	E	F	G
2007 (stanowiska 1-69)	41 [<10 ha] 9 [>10 ha] 0 [>100 ha]	46 [Bez.] 2-4 [Przept.]	45 [L] 4 [L/O] 1 [O]	6 [T] 0-1 [R] 1 [M]	43 [SFK] 1-2 [NSK] 2-3 [NSA]	38-40 (a) 11-13 (b) 1 (c) 1 (d)	22-24 [<i>Carex lasiocarpa</i>] 22 [<i>Carex limosa</i>] 6-7 [<i>Carex rostrata</i>] 2 [<i>Rhynchospora alba</i>] 1 [<i>Equisetum fluviatile</i>] 1 [<i>Molinia caerulea</i>] 0-5 [<i>Scheuchzeria palustris</i>] 0-2 [<i>Carex elata</i>] 0-1 [<i>Juncus effusus</i>]
2017 (stanowiska 1-168)	111 [<10 ha] 23-24 [>10 ha] 7-8 [>100 ha]	136 [Bez.] 12-14 [Przept.]	107 [L] 19 [L/O] 17 [O]	23 [T] 2-3 [R] 3 [M] 2 [Z] 1 [S]	97 [SFK] 35-37 [NSK] 12-13 [NSA] 3 [UNS]	62-65 (a) 79-81 (b) 4 (c) 24-25 (d)	46-50 [<i>Carex lasiocarpa</i>] 45-47 [<i>Carex rostrata</i>] 24 [<i>Carex limosa</i>] 23-24 [<i>Juncus effusus</i>] 15 [<i>Eriophorum vaginatum</i>] 15 [<i>Carex vesicaria</i>] 7-10 [<i>Carex elata</i>] 6 [<i>Equisetum fluviatile</i>] 4 [<i>Eriophorum angustifolium</i>] 2 [<i>Rhynchospora alba</i>] 1-2 [<i>Carex appropinquata</i>] 1 [<i>Molinia caerulea</i>] 1 [<i>Carex nigra</i>] 0-5 [<i>Scheuchzeria palustris</i>] 0-1 [<i>Eleocharis palustris</i>]

Otoczenie stanowisk

W Polsce prawie wszystkie znane do 2007 r. stanowiska były otoczone lasem (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Do wyjątków należało Jezioro Maliszewskie, otoczone łąkami i jedynie szczątkowymi pasami zadrzewień. Badany teren jest w tym kontekście nietypowy – bezpośrednia otulina leśna 16 stanowisk zajmowała ≤50% ich obwodu, z czego na 8 generalnie nie występowała. Do podobnych stwierdzeń w Polsce po 2007 r. należy jeszcze stanowisko Kolonia Zawieprzyce (BUCZYŃSKI 2015) oraz Błaskowizna (BUCZYŃSKI i in. 2012). To drugie

stanowisko, mimo iż niezalegające bezpośrednio w krajobrazie rolniczym, otoczone było jedynie wąską strefą drzewostanów. O typowej otulinie leśnej nie można też mówić w przypadku kilku bardzo rozległych torfowisk niskich w Dolinie Biebrzy (FRĄCKIEL i in. 2013).

Dotychczasowe dane wskazują zatem, że *Nehalennia speciosa* w Polsce nie unika zarówno niewielkich obiektów w terenie otwartym, jak i rozległych otwartych torfowisk, wydawałoby się niesprzyjających ze względu na brak osłony od wiatru, na co mogły wskazywać wcześniejsze publikacje (por. BERNARD 2005; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Pomimo to znakomita większość z polskich stanowisk posiada niezaburzoną otulinę leśną i nie ulega wątpliwości, że obecność lasu w zlewni na większości stanowisk odgrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu i utrzymaniu sprzyjających dla *N. speciosa* warunków. Las, w przypadku stanowisk iglicy przede wszystkim iglasty lub mieszany, łagodzi dynamikę wahań poziomu wody, wpływa też na jej chemizm (np. poprzez obniżanie pH) i hamuje dopływ biogenów. Sprzyja to utrzymaniu niskiej trofii siedlisk, a tym samym kluczowych dla iglicy zbiorowisk roślinnych (np. BERNARD 2005; BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Należy też zauważyć, że na stanowiskach w krajobrazie otwartym, roślinność szuwarowa występowała pod postacią relatywnie rozległych łąnów, które prawdopodobnie same w sobie stanowiły wystarczającą osłonę od wiatru. Na większości stanowisk w Polsce północnej roślinność szuwarowa tworzy jednak tylko wąski pierścień na pograniczu pła i otwartego lustra wody – i w takiej sytuacji, obecność lasu może odgrywać istotną rolę, także jako osłona od wiatru.

Siedliska antropogeniczne

Nehalennia speciosa może zajmować, oprócz siedlisk naturalnych, także siedliska antropogeniczne. Zasiedlanie tych drugich notuje się głównie w brzeźnych partiach zasięgu gatunku (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Najczęściej są to wyrobiska w torfie. Inne ich rodzaje, takie jak stawy czy wyrobiska w materiale mineralnym są notowane sporadycznie (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a; KALNINŠ i in. 2011). W Polsce do roku 2007 siedliska wtórne reprezentowało 7–8 stanowisk, co stanowiło ok. 10% wszystkich krajowych lokalizacji (BERNARD 1998, BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Do roku 2017 ich liczba wzrosła do 31–32, a ich udział wzrósł do ok. 20% (MISZTA, CUBER 2009; DARĄŻ 2011; MISZTA i in. 2012; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI 2015; LIBERSKI i in. 2017; dane w tej pracy). Wszystkie takie stanowiska w Polsce leżą obszarach staroglacjalnych.

Najczęstszym typem siedlisk wtórnych są w Polsce torfianki – 23 stanowiska, z czego 12 na terenie badań (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; DARĄŻ 2011; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI 2015). Zdecydowanie rzadziej są to: a) szersze rowy melioracyjne na torfowiskach – dwa stanowiska na terenie badań oraz jedno, niezawierające bliższych szczegółów doniesienie JÖDICKE (1999) z Jez. Maliszewskiego, b) wyrobiska w materiale mineralnym – podana przez SAWKIEWICZA i ŻAKA (1966) glinianka oraz dwie żwirownie na terenie badań, c) górnicze niecki osiadania terenu – dwa stanowiska na Górnym Śląsku (MISZTA, CUBER 2009; LIBERSKI i in. 2017), d) stare stawy rybne – powstały na początku ubiegłego wieku staw Stara Brzoza (MISZTA i in. 2012).

Siedliska z udziałem mchów Sphagnum i bez ich udziału

Nehalennia speciosa zasiedla najczęściej zbiorowiska roślinne o charakterze torfowisk sfagnowych i rzadziej torfowisk bez mchów *Sphagnum* (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a). W Polsce do 2007 r. torfowiska sfagnowe reprezentowały ok. 43 stanowiska, natomiast torfowiska niesfagnowe przynajmniej cztery, wspomniane już: Toruń, Huta Pusta, Rez. Olszanka-Myśliszcze, częściowo Rez. Broduszurki oraz być może Uroczysko Jęzor (BERNARD

1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; BERNARD, DARAŻ 2008). Stanowiło to odpowiednio 90% i 10% wszystkich stanowisk, dla których możliwe jest zidentyfikowanie rodzaju siedliska (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Przez kolejne 10 lat liczba lokalizacji reprezentujących torfowiska sfagnowe wzrosła do 97, a reprezentujących torfowiska niesfagnowe do 47–50 (KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; EBS 2008; CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; KONOPKO 2011; BUCZYŃSKI i in. 2012; MICHALCZUK 2012; MISZTA i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI i in. 2014; BUCZYŃSKI 2015; STAŚKOWIAK 2015; WENDZONKA, RUTKOWSKI 2017; JĘDRO i in. 2017; LIBERSKI i in. 2017; dane w tej pracy). W konsekwencji zmianie uległ ich udział procentowy, wynoszący dla torfowisk sfagnowych ok. 75% i dla torfowisk niesfagnowych ok. 35–40%. W latach 2008–2017 w znanym krajowym spektrum siedliskowym wzrósł zatem wyraźnie udział siedlisk niesfagnowych.

Ustalenie faktycznej częstości stwierdzeń iglicy w obu tych typach siedlisk jest jednak utrudnione przez niedostateczną precyzję opisów części ze stanowisk. Wydaje się, że udział torfowisk niesfagnowych był w Polsce również i dawniej nieco wyższy, co mogła maskować mała precyzja opisów szeregu ze stwierdzeń historycznych (sprzed 1990 r.). Stwierdzenia z siedlisk sfagnowych są częste w całym areale gatunku w kraju, natomiast stwierdzenia z siedlisk niesfagnowych pochodzą głównie z obszarów staroglacjalnych, a ich największe koncentracje znajdują się na terenie badań i w Dolinie Biebrzy. Zajmowane przez gatunek siedliska niesfagnowe dzielą się na dwa typy: kwaśne oraz obojętne/alkaliczne. Według dotychczasowych danych, w Polsce dominuje typ pierwszy (35 stanowisk, z czego większość na terenie badań), natomiast typ drugi jest znany z 12–13 stanowisk, z czego 7 leży w Dolinie Biebrzy. Jak dotąd nie ma doniesień o zasiedlaniu specyficznych wariantów torfowisk alkalicznych z obecnością torfowców tolerujących wapń (np. *Sphagnum teres* (SCHIMP.) ÅNGSTR., *Sphagnum warnstorffii* Russow).

Rodzaje zasiedlanych formacji wodno-roślinnych

Zarówno larwy, jak i imagines wykorzystują zwykle to samo siedlisko: (a) strefę względnie trwale zalanej roślinności szuwarowej w kontakcie z otwartym lustrem wody oraz (b) – strefę względnie trwale zalanej roślinności szuwarowej bez kontaktu z otwartym lustrem wody (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Niekiedy jednak imagines wykorzystują też siedliska niebędące miejscem rozwoju larw: (c) niepodtopioną roślinność szuwarową rosnącą w pobliżu lustra wody, w którym bytują larwy oraz (d) – niepodtopioną lub tylko krótkotrwale zalewaną roślinność poza strefami typu (a), (b) i (c) (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, DARAŻ 2008; DARAŻ 2011). Proporcje częstości zasiedlania typu (a) i (b) są zróżnicowane regionalnie (np. BERNARD, WILDERMUTH 2005a), natomiast stwierdzenia w siedliskach (c) i (d) były dotąd na tyle rzadkie, że w literaturze syntetycznej w ogóle nie wydzielano tych typów.

Według dostępnych do 2007 r. danych, w Polsce wyraźnie przeważał typ (a), obecny na 38–40 stanowiskach (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Typ (b) był znany z 11–13 lokalizacji, przy czym dominował tylko na kilku z nich, natomiast typ (c) wykazano tylko w Rez. Broduszurki (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; BERNARD, DARAŻ 2008). Stanowiło to odpowiednio ok. 85%, 25% i 2% wszystkich stanowisk, dla których dostępne są tego rodzaju dane. Przez kolejne 10 lat, liczby te wzrosły do 62–65 dla typu (a), 79–81 dla typu (b) i 4 dla typu (c), a ich udział procentowy wyniósł odpowiednio ok. 48%, 60% i 3% (KURCZYK, KUŹMIŃSKA 2003; EBS 2008; CZACHOROWSKI, CZACHOROWSKI 2009; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; KONOPKO 2011; BUCZYŃSKI i in. 2012; MICHALCZUK 2012; MISZTA i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; BUCZYŃSKI i in. 2014; BUCZYŃSKI 2015; JĘDRO i in. 2017; LIBERSKI i in. 2017, dane w tej pracy). Po

roku 2007 widoczny jest zatem duży wzrost stwierdzeń z siedlisk typu (b), za który odpowiadają głównie dane z terenu badań, Doliny Biebrzy oraz Roztocza i Kotliny Sandomierskiej, a patrząc całościowo – dane z obszarów staroglacjalnych. Za nieznaczny wzrost udziału typu (c) odpowiadają tylko stwierdzenia z terenu badań. Wskazanie liczby stanowisk z typem (d), wyznaczanym zgodnie z przyjętą w tej pracy metodyką (patrz [rozdz. III](#)), sprawia duże trudności, ponieważ wymaga bardzo szczegółowych informacji o siedlisku, rozmieszczeniu i liczebności imagines. Oprócz 22 stanowisk na terenie badań typ (d) był jeszcze z pewnością zasiedlany na stanowisku Torfy i Paśniki (DARAŻ 2011, ŁUKASIK 2014) i być może na kilku kolejnych (BERNARD 1998; BERNARD, DARAŻ 2008; BUCZYŃSKI i in. 2014).

Czynniki decydujące o zasiedlaniu typu (c) w dalszym ciągu nie są poznane. Zdecydowana większość z takich siedlisk nie jest zasiedlana, pomimo pozornie podobnych warunków. Natomiast zasiedlaniu stref typu (d), jeśli występują one na stanowisku z rozwojem larwalnym, wydaje się sprzyjać kilka czynników: 1) obecność na obrzeżach torfowiska obfitej, sprzyjającej strukturalnie roślinności, takiej jak formacje *Molinia caerulea*, *Carex nigra* czy *Agrostis canina*; 2) przyleganie takich formacji do szuwarów w siedlisku larwalnym; 3) wahania poziomu wody, którego większe wzrosty powodują przerzedzenie roślinności w strefach rozwoju larwalnego (przez co stają się dla imagines mniej korzystne) i jednocześnie płytkie podtopienie roślinności na obrzeżach; 4) wysoka liczebność populacji. Zasiedlanie stref typu (d) wydaje się być relatywnie częste, jeśli siedlisko larwalne porasta roślinność imersyjna i/lub kryptodysaptyczna – zatem przytwierdzona do stabilnego podłoża, przez co jej struktura jest wrażliwa na zmiany poziomu wody. Zasiedlanie typu (d) wydaje się być zdecydowanie rzadsze, jeśli siedliskiem larwalnym jest roślinność emersyjna, której warstwa unosi się na wodzie i układa zgodnie z jej poziomem, przez co nie zachodzą szybkie zmiany w jej strukturze.

Roślinność przewodnia

Nehalennia speciosa jest ściśle związana ze specyficzną roślinnością wynurzoną, której kluczowym elementem jest struktura (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Są to raczej gęste formacje helofitów o relatywnie smukłych liściach/łodygach i wysokości najczęściej w przedziale 30–80 cm. Najkorzystniejsze warunki daje mieszanka gęstszych i luźniejszych formacji, z przewagą gęstszych. Unikane są zarówno formacje bardzo gęste, jak i bardzo luźne. Zasiedlana jest generalnie roślinność wąskolistna (jak *Carex lasiocarpa* i *Carex limosa*) w postaci łanowej. Rzadziej jest to roślinność o liściach/łodygach nieco szerszych (np. *Carex rostrata*) oraz rzadko typowo kępowa, np. *Molinia caerulea* (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Dane z terenu badań są zasadniczo zgodne z powyższą charakterystyką, chociaż wykazują też pewne wyraźne różnice. Na badanym terenie oprócz typowej roślinności wąskolistnej (*Carex lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum*), zasiedlana była też równie często roślinność o liściach/łodygach nieco szerszych (głównie *Carex rostrata*, *Carex vesicaria*, *Carex elata*), a niekiedy nawet zdecydowanie szerszych (niektóre formacje *C. elata* i *C. vesicaria*). Zasiedlana roślinność miała też często postać kępową (głównie *E. vaginatum*, *C. elata* i *Molinia caerulea*), nierzadko z wyraźnie wyodrębnionymi dolinkami.

Skład gatunkowy zasiedlanej roślinności wynurzonej jest zmienny (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Za najważniejsze w Europie uznaje się wąskolistne turzycy *Carex lasiocarpa* i *Carex limosa*. Dużo mniejszą rolę przypisuje się *Carex rostrata* oraz nieznaczną *Carex elata*. Znaczenie innych wykorzystywanych gatunków turzyc (takich jak *Carex diandra*) oraz innych roślin naczyniowych (jak *Equisetum fluviatile*, *Molinia caerulea*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora alba*) jest uznawane za marginalne.

Z szerokiego spektrum gatunków roślin wykorzystywanych przez imagines, należy wydzielać grupę „składników wiodących” – czyli gatunków roślin szuwarowych, które mogą także stanowić integralny komponent siedliska larwalnego (pełna definicja w [rozdz. III](#)). Ponieważ imagines wykazują silne (choć nie ścisłe) przywiązanie do szuwarów porastających siedlisko larwalne – roślinność taka ma dla *Nehalennia speciosa* najistotniejsze znaczenie. Poniżej wymieniono gatunki roślin, których rola wiodąca została w Polsce potwierdzona lub jest prawdopodobna:

Carex lasiocarpa – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 46–50 stanowisk, w roku 2007 z 22–24 (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; BUCZYŃSKI i in. 2012; FIJEWSKI 2013; FRĄCKIEL i in. 2013; JĘDRO i in. 2017; dane w tej pracy). Najszerzej rozpowszechniony i prawdopodobnie najczęstszy składnik wiodący w kraju. Częsty także na badanym terenie. W Europie rozpowszechniony i częsty (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Carex rostrata – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 45–47 stanowisk, jednak w roku 2007 tylko z 6–7 (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; MISZTA, CUBER 2009; DARAŻ 2011; MICHALCZUK 2012; FRĄCKIEL i in. 2013; LIBERSKI i in. 2017; dane w tej pracy). Notowana w Polsce zasadniczo na obszarach starogłacialnych. Według dotychczasowych danych, jest to obok *Carex lasiocarpa*, najczęściej stwierdzany składnik wiodący w kraju. Turzyca ta była też najczęściej stwierdzanym składnikiem wiodącym na terenie badań. W Europie notowana regularnie, jednak przypisywano jej zdecydowanie drugorzędną rolę (po *C. lasiocarpa* i *Carex limosa*) (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Nowe dane z Polski oraz dane z Łotwy (KALNINŠ i in. 2011) wskazują jednak, że jest to częsty komponent siedlisk we wschodniej części kontynentu. Zasadne jest zatem podniesienie rangi tej turzycy i wymienianie jej razem z *C. lasiocarpa* i *C. limosa*, jako trzy najważniejsze składniki wiodące w Europie.

Carex limosa – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 24 stanowisk, w roku 2007 z 22 (BERNARD 1998; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; KONOPKO 2011; JĘDRO i in. 2017). Jest to w kraju częsty składnik wiodący w strefie młodogłacialnej, jednak poza tym obszarem prawie niewykazywany (z wyjątkiem stanowiska nr 56 u BERNARDA i BUCZYŃSKIEGO (2008)). W Europie rozpowszechniony i częsty (BERNARD, WILDERMUTH 2005a), zapewne jednak mniej niż *Carex lasiocarpa*.

Juncus effusus – w Polsce jako składnik wiodący znany dotąd z 23–24 stanowisk. Do roku 2007 nie wskazywano na jego wiodącą rolę, chociaż opis jednego stanowiska sugerował znaczny udział tej rośliny w zasiedlanym zbiorowisku (nr 60 u BERNARDA i BUCZYŃSKIEGO 2008). Wykorzystywanie *J. effusus* opisał następnie MICHALCZUK (2012) na stanowisku Jacków Ogród, gdzie zapewne był składnikiem wiodącym. Reszta ze stwierdzeń pochodzi z terenu badań, gdzie był jednym z najczęstszych składników wiodących. W syntezie europejskiej wymieniony tylko z jednego stanowiska w Brandenburgii (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Eriophorum vaginatum – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 15 stanowisk, do roku 2007 niewykazywana. Poza stanowiskami na terenie badań, wiodącą rolę tej rośliny wykazano jeszcze tylko na Długim Bagnie w Kampinoskim PN (BUCZYŃSKI i in. 2014). W syntezie europejskiej niewymieniana (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Wykazana na jednym stanowisku w Meklemburgii (MAUERSBERGER 2012).

Carex vesicaria – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 15 stanowisk, do roku 2007 niewykazywana. Wszystkie te lokalizacje leżą na terenie badań. W syntezie europejskiej niewymieniana (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Carex elata – w Polsce jako składnik wiodący znana dotąd z 7–10 stanowisk (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; MICHALCZUK 2012). Do roku 2007 nie wskazywano na jej wiodącą rolę, chociaż na kilku stanowiskach była obecna i być może wykorzystywana (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Na terenie badań wykazana z 7 stanowisk. O wykorzystywaniu prawdopodobnie tej turzycy na

stanowisku Minokąt donosił jeszcze MICHALCZUK (2012). Podawana w roli składnika wiodącego regularnie z różnych części Europy, jednak niezbyt często (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; FIORENZA, PECILE 2009; GANDER 2010; KALNINŠ i in. 2011).

Equisetum fluviatile – w Polsce jako składnik wiodący znany dotąd z sześciu stanowisk, do roku 2007 z jednego (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; MISZTA, CUBER 2009; FRĄCKIEL i in. 2013; LIBERSKI i in. 2017). W Europie notowany regularnie, jednak nieczęsto (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; KALNINŠ i in. 2011).

Eriophorum angustifolium – w Polsce w roli składnika wiodącego znana dotąd z 4 stanowisk, do roku 2007 niewykazywana. Wszystkie te stwierdzenia pochodzą z terenu badań, przy czym tylko w dwóch przypadkach były to zupełnie czyste formacje tej rośliny, bez domieszek, a w dwóch kolejnych była istotnym składnikiem formacji mieszanych. Gatunek ten, chociaż lokalnie może pełnić rolę wiodącą, w siedliskach iglicy stanowi zwykle tylko niekluczową domieszkę (np. BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Roślina niewymieniona w syntezie europejskiej (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Rhynchospora alba – w Polsce jako składnik wiodący znana przynajmniej z dwóch stanowisk odkrytych przed rokiem 2008 (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Jako składnik wiodący występuje rzadko, częściej jako domieszka. W Europie notowana w tej roli sporadycznie (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Carex appropinquata – stanowiła ważny lub zdecydowanie dominujący komponent zasiedlanych szuwarów na przynajmniej dwóch stanowiskach w Dolinie Biebrzy, odkrytych po roku 2007 (FRĄCKIEL i in. 2013). Roślina ta z dużym prawdopodobieństwem pełniła na tych stanowiskach rolę wiodącą, ponieważ może ona budować formacje zbliżone pod względem struktury do tych budowanych przez *Eriophorum vaginatum*. W syntezie europejskiej niewymieniana (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Na jednym stanowisku w Brandenburgii gdzie podjęto próbę introdukcji *Nehalennia speciosa*, stanowiła komponent szuwaru, nie jest jednak jasne, czy przez iglice wykorzystywany (MAUERSBERGER 2012).

Molinia caerulea – w Polsce jako składnik wiodący wykazana tylko w rezerwacie „Broduszurki”, gdzie stanowiła komponent siedliska typu (c) (BERNARD, DARAŻ 2008). Na badanym terenie była dość częstym komponentem siedlisk typu (d), jednak nie składnikiem wiodącym. Do takiej kategorii stwierdzeń należy również obserwacja ze rezerwatu „Torfy” (DARAŻ 2011). Jest to roślina typowa dla siedlisk słabo uwodnionych, stąd rzadka jako składnik wiodący. W Europie znana poza tym z dwóch stanowisk w Dolnej Saksonii (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Carex nigra – w Polsce jako składnik wiodący znana tylko z jednego stanowiska na terenie badań. Ze względu na preferencje tej rośliny w kierunku siedlisk zmiennowilgotnych, może być składnikiem wiodącym raczej tylko wyjątkowo i bardzo lokalnie. W syntezie europejskiej niewymieniana (BERNARD, WILDERMUTH 2005a).

Scheuchzeria palustris (L.) DULAC. – w siedliskach *Nehalennia speciosa* miała znaczny udział na ok. pięciu polskich stanowiskach, odkrytych przed rokiem 2008 (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Jak wskazują BERNARD i BUCZYŃSKI (2008), był to na kilku stanowiskach ważny, chociaż nie wiodący składnik roślinny. Niewykluczone jednak, że zgodnie z przyjętą w tej pracy metodyką, na części z tych stanowisk można przypisać jej wiodącą rolę. W syntezie europejskiej wymieniana z dwóch polskich stanowisk, jako ważny, lecz nie wiodący komponent (BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Poza tym podawana jeszcze przez MAUERSBERGERA (2012) z jednego stanowiska w Brandenburgii.

Eleocharis palustris (L.) ROEM. & SCHULT. – wykorzystywanie tej rośliny przez imagines zanotował MICHALCZUK (2012) na stanowisku Jacków Ogród. Na terenie badań wykorzystywanie *Eleocharis* sp. obserwowano na dwóch stanowiskach (nr 20 i 34), przy czym były to formacje o niewielkiej powierzchni i nie wykazano w ich obrębie rozwoju larwalnego. Rośliny z tego rodzaju są jednak korzystne pod względem pokroju i wydaje się, że w pewnych sytuacjach mogą pełnić rolę wiodącą, co być może miało miejsce na wspomnianym już stanowisku Jacków Ogród. W Brandenburgii przeprowadzono także próbę introdukcji iglicy w szuwarze *E. palustris* (MAUERSBERGER 2012). Wypuszczono w tym celu osiem imagines, czego efektem było wykazanie rok później po jednym osobniku podczas dwóch kontroli. W kolejnych latach iglicy nie obserwowano, do czego mogła przyczynić się silna konkurencja ze strony *Lestes sponsa* (HANSEM.) i postępująca sukcesja wyższej roślinności.

Oprócz tego możliwe jest w Polsce wykazanie wiodącej roli kolejnych gatunków roślin. Wskazują na to między innymi dane z Doliny Biebrzy, gdzie miejscami występowały inne niż typowe dla *Nehalennia speciosa* gatunki turzyc (np. wymieniana w syntezie europejskiej *Carex diandra* SCHRANK (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; FRĄCKIEL i in. 2013)).

Uwagi

Dotychczasowe dane sugerują wyraźną odrębność siedliskową obszarów młodo- i staroglacjalnych. O ile na tych pierwszych zasiedlane są głównie niewielkie jeziora dystroficzne z „kołnierzem” turzycowym (*Carex lasiocarpa* i/lub *Carex limosa*) na pograniczu sfagnowego pła i otwartego lustra wody, tak na obszarach staroglacjalnych spektrum siedlisk jest dużo bardziej rozmaite, obejmując różnego typu torfowiska (od kwaśnych po alkaliczne), często bez większych wyodrębnionych zbiorników i nierzadko siedliska wtórne. Dużo bogatsze na obszarach staroglacjalnych jest też spektrum gatunkowe zasiedlanej roślinności wynurzanej, chociaż najczęściej są to *C. lasiocarpa* i *Carex rostrata*. Zarysowana wyżej tendencja może mieć w dużej mierze podłoże geograficzne (bogatsze spektrum i większy udział wielu gatunków na obszarach wschodniej Polski i wschodniej Europy), jednak częściowo może też wynikać z niedostatecznej eksploracji torfowisk niskich w północnej części kraju. Drobne jeziora dystroficzne, otoczone płem sfagnowym z „kołnierzem” *C. lasiocarpa* i/lub *C. limosa*, są niewątpliwie podstawowym siedliskiem iglicy w strefie młodoglacjalnej, jednak udział siedlisk innego rodzaju – zdaniem autora – powinien być na tych obszarach przynajmniej nieco wyższy, niż wynika to z dotychczasowych danych.

2. Dynamika siedlisk i populacji na terenie badań

Dane ze wschodniej części terenu badań ukazują wysoki dynamizm występowania *Nehalennia speciosa* w ujęciu czasowo-przestrzennym, który dotychczas nie był u tego gatunku obserwowany na tak dużą skalę. Występowanie iglicy na tym terenie było w latach 2004–2018 silnie związane z wahaniami poziomu wody. Gwałtowny wzrost uwodnienia po 2009 r. przyczynił się do szybkiego rozrostu regionalnej populacji i kolonizacji licznych nowych stanowisk, natomiast na przestrzeni suchych lat 2014–2018 prawie wszystkie z obserwowanych populacji wyginęły. Pomimo że larwy *N. speciosa* stosunkowo dobrze znoszą okresowe wysychanie (zwłaszcza częściowe), to głębokie i wielosezonowe deficyty wody prowadzą nieuchronnie do ustąpienia gatunku (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; MIKOŁAJCZUK 2016; dane w tej pracy).

Dynamiczny charakter występowania *Nehalennia speciosa* we wschodniej części terenu badań ma jednak dłuższą historię. Dane paleoekologiczne wskazują bowiem, że uwodnienie

tutejszych stanowisk było również w przeszłości niestabilne, z serią okresów mokrych i suchych na przestrzeni XX i początku XXI wieku, przy czym poprzedni podobnie mokry epizod jak ten z lat 2010–2013 miał przypuszczalnie miejsce dopiero w I połowie XX w. Drzewostany wkraczające podczas suchych okresów w niejednym przypadku utrzymywały się przez dziesiątki lat, osiągając duże rozmiary i zwarcie, tym samym wyłączając część ze stanowisk z możliwości zasiedlenia na bardzo długi czas.

Do wysokiej nietrwałości populacji we wschodniej części terenu badań przyczyniło się w dużej mierze ubóstwo permanentnych zbiorników, wynikające z zaawansowanego stopnia złądowienia niecek. Znakomita większość obecnych tu stanowisk nie posiadała trwałych zbiorników, a tym samym refugium umożliwiających przetrwanie suchych okresów. Dodatkowo zbiorniki takie, nawet jeśli występowały, to zazwyczaj nie były dla *Nehalennia speciosa* sprzyjające z uwagi na ubóstwo roślinności przybrzeżnej. Odstępstwem od tej reguły były tylko zarastające płem sfagnowym torfianki na stanowisku nr 52. Dane współczesne sugerują, że występowanie *N. speciosa* we wschodniej części terenu badań ogranicza się podczas bardzo suchych okresów do zaledwie kilku, najbardziej stabilnie uwodnionych stanowisk. Odmienna pod tym względem jest zachodnia część badanego terenu, gdzie permanentne zbiorniki potorfowe występują istotnie częściej, stąd występowanie *N. speciosa* nie jest tu aż w tak dużym stopniu zależne od fluktuacji uwodnienia.

3. Dynamika siedlisk i populacji w Polsce

Chociaż istotny wzrost poziomu wód w latach 2010–2013 wystąpił na dużym obszarze kraju (fotomapy Google Earth... 2020), to poza terenem badań niewiele jest danych o jego wpływie na występowanie *Nehalennia speciosa*. Przykładem są tu obserwacje z Długiego Bagna w Kampinoskim PN, gdzie *N. speciosa* zajmowała przede wszystkim obszar zajęty przez obumarły po 2009 r. drzewostan, z reguły zwarty i wysokopienny (BUCZYŃSKI i in. 2014; TYBURSKI 2017). To pozbawione permanentnych zbiorników torfowisko zostało prawdopodobnie skolonizowane po 2009 r., ewentualnie wzrost poziomu wody przyczynił się do silnego rozrostu bytującej tu wcześniej, najwyżej szczątkowej populacji. Podobna sytuacja miała miejsce na częściowo zadrzewionym i zapewne podsychającym przed 2010 r. stanowisku w okolicach Siemiatycz (dane niepublikowane autora). Oprócz tego BUCZYŃSKI (2015) stwierdził po 2009 r. wzrost liczebności populacji na stanowisku Krugłe Bagno i zajmowanie nowych jego partii – stref typu (b) położonych z dala od zasiedlanych dotąd torfianek z otwartym lustrem wody.

Dane z terenu badań i fotomapy wskazują jednak, że skala wpływu mokrych lat 2010–2013 na rozpowszechnienie i liczebność populacji prawdopodobnie była w Polsce znacznie większa niż zostało to udokumentowane. Wpływ ten był potencjalnie najsilniejszy na obszarach o zaawansowanym stopniu złądowienia naturalnych zbiorników – zatem głównie w strefie staroglacjalnej. Zmienność uwodnienia znajdujących się w tej strefie stanowisk ukazują także wcześniejsze obserwacje spoza terenu badań (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Na szersze omówienie zasługuje stanowisko łąś-Toczyłowo, gdzie w roku 1998 stwierdzono liczną populację *Nehalennia speciosa* zajmującą przyległe do zbiornika szuwały *Carex rostrata* (JÖDICKE 1999), natomiast w sierpniu 2006 r. zbiornik ten był całkowicie wyschnięty, istotnie przesuszone było też przylegające do niego torfowisko (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Autorzy pracy z 2008 r. zasugerowali, że gatunek ustąpił z tego stanowiska. Warunki siedliskowe zmieniły się tu jednak radykalnie po 2009 r., kiedy to lustro wody sięgnęło częściowo zadrzewionych obrzeży torfowiska, a szuwały *C. rostrata* zostały w większości kompletnie zalane – tak, że nie wystawały ponad powierzchnię wody (fotomapy Google Earth 2020).

Interesującą historię obserwacji posiada także Jezioro Brzeziczno, gdzie w latach 90. potencjalne siedliska *N. speciosa* były raczej deficytowe w wodę i pomimo intensywnych badań gatunku nie stwierdzono (BUCZYŃSKI 2000). Stanowisko to zostało zapewne skolonizowane po 1997 r. (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008), co prawdopodobnie miało związek z mokrym okresem z przełomu lat 90. i 2000 (faza M2 w tej pracy). W roku 2006 obserwowano podsychanie tego stanowiska (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008), które prawdopodobnie nie przerwało występowania gatunku, natomiast w latach 2010–2011 silny wzrost uwodnienia doprowadził do masowego obumierania drzewostanów, porastających rozległy obszar torfowisk wokół jeziora (fotomapy Google Earth 2020). Oprócz tego deficyty wody w 2006 r. notowano także na stanowiskach Bukowski Las i Uroczysko Jęzor (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008).

Podsumowując – występowanie *Nehalennia speciosa* w Polsce z pewnością wykazuje wyraźne fluktuacje, wynikające z wahań poziomu wody o podłożu klimatycznym, na które w kontekście zarówno zaniku, jak i odradzania populacji nie zwracano dotąd większej uwagi. Zarówno liczebność populacji, jak i liczba zajętych stanowisk generalnie wzrasta w okresach mokrych oraz maleje w okresach suchych. Pociąga to za sobą również zmiany w zasiedlanym spektrum siedliskowym, ponieważ znaczna część z niezbiornikowych siedlisk typu (b) jest w okresach suchych słabo uwodniona, zarazem niezdatna do zasiedlenia. Istotne powiązanie z fluktuacjami uwodnienia wykazuje też wykorzystywanie niektórych zbiorowisk roślinnych. Dobrym przykładem są tu formacje *Eriophorum vaginatum*, których zasiedlanie w większości znanych przypadków wynikało ze wzrostu uwodnienia.

Tego rodzaju dynamizm jest niewątpliwie najsilniejszy na obszarach starogłacialnych, gdzie procesy lądowania naturalnych zbiorników są daleko posunięte, wskutek czego są one względnie podatne na wysychanie, natomiast w mniejszym stopniu dotyczy młodogłacialnych pojezierzy, gdzie baza siedliskowa jest bogata w zarastające roślinnością emersyjną, trwałe zbiorniki. Roślinność taka (pło sfagnowe) unosi się wodzie i układa zgodnie z jej poziomem, dzięki czemu jest relatywnie mniej podatna na wysychanie w porównaniu do silniej związanej z podłożem roślinności imersyjnej i kryptodysaptycznej (BERNARD, WILDERMUTH 2005a), zasiedlanej powszechnie na obszarach starogłacialnych. Do wyższej stabilności siedliskowej obszarów młodogłacialnych mogą się również przyczyniać na ogół większe niż w centralnym pasie kraju opady.

O ile wzrost liczby stwierdzeń *Nehalennia speciosa* w Polsce w latach 1998–2007 zdawał się wynikać przede wszystkim z intensyfikacji poszukiwań gatunku (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008), tak już wzrost liczby stwierdzeń w dekadzie 2007–2017 zdaje się być w istotnej części powiązany z korzystną sytuacją hydrologiczną w latach 2010–2013, za czym przemawia fakt, że relatywnie duży (co najmniej 35%) odsetek z odkrytych w tej dekadzie stanowisk to lokalizacje niestabilne hydrologicznie, na których gatunek wyginął po roku 2014. Stan zachowania gatunku w Polsce nie jest więc aż tak dobry, jak to może sugerować wysoka liczba nowo odkrytych populacji, ponieważ wiele z tych populacji obecnie już nie istnieje.

4. Mobilność gatunku

Nehalennia speciosa jest uznawana za gatunek wysoce stacjonarny, o niskiej zdolności do rozprzestrzeniania się (REINHARDT 1994; BERNARD 1998; SCHMIDT, STERNBERG 1999; BERNARD, WILDERMUTH 2005a; HARABIŠ, DOLNÝ 2011). Twierdzenie to wynika z: 1) małej wielkości i delikatnej budowy imagines, 2) silnego przywiązania imagines do roślinności wąskolistnej w siedlisku larwalnym, w której obrębie latają tylko na bardzo krótkie dystanse, 3) pozornej

niechęci i niskiej zdolności do dłuższego lotu; 4) uderzająco nieczęstych obserwacji imagines poza siedliskami rozwoju – zarówno z dala od nich, jak i w relatywnie bliskim (np. 100 m) ich sąsiedztwie; 5) wyników badań opartych na znakowaniu imagines; 6) silnego związku gatunku ze śródleśnymi ekosystemami torfowiskowymi, które często sprawiają wrażenie siedlisk mało przekształconych, stabilnych, niekiedy wręcz pierwotnych, sugerując tym samym zasiedziały i reliktowy charakter występowania *N. speciosa*.

Zazwyczaj niemożliwa jest ocena, czy dane stanowisko mogło zostać skolonizowane w nieodległej przeszłości, ponieważ: 1) większość z odkrywanych stanowisk nie była nigdy przedtem badana, 2) ewentualne wcześniejsze badania nie zawsze wykluczają możliwość przeoczenia gatunku, 3) siedliska *Nehalennia speciosa* mają w zdecydowanej przewadze pochodzenie naturalne lub częściowo antropogeniczne (stare torfianki), do rzadkości natomiast należą nowo powstałe siedliska antropogeniczne (np. żwirownie), w przypadku których kwestia niedawnej kolonizacji jest oczywista w każdym przypadku.

Pomimo to, kolonizacje nowych stanowisk oraz stwierdzenia imagines z dala od odpowiednich siedlisk (rzadsze przypadki) – są notowane regularnie (BURBACH, SCHIEL 2004; BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008; DEHONDT i in. 2010; KONOPKO 2011; MUERSBERGER 2012; ŁUKASIK 2014; mat. w tej pracy). Większość z tego rodzaju obserwacji dotyczy odległości poniżej 10 km od najbliższego aktywnego stanowiska, jednak zdarzają się również przypadki dotyczące odległości większych (np. kilka dobrze udokumentowanych kolonizacji na dystansach od 11 do 22 km na terenie Niemiec (MAUERSBERGER 2012)).

Chociaż na terenie badań stwierdzenia tego typu dotyczyły odległości poniżej 10 km, to na uwagę zasługuje ich niespotykana duża liczba (co najmniej kilkanaście stanowisk), a przede wszystkim bardzo szybkie tempo zachodzenia kolonizacji. Gatunek na często kontrolowanych stanowiskach notowano bowiem w przeciągu pierwszych dwóch lat występowania korzystnych warunków, niezależnie od odległości do najbliższej populacji (maks. 7,5 km). Dodatkowo po kilku latach wysokiego poziomu wód we wschodniej części terenu badań, *Nehalennia speciosa* obserwowano praktycznie na każdym zdatnym do zasiedlenia stanowisku.

Przytoczone wyżej obserwacje wskazują, że *Nehalennia speciosa* kolonizuje bez trudu siedliska odległe do 10 km, a pomiędzy populacjami odległymi o ten rząd odległości może zachodzić regularna wymiana przynajmniej niewielkiej liczby osobników. Znane przypadki kolonizacji na dystansach większych niż 10 km, a także relatywna powszechność kolonizacji na dystansach do 10 km wskazuje, że przy obecności dużych populacji potencjał kolonizacyjny *N. speciosa* może niewątpliwie sięgać kilkudziesięciu kilometrów. Zdolność do rozprzestrzeniania się gatunku wydaje się być zatem wyraźnie wyższa, niż wynikałoby to jedynie z delikatnej budowy imagines, ich pozornej niezdolności do dłuższego lotu czy silnego przywiązania do siedlisk rozwoju.

Twierdzenie o małej mobilności *Nehalennia speciosa* jest także dyskusyjne w świetle wyników badań genetycznych, które sugerują, że podczas ostatniego glacjału gatunek utrzymywał się prawdopodobnie tylko w pojedynczym refugium na dalekim wschodzie Azji (BERNARD, SCHMITT 2010; BERNARD i in. 2011). Jeżeli hipoteza ta jest prawdziwa, *N. speciosa* musiała skolonizować niezwykle rozległe tereny Azji i Europy w relatywnie krótkim okresie postglacjalnym, co przy założeniu małej mobilności gatunku wydaje się być nieprawdopodobne. Jednakże nawet biorąc pod uwagę inne możliwości postglacjalnej ekspansji i możliwe szersze występowanie gatunku w czasie ostatniego zlodowacenia – to, zdaniem autora,

już sam bardzo rozległy współczesny zasięg sugeruje, że zdolność do rozprzestrzeniania się *N. speciosa* nie może być bardzo niska.

Przemieszczanie się imagines na większe odległości zachodzi zapewne głównie z udziałem prądów powietrznych (BURBACH, SCHIEL 2004; BERNARD, WILDERMUTH 2005a). Jak przypuszczają BURBACH i SHIEL (2004), może być ono również wspierane aktywnym behawiorem – to znaczy początkowym wzlatywaniem w górę, następnie lotem wspomaganym prądami powietrznymi i w końcu opadaniem w sprzyjające miejsce. Obserwacje z terenu badań potwierdziły, że imagines mogą wznosić się aktywnym lotem wysoko w przestrzeń powietrzną (MIKOŁAJCZUK 2017), dlatego zasugerowany przez BURBACHA i SHIELA (2004) schemat wędrówek wydaje się być wysoce prawdopodobny. Co istotne, schemat ten może także wyjaśniać relatywną rzadkość obserwacji imagines poza siedliskami rozwoju (również w relatywnie bliskim ich sąsiedztwie). Zakłada on bowiem, że wędrówki są prowadzone głównie wysoko w powietrzu, a imagines wyszukują potencjalne siedliska, obserwując teren z góry – co oznacza selektywny wybór miejsc, w których się zatrzymują. Sprawiłoby to, że imagines z reguły omijają bliskie sąsiedztwo dotąd zajmowanego stanowiska i zasadniczo nie zatrzymują się w miejscach czysto przypadkowych – lecz przynajmniej częściowo sprzyjających. Przemawiać za tym może również fakt, że na badanym terenie imagines obserwowano wyłącznie na stanowiskach z obecnością sprzyjającej roślinności – nawet jeśli nie były one miejscem rozwoju, a jedynie miejscem występowania osobników zalatujących.

5. Ochrona

Dotychczasowe dane, w tym także obserwacje z terenu badań wskazują zgodnie, że wysiłki ochronne powinny skupiać się na takich lokalnych populacjach, których wyginięcie z powodu stochastycznych epizodów (np. pogodowych) jest mało prawdopodobne (np. BERNARD, SCHMITT 2010; BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Do tej kategorii kwalifikują się przede wszystkim duże populacje bytujące w stabilnych siedliskach, jednakże lokalnie (np. na terenach ubogich w stabilne siedliska), zasadna jest także ochrona populacji niewielkich i stabilnych, a także takich siedlisk nietrwałych, które w okresach mokrych mogą być miejscem rozwoju dużych populacji, przyczyniając się tym samym do okresowego ułatwienia ekspansji gatunku i zmniejszenia izolacji, często bardzo od siebie oddalonych populacji stabilnych. Należy również podkreślić, że ochrona stanowisk iglicy jest równoznaczna z ochroną cennych siedlisk torfowiskowych wraz z ich florą i fauną.

Głównym obszarem występowania dużych i stabilnych populacji w Polsce jest strefa młodoglacjalna, gdzie gatunek zasiedla w przewadze naturalne zbiorniki dystroficzne, wykazujące wysoką stabilność siedliskową (BERNARD, BUCZYŃSKI 2008). Generalnie wskazuje się, że siedliska naturalne są stabilniejsze i mniej podatne na wysychanie w porównaniu do siedlisk wtórnych (BERNARD, WILDERMUTH 2005a; BERNARD 2005). Obserwacje z terenu badań pokazują jednak, że na obszarach staroglacjalnych sytuacja może być miejscami zupełnie odwrócona. Ze względu na zaawansowane stadium lądowania siedlisk naturalnych, a zarazem ich podatność na wysychanie, zdecydowanie najstabilniejszym rodzajem siedlisk na badanym terenie były głębsze wyrobiska potorfowe. W konsekwencji wyrobiska takie powinny na tym terenie stanowić priorytet przy podejmowaniu działań ochronnych.

Według danych Centralnego Rejestru Form Ochrony Przyrody (CRFOP 2020), 16 (25%) stanowisk *Nehalennia speciosa* na terenie badań znajduje się w zasięgu istniejących obszarów chronionych (pominąwszy obszary chronionego krajobrazu). Są to w większości użytki ekologiczne (13 stanowisk), znacznie rzadziej obszary Natura 2000 (2 stanowiska – nr 6 i 7)

i rezerwaty (połowicznie stanowisko nr 12). Ponad połowa z tutejszych stanowisk znajduje się na gruntach prywatnych.

Ze względu na potencjalnie wysoką stabilność siedliskową, jako zasługujące na ochronę stanowiska terenu badań należy w pierwszej kolejności wymienić lokalizacje zachodnie, tj. stanowiska nr: 1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 12 (część południowa poza rezerwatem), 13, 15, 16. Na szczególne wyróżnienie zasługują przy tym śródlądowe lokalizacje nr 1, 10 i 12, które z uwagi na rozległe otwarte lustro wody i znaczną głębokość zbiorników, wykazują fizjonomię najbardziej zbliżoną do niewielkich, naturalnych jezior dystroficznych, będąc tym samym potencjalnie najbardziej stabilne. Proponowaną formą ochrony wszystkich wymienionych stanowisk jest strefa ochronna lub użytek ekologiczny, obejmujący siedlisko wraz z przyległą otuliną leśną. Należy jednak podkreślić, że dla szeregu z wymienionych obiektów działania ochronne mogą być poważnie utrudnione przez względy własnościowe (tereny prywatne).

We wschodniej części terenu badań należy pilnie objąć ochroną stanowisko nr 52, które jako jedyne tutejsze stanowisko jest potencjalnie stabilne pod względem uwodnienia w wieloletniej perspektywie czasu, będąc jednocześnie w okresach suchych istotnie izolowane. Proponowaną formą ochrony tego stanowiska jest użytek ekologiczny. Pozostałe stanowiska w tej części terenu badań są niestabilne i zasiedlane zasadniczo w okresach mokrych. Ich stan ochrony należy uznać za relatywnie dobry – ok. 30% z nich znajduje się w zasięgu użytków ekologicznych. Proponuje się jednak objęciem tą formą ochrony kilku kolejnych stanowisk, które w okresach mokrych mogą potencjalnie utrzymywać duże populacje, nr: 23, 25, 44, 45, 56, 61.

Poza wysychaniem siedlisk o podłożu klimatycznym, do głównych zagrożeń gatunku na terenie badań należą: 1) stopniowe zarastanie torfianek na torfowiskach sfagnowych, 2) postępująca eutrofizacja siedlisk położonych w krajobrazie rolniczym, 3) maszynowe wykopywanie głębokich zbiorników w zajętych przez ekosystemy torfowiskowe, bezodpływowych nieckach terenu na gruntach prywatnych, rzadziej zasypywanie takich niecek, 4) zmiany w stosunkach wodnych. Do zagrożeń drugorzędnych należy zaliczyć wylesianie zlewni i gospodarkę leśną.

Zarówno zarastanie torfianek, jak i eutrofizacja torfowisk w krajobrazie rolniczym wydają się być procesami istotnie rozciągniętymi w czasie. W przypadku zarastania torfianek, należy w przyszłości rozważyć możliwość ich czynnej ochrony poprzez przemyślane, mechaniczne powiększanie otwartego lustra wody. Korzystne w tym kontekście byłoby także tworzenie nowych, niedużych torfianek na torfowiskach będących w zaawansowanej fazie lądowania. Zahamowanie eutrofizacji siedlisk w krajobrazie rolniczym wymagałoby zalesienia sosną ich bezpośredniego otoczenia. Wprowadzenie tego zabiegu w praktykę – z uwagi na względy własnościowe – wydaje się być jednak w większości przypadków mało prawdopodobne. Na torfowiskach, gdzie eutrofizacja objawia się głównie ekspansją wierzby, korzystne może być jej regularne usuwanie.

Jak obrazują fotomapy (Google Earth 2020), zagrożenie związane z maszynową budową zbiorników w bezodpływowych obniżeniach terenu na gruntach prywatnych istotnie nasiliło się w ostatnich latach, obejmując też częściowo stanowisko nr 53. Tworzone w takich miejscach zbiorniki posiadają najczęściej prostą geometrię i bardzo strome brzegi, a przy ich wykopie wydobywana jest często znaczna ilość materiału mineralnego. Urobek z wykopów pozostawiany jest zwykle na miejscu w postaci nasypów lub rozprowadzany na pozostałej powierzchni zagłębienia. Działania takie mogą prowadzić do bezpowrotnego zniszczenia torfowiskowego charakteru siedliska, zwłaszcza gdy tworzone zbiorniki zajmują większość dna

niecki. W przeciwieństwie do kopanych dawniej bez użycia maszyn torfianek na torfowiskach sfagnowych, zbiorniki tego rodzaju z reguły nie stanowią sprzyjającego środowiska dla większości ważek torfowiskowych ze względu na długotrwałe ubóstwo roślinności brzegowej i znacznie wyższą trofię.

Melioracje siedlisk na badanym terenie wydają się być zagrożeniem o współcześnie niedużym nasileniu, chociaż nadal obecnym. Działania z tym związane sprowadzają się zasadniczo do oczyszczania już istniejących rowów, natomiast przypadki meliorowania siedlisk de novo są sporadyczne. W przyszłości jednak istotnym zagrożeniem może okazać się realizacja projektu drogi wodnej E-40 (Program Wisła 2020), który przewiduje budowę kanału żeglugowego przecinającego wschodnią część badanego obszaru. Lustro wody w tym kanale ma być w zamyśle położone powyżej powierzchni otaczających terenów, co miałyby zostać osiągnięte poprzez pompowanie wody. Jeżeli woda ta będzie pochodziła z okolicznych, z reguły mało zasobnych w wodę cieków – może to wpłynąć bardzo negatywnie na stosunki wodne całego regionu. Należy przy tym podkreślić, że chociaż wpływ osuszania dolin na stosunki wodne wysoczyznowych stanowisk *Nehalennia speciosa* jest nieznany, to jednak potencjalnie możliwy z uwagi na ich częste zaleganie w obrębie utworów wodnolodowcowych.

Na badanym terenie współcześnie nie spotkano się z przypadkami trwałego wylesiania zlewni, natomiast zagrożenia ze strony gospodarki leśnej wydają się być relatywnie małe i łatwe do ograniczenia. W stosunku do stanowisk *Nehalennia speciosa* na gruntach zarządzanych przez Lasy Państwowe, sugeruje się na badanym terenie kilka zaleceń ochronnych: 1) zaniechanie melioracji (w tym również konserwacji starych rowów) oraz prób sztucznego odnawiania lasu na ich powierzchni, 2) niestosowanie oprysków chemicznych w zasięgu stanowisk i ich bezpośredniej zlewni, 3) prowadzenie rębni w sąsiedztwie stanowisk możliwie niedużymi fragmentami – tak, aby obszar po jednorazowej wycince nie zajmował większości obszaru zlewni torfowiska, 4) zachowanie możliwie wysokiego udziału sosny zwyczajnej w zlewni, 5) zachowanie pasa drzewostanu buforowego przylegającego do krawędzi stanowiska, o szerokości co najmniej 15 metrów. Ta relatywnie niewielka szerokość pasa buforowego (przy respektowaniu punktu 3), wydaje się być dla większości tutejszych stanowisk wystarczająca, ponieważ intensywność spływów powierzchniowych – z racji małych deniwelacji terenu – jest tu potencjalnie niewielka, a osłonięcie od wiatru wydaje się zapewniać już sama forma zasiedlanej roślinności, przyjmującej postać zazwyczaj rozległych łąnów. Dla kilku najważniejszych stanowisk w zachodniej części badanego terenu (nr 1, 10, 12), zaleca się jednak zachowanie szerszej – co najmniej trzydziestometrowej strefy buforowej. Punkty 3 i 5 można pominąć, jeśli średnica stanowiska w najszerszym miejscu nie przekracza 80 metrów, a otaczający las istotnie ogranicza nasłonecznienie jego powierzchni.

Podziękowania

Składam serdeczne podziękowania Ewie MIŁACZEWSKIEJ, Grzegorzowi BISTUŁA-PRÓSZYŃSKIEMU oraz Maciejowi GÓRCIE za umożliwienie eksploracji części stanowisk. Rafałowi BERNARDOWI dziękuję za krytyczne uwagi dotyczące pierwszej wersji pracy oraz motywację do jej ukończenia.

PIŚMIENNICTWO

- ALBRYCHT A., BIŃKA K., BRZEZINA R., DYJOR K., NITYCHORUK J., PAWŁOWSKAJA I. 1997. Uwagi o nowych stanowiskach osadów interglacjalnych na tle stratygrafii młodszego czwartorzędu południowego Podlasia. *Przegląd Geologiczny* 45(6): 629–633.
- BARTCZAK A., GLAZIK R., TYSZKOWSKI S. 2013. Tendencje rocznych sum opadów atmosferycznych we wschodniej części Kujaw. *Nauka Przyroda Technologie* 7(1), #8.
- BERNARD R. 1998. Stan wiedzy o rozmieszczeniu i ekologii *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w Polsce. *Rocznik Naukowy Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”* 2: 67–93.
- BERNARD R. 2005. Strefy ochronne dla iglicy małej *Nehalennia speciosa* – wizja, prawo i problemy. *Odonatrix* 1(2): 21–24.
- BERNARD R., BUCZYŃSKI P., TOŃCZYK G., WENDZONKA J. 2009. Atlas rozmieszczenia ważek (Odonata) w Polsce. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- BERNARD R., BUCZYŃSKI P. 2008. Stan zachowania i wybiórczość siedliskowa iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w Polsce. *Odonatrix* 4(2): 43–60.
- BERNARD R., DARAŻ B. 2008. Stan i siedlisko peryferyjnej, izolowanej populacji iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w południowo-wschodniej Polsce (Odonata: Coenagrionidae). *Odonatrix* 4(1): 12–19.
- BERNARD R., HEISER M., HOCHKIRCH A., SCHMITT T. 2011. Genetic homogeneity of the Sedgling *Nehalennia speciosa* (Odonata: Coenagrionidae) indicates a single Würm glacial refugium and trans-Palaeartic postglacial expansion. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 49(4): 292–297.
- BERNARD R., KALKMAN V.J. 2015. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840). [w:] BOUDOT J.-P. & KALKMAN V.J. (Eds), *Atlas of the European dragonflies and damselflies*. KNNV publishing, the Netherlands.
- BERNARD R., KOSTERIN O.E. 2010. Biogeographical and ecological description of the Odonata of eastern Vasyugan Plain, West Siberia, Russia. *Odonatologica* 39(1): 1–28.
- BERNARD R., SCHMITT T. 2010. Genetic poverty of an extremely specialized wetland species, *Nehalennia speciosa*: implications for conservation (Odonata:Coenagrionidae). *Bulletin of Entomological Research* 100(4): 405–413.
- BERNARD R., WILDERMUTH H. 2005a. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) in Europe: a case of a vanishing relict (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 34(4): 335–378.
- BERNARD R., WILDERMUTH H. 2005b. Verhaltensbeobachtungen an *Nehalennia speciosa* in Bezug auf Raum, Zeit und Wetter (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 24(3/4): 129–153.
- BERNARD R., WILDERMUTH H. 2006. *Nehalennia speciosa*. [w:] IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org
- BUCZYŃSKI P. 2000. Ważki (Odonata) niektórych istniejących i projektowanych rezerwatów torfowiskowych Polesia Lubelskiego. *Rocznik Naukowy Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”* 4: 89–101.
- BUCZYŃSKI P. 2015. Dragonflies (Odonata) of anthropogenic waters in middle-eastern Poland. Wydawnictwo Mantis, Olsztyn.
- BUCZYŃSKI P., DAWIDOWICZ Ł., WAGNER G., JARSKA W. 2012. Nowe stanowisko iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) na Suwalszczyźnie. *Odonatrix* 8(1): 11–13.
- BUCZYŃSKI P., MIKOŁAJCZUK P., TOŃCZYK G. 2011. Nowe stwierdzenia łątki zielonej *Coenagrion armatum* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) na południowo-zachodnim skraju jej zasięgu (Polska Środkowa i Wschodnia). *Odonatrix* 7(2): 41–47.
- BUCZYŃSKI P., MARCZAK D., TOŃCZYK G., MIKOŁAJCZUK P., HORABIK G., LIBERSKI J., MISZTA A., RYCHŁA A., BRODAK M., BUCZYŃSKA E., DARAŻ B., GRZĘDZICKA E., JANKOWSKA B., KOWALEWCZANY D., KRAKOWSKA K., LIS Ł., MIŁACZEWSKA E., OSTALSKA A., PEPŁOWSKA-MARCZAK D., SZUBERT M., SZUBERT P., SIEKIERZYŃSKA J., SZYMAŃSKI J., TARKOWSKI J., TYBURSKI Ł., WENDZONKA J., WIERZBIENIEC G. 2014. Ważki (Odonata) stwierdzone podczas X Ogólnopolskiego Sympozjum Odonatologicznego PTE „Ważki Rezerwatu Biosfery <Puszcza Kampinoska>” (Izabelin, 28–30 VI 2013 r.). *Odonatrix* 10(2): 33–51.
- BURBACH K., SCHIEL F.-J. 2004. Beobachtungen zur Ausbreitungsfähigkeit von *Nehalennia speciosa* (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 23(3/4): 115–126.
- BRUJ M., ROMAN M. 2007. Zasięg pojezierza z interglacjału eemskiego w Polsce a pozycja stratygraficzna łądłolodów zlodowaceń środkowopolskich. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 425: 29–36.
- CZACHOROWSKI S., CZACHOROWSKI P. 2009. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w okolicy Dobrego Miasta (Polska północno-wschodnia). *Odonatrix* 5(2): 45–47.

- CAPPERS R. T. J., BEKKER R. M., JANS J. E. A. 2006. Digital Seed Atlas of the Netherlands. Groningen Archaeological Studies 4 2006, Barkhuis Publishing, Eelde, The Netherlands. www.plantatlas.eu
- CRFOP 2020. Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody (<http://crfop.gdos.gov.pl>). Data dostępu: 2020 r.
- DARAŻ B. 2011. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w południowo-wschodniej Polsce (Odonata: Coenagrionidae). *Odonatrix* 7(1): 14–18.
- DEHONDT F., MORA F., FERREZ Y. 2010. Redécouverte en France de *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata, Zygoptera : Coenagrionidae). *Martinia* 26(1&2): 3–8.
- DEMBEK W. 2000. Wybrane aspekty zróżnicowania torfowisk w młodo- i staroglacjalnych krajobrazach Polski wschodniej. Rozprawy habilitacyjne. IMUZ, Falenty.
- DUBICKI A., DUBICKA M., SZYMANOWSKI M. 2002. Klimat Wrocławia. [w:] Środowisko Wrocławia – Informator 2002, Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław: 9–25.
- DRZYMULSKA D., KUPRYJANOWICZ M. 2008. Zarys paleoekologii torfowisk Puszczy Knyszyńskiej. [w:] K. KOLANKO (red.) Różnorodność badań botanicznych: 50 lat Białostockiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Botanicznego 1958–2008. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok: 168–179.
- DRZYMULSKA D. 2016. Peat decomposition – shaping factors, significance in environmental studies and methods of determination; a literature review. *Geologos* 22, 1 (2016): 61–69.
- EBS 2008. European Biodiversity Survey (2008). Biodiversity Survey Rospuda Valley, Final Report. Groningen, European Biodiversity Survey.
- FJEWski Z. 2013. Pierwsze stanowisko iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w Krainie Gór Świętokrzyskich. *Kulon* 18(2013): 153–156.
- FIORENZA T., PECILE I. 2009. The pygmy damselfly *Nehalennia speciosa* is still part of the odonate fauna of Italy (Insecta, Odonata, Coenagrionidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia* 60: 17–27.
- FORYSIAK J. 2013. Jeziorna przeszłość torfowisk regionu łódzkiego. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Physica* 12: 3–15.
- FORYSIAK J. 2014. Zróżnicowanie morfogenetyczne mis torfowisk regionu łódzkiego. *Studia Limnologica et Telmatologica* 8(1): 7–17.
- FRĄCKIEL K., HENEL A., TAYLOR J.R.E. 2013. Występowanie i wybiórczość siedliskowa iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w dolinie Biebrzy. *Odonatrix* 9(2): 55–64.
- GANDER A. 2010. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) dans la Grande Carrière; une population singulière d'importance internationale (Odonata: Coenagrionidae). *Entomo Helvetica* 3: 189–203.
- Google Earth 2020. Ver. 7.3.3.7786. Data dostępu: 2020 r.
- HARABIŠ F., DOLNÝ A. 2011. The effect of ecological determinants on the dispersal abilities of Central European dragonflies (Odonata). *Odonatologica* 40(1): 17–26.
- Генеральный Штаб Рабоче-Крестьянской Красной Армии 1: 100 000. Arkusze: M–34–9, M–34–10, M–34–11, N–34–142 (wyd. 1936–38). Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- ILNICKI P. 2002. Torfowiska i torf. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- JĘDRO G., PIĄTEK G., HADWICZAK M. 2017. Chronione gatunki ważek (Odonata) torfowiska koło Buszyna na terenie Nadleśnictwa Polanów. [w:] DOMINIK J. (red.) VIII Dni Różnorodności Biologicznej w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Lasy Środkowopomorskie, Nadleśnictwo Polanów. Wydawnictwo EKWITA.
- JÖDICKE R. 1999. Libellenbeobachtungen in Podlasie, Nordost-Polen. *Libellula* 18(1/2): 31–48.
- JOKIEL P., KOZUCHOWSKI K. 1989. Zmiany wybranych charakterystyk hydroklimatycznych Polski w bieżącym stuleciu. Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN, Warszawa.
- KACZOROWSKA Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Przegląd Geograficzny IG PAN* 33: 112.
- KALKMAN V.J., BOUDOT J.-P., BERNARD R., CONZE K.-J., DE KNIJF G., DYATLOVA E., FERREIRA S., JOVIĆ M., OTT J., RISERVATO E., SAHLÉN G. 2010. European Red List of Dragonflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- KALNINŠ M., BERNARD R., MIČELSONE I. 2011. Protected aquatic insects of Latvia – *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae). *Latvijas Entomologs* 50: 40–57.
- KARLSSON T. 2011. Dvärgflickslända *Nehalennia speciosa* i Sverige (Odonata: Coenagrionidae). *Entomologisk Tidskrift* 132(3): 129–140.
- Karte Des Westlichen Russlands 1: 100 000. Arkusze: J32, J33, K33, K34, L33, L34, M34, N34 (wyd. 1914). Königlich Preußische Landesaufnahme, Berlin. Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- Klimat Polski 2021. Serwis IMGW–PIB (www.klimat.imgw.pl). Data dostępu: 2021 r.
- KOŁODZIEJCZYK K. 2013. Analiza makroszczątków roślinnych jako podstawa oceny degradacji torfowisk użytkowanych rolniczo. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- KONDRACKI J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.

- KONOPKO D. 2011. Nowe stanowisko iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w Trójmiejskim Parku Krajobrazowym. *Odonatrix* 7(1): 24–27.
- KURCZYK T., KUŹMIŃSKA M. 2003. Ważki (Odonata) wybranych torfowisk i sucharów Wigierskiego Parku Narodowego. Praca magisterska w maszynopisie. Akademia Rolnicza w Poznaniu, Wydział Leśny, Poznań.
- KRAJEWSKI Ł., JARZOMBKOWSKI F., KOTOWSKA D. 2014. Zalotka większa *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER 1825) w rezerwacie przyrody Gorbacz (Puszcza Knyszyńska, NE Polska). *Przegląd Przyrodniczy* 25(3): 62–65.
- LIBERSKI J., BULA R., CUBER P., MISZTA A. 2017. Stanowisko iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w Chełmie Śląskim (Błędown). [w:] PARUSEL J. B. Ważki w ocenie siedlisk wodno-błotnych Górnego Śląska: 27–42.
- ŁUKASIK D. 2014. Stwierdzenie iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w Kampinoskim Parku Narodowym. *Odonatrix* 10(1): 24–30.
- MANCI C.O. 2012. Dragonfly Fauna (Insecta: Odonata) from Romania. PhD Thesis Abstract, “Babes-Bolyai” University, Cluj-Napoca, Romania.
- MAUERSBERGER R. 2012. Über Neuansiedlungen von *Nehalennia speciosa* in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula supplement* 12: 199–209.
- MICHALCZUK W. 2012. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) na Roztoczu i w Kotlinie Sandomierskiej (Odonata: Coenagrionidae). *Odonatrix* 8(1): 14–18.
- MIĘSIĄK-WÓJCIK K., TURCZYŃSKI M., SPOŚÓB J. 2014. Natural and anthropogenic changes of standing water bodies in West Polesie (East Poland). Proceedings of the 2nd International Conference on Water Resources and Wetlands, 11–13 September, Tulcea: 36–43.
- MIKOŁAJCZUK P., MIŁACZEWSKA E. 2012. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) we wschodniej części Mazowsza i północnej części województwa lubelskiego. *Odonatrix* 8(1): 1–10.
- MIKOŁAJCZUK P. 2012. Nowe stanowiska łątki zielonej *Coenagrion armatum* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w południowej części Podlasia i na wschodnim Mazowszu. *Odonatrix* 8(2): 59–62.
- MIKOŁAJCZUK P. 2013. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w południowej części Podlasia z uwagami o ekologii i mobilności gatunku. *Odonatrix* 9(1): 1–12.
- MIKOŁAJCZUK P. 2015. Kolejne stwierdzenia i dane o ekologii iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w środkowo-wschodniej Polsce. *Odonatrix* 11(1): 1–20.
- MIKOŁAJCZUK P. 2016. Wpływ okresowego wysychania torfowisk na występowanie zimujących larw ważek (Odonata): obserwacje z Polski środkowo-wschodniej. *Odonatrix* 12(1): 1–12.
- MIKOŁAJCZUK P. 2017. Mobilność imagines *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae): obserwacje behawioru dyspersyjnego. *Odonatrix*, 13(2): 1–4.
- MISZTA A., CUBER P. 2009. Nowe stanowiska ważek (Odonata) zagrożonych w Polsce stwierdzone w latach 2006–2008 w województwie śląskim poza obszarami chronionymi. *Odonatrix* 5(2): 48–54.
- MISZTA A., CUBER P., DOLNÝ A., LIBERSKI J. 2012. Zalotka większa *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825) (Odonata: Libellulidae) w województwie śląskim w latach 2002–2012. *Odonatrix* 8(2): 33–42.
- MOJSKI J.E. 2005. Ziemia polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy. PIG, Warszawa.
- Mapa Szczegółowa Polski 1: 25 000. Arkusz P39–S33–H (wyd. 1951). WIG, Warszawa. Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- Mapa Taktyczna Polski 1: 100 000. Arkusze: P39–S33, P40–S33, P40–S34, P41–S34, P40–S35, P41–S36, P41–S37 (wyd. 1937–38). WIG, Warszawa. Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- Mapa Topograficzna Polski 1: 10 000. Źródło: http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/TOPO_SERIA/MapServer/WMSserver (data dostępu: 2016 r.)
- NIEDŹWIEDŹ T., TWARDOSZ R., WALANUS A. 2009. Long-term variability of precipitation series in east central Europe in relation to circulation patterns. *Theoretical and Applied Climatology* 98: 337–350.
- NITYCHORUK J. 1994. Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia południowego Podlasia. *Rocznik Międzyrzecki* 26: 23–107.
- Новая Топографическая Карта Западной России 1: 84 000. Arkusze: XXIII 12, XXIII 13, XXIV 11, XXIV 12, XXIV 13, XXIV14 (wyd. 1913–16).
- PODSTAWCZYŃSKA A. 2010. Temperatura powietrza i opady atmosferyczne w regionie łódzkim w ostatnim stuleciu. [w:] TWARDY J., ŻUREK S., FORYSIAK J. (red.), Torfowisko Żabieniec: warunki naturalne i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 63–74.
- Program Wisła 2020 (www.programwisla.pl/etap2). Data dostępu: 2020 r.

- SAWKIEWICZ L., Żak M. 1966. Ważki (Odonata) Śląska. Rocznik Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu, Przyroda 3: 73–132.
- SCHMIDT B., STERNBERG K. 1999. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840), Zwerglibelle. [w:] K. STERNBERG, R. BUCHWALD (red.), Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). Eugen Ulmer, Stuttgart: 358–368.
- SMGP 1: 50 000. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1: 50 000. PIG, Warszawa. Źródło: <http://giscbdg.pgi.gov.pl/arcgis/services/smgp50/MapServer/WMSServer> (data dostępu: 2016 r.)
- OLON J., BORZYSZKOWSKI J., BIDŁASIK M., RICHLING A., BADORA K., BALON J., BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T., CHABUDZIŃSKI Ł., DOBROWOLSKI R., GRZEGORCZYK I., JODŁOWSKI M., KISTOWSKI M., KOT R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., MYGA-PIĄTEK U., NITA J., PAPIŃSKA E., RODZIK J., STRZYŻ M., TERPIŁOWSKI S., ZIAJA W. 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica* 91(2): 143–170.
- STAŚKOWIAK A. 2015. Suplement do fauny ważek okolic Skarżyska-Kamiennej. Piękne, rzadkie i chronione V. Skarżyskie Zeszyty Ligi Ochrony Przyrody. Starostwo Powiatowe w Skarżysku.
- STOLARZ P. (red.). 2011. Rezerwat Bagno Jacka, monografia przyrodnicza. CEC Warszawa.
- STOLARZ P. 2012. Stanowisko roszarki pośredniej *Drosera intermedia* HAYNE w Mazowieckim Parku Krajobrazowym. *Naturalia* 1: 116–121.
- STYSZYŃSKA A. 2001. Oscylacja Północnego Atlantyku a opady na obszarze Polski. *Prace i Studia Geograficzne* 29: 232–241.
- TOBOLSKI K. 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. PWN, Warszawa.
- Topograficzna Karta Królestwa Polskiego 1: 126 000. Arkusze: Kol.V Sek.IV, Kol.V Sek.V, Kol.VI Sek.VIII (wyd. ~1850). Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- TYBURSKI Ł. 2017. Zarastanie torfowiska „Długie Bagno” w Kampinoskim Parku Narodowym. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie. Zeszyt* 51(2): 40–46.
- REINHARDT K. 1994. Zur Aktivität von *Nehalennia speciosa* in Nordpolen (Zygoptera: Coenagrionidae). *Libellula* 13(1/2): 1–8.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 września 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących zwierząt objętych ochroną. Dz. U. Nr 220, poz. 2237.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. 2016: poz. 2183.
- VICENTE-SERRANO S. M., BEGUERÍA S., LÓPEZ-MORENO J. I. 2010. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate* 23(7): 1696–1718.
- West. Osteuropa 1: 25 000. Arkusze: XXII 10–E, XXII 10–H, XXIV 11–B (wyd. 1914–19). Źródło: <http://igrek.amzp.pl>
- WENDZONKA J., RUTKOWSKI T. 2017. Wybrane grupy bezkręgowców. [w:] HERBICH J. (red.) *Przyroda rezerwatu Mechowiska Sulęczyńskie*. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2017.
- WIBIG J. 2012. Warunki wilgotnościowe w Polsce w świetle wskaźnika standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 12(2): 329–340.
- WOŚ A. 1999. *Klimat Polski*. PWN, Warszawa.
- WOŹNIAK A. 2013. Opady w 2010 roku w Karpatach Polskich na tle wielolecia 1881–2010. *Prace Geograficzne* 133: 35–48.