

Siedliskowo-ekologiczne wzorce występowania obcych inwazyjnych gatunków roślin w dolinach małych rzek wschodniego Mazowsza. Wybrane aspekty

Ewa Kołaczowska

Abstrakt. Celem badań¹ było określenie siedliskowo-ekologicznych wzorców występowania obcych inwazyjnych gatunków roślin naczyniowych w dolinach małych rzek nizinnych. Do szczegółowych badań wytypowano trzy doliny rzek wschodniomazowieckich: Świdra, Wilgi i Rządzy. Na podstawie zebranych w terenie informacji o uwarunkowaniach siedliskowych, ekologicznych, szacie roślinnej i użytkowaniu ziemi, opracowano modele występowania czterech najlepiej reprezentowanych obcych inwazyjnych gatunków roślin: klonu jesionolistnego *Acer negundo*, kolczurki klapowanej *Echinocystis lobata*, nawłoci późnej *Solidago gigantea* i niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora*. W tym celu zastosowano metodę drzew klasyfikacyjnych.

Rozmieszczenie inwazyjnych gatunków w dolinach analizowanych rzek w największym stopniu kształtują czynniki florystyczno-fitosocjologiczne (przede wszystkim typ zbiorowiska i współwystępowanie określonych gatunków roślin naczyniowych) oraz ukształtowanie terenu. Gatunkiem o najwyraźniej określonych preferencjach siedliskowo-ekologicznych okazał się niecierpek drobnokwiatowy, zaś najszerszą tolerancję względem czynników środowiska wykazała nawłoc późna.

Słowa kluczowe: inwazje biologiczne, doliny małych rzek, drzewa klasyfikacyjne

Abstract. Habitat and ecological patterns of the occurrence of invasive alien plant species in the small river valleys of Eastern Masovia. Selected aspects. The aim of this study was to identify and quantify environmental and land-use factors that determine the occurrence and abundance of selected alien invasive plant species in small lowland river valleys. For the detailed field survey three river valleys were selected: Świdra, Wilga and Rządza. The collected information on habitat and ecological conditions and on the land-use types in analyzed river valleys were used as explanatory variables in classification tree models. It was possible to build such models for four the most common invasive species: *Acer negundo*, *Echinocystis lobata*, *Solidago gigantea* and *Impatiens parviflora*. The factors that explained distribution and abundance of those species the best were associated with floristic composition and plant community types. The most stenotopic species was *Impatiens parviflora* and the most eurytopic one was *Solidago gigantea*.

¹ Badania finansowane ze środków na naukę MNiSW w ramach projektu N N304 080535

Wstęp

Doliny rzeczne stanowią ważne drogi migracji dla wielu gatunków roślin, także dla gatunków obcych geograficznie i inwazyjnych. Jako struktury krajobrazu zbliżone do liniowych, położone w skali zlewni najniższej, mające określony kierunek spadku umożliwiają stosunkowo szybkie rozprzestrzenianie się roślin na znaczne odległości. Masowe występowanie gatunków inwazyjnych może skutkować trwałymi przekształceniami środowisk, dlatego identyfikacja czynników promujących występowanie gatunków inwazyjnych w dolinach rzecznych jest konieczna m. in. dla opracowania praktyk mających na celu zapobieganie przyszłym inwazjom. Doliny małych rzek nizinnych są obecnie słabiej rozpoznane pod tym względem niż doliny rzek dużych, niniejsza praca jest zatem próbą uzupełnienia wiedzy w tym zakresie.

Celem badań było określenie siedliskowo-ekologicznych wzorców występowania obcych inwazyjnych gatunków roślin naczyniowych w dolinach małych rzek na wschodnim Mazowszu.

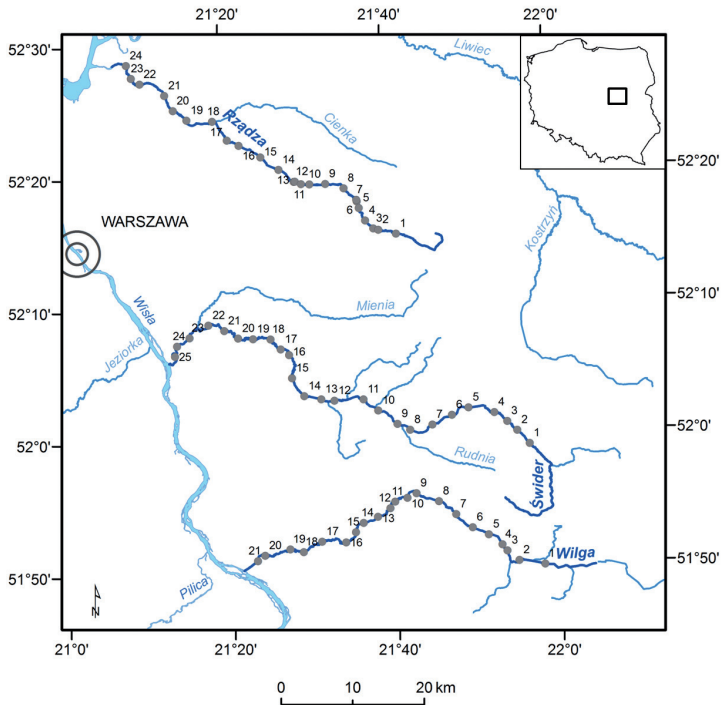
Jako teren badań wytypowano doliny trzech małych rzek: Świdra, Wilgi (dopływy Wisły) i Rządzy (dopływ Narwi). Długość żadnej z rzek nie przekracza 100 km. Badaniami objęto doliny z wyłączeniem kilkunastokilometrowych odcinków źródłowych (ryc. 1).

Teren badań znajduje się w obrębie Nizin: Środkowomazowieckiej i Południowopodlaskiej (Kondracki 2002). Ich granice są podporządkowane układowi pradolin i wzniesień morenowych – form będących śladami po kolejnych zlodowaceniach, które wywarły największy wpływ na układ sieci rzecznej (Kondracki 1998).

Metody

Badania w dolinach rzecznych prowadzono na pasowych transektach prostopadle przecinających koryta rzek i rozmieszczonych w miarę możliwości w regularnych odstępach wzdłuż ich biegu (ryc. 1). W obrębie transektów wytyczano prostokątne powierzchnie badawcze o szerokości 30-40 m: zwykle na brzegach i na równinie zalewowej (w sumie po cztery), w jednorodnym płacie roślinności. Na powierzchniach ($N = 310$) scharakteryzowano warunki siedliskowe i użytkowania ziemi, wykonano spisy florystyczne wraz z ilościowością oraz pobrano próby glebowe do analiz laboratoryjnych.

Opracowano uproszczoną typologię zbiorowisk roślinnych na podstawie podobieństwa florystyczno-fizjonomicznego. Wyróżniono: bory świeże i mieszane (bór), wilgotne lasy liściaste (las), zbiorowiska ziołoroślowe (ziołorośla), zadrzewienia z runem ziołoroślowym, stanowiące typ pośredni między dwoma powyższymi (zadrzewienie), zbiorowiska szuwarowe (szuwar) oraz wilgotne łąki (łąka). Powierzchnie badawcze scharakteryzowano także ze względu na wymagania siedliskowo-ekologiczne gatunków roślin na nich występujących. Obliczono w tym celu mediany wybranych ekologicznych liczb wskaźnikowych Ellenberga i in. (1991) oraz Zarzyckiego i in. (2002). Powierzchniom badawczym przypisano ponadto wartości parametrów związanych z ich położeniem w przestrzeni geograficznej, ukształtowaniem terenu, użytkowaniem ziemi i wybranymi właściwościami gleby.



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań i transektów
Fig. 1. Location of the study area and the transects

Dla czterech najczęściej występujących obcych inwazyjnych gatunków roślin w dolinach Świdra, Wilgi i Rządzy (klonu jesionolistnego, kolczurki kłapowanej, nawłoci późnej i niecierpka drobnokwiatowego) określono listę najwinięjszych im gatunków roślin naczyniowych wykorzystując wskaźnik wierności Φ (Chytrý i in. 2002).

Do konstrukcji modelu pozwalającego na wskazanie prawidłowości w rozmieszczeniu czterech ww. obcych inwazyjnych gatunków roślin w dolinach małych rzek na wschodnim Mazowszu wykorzystano w sumie 44 czynniki środowiska jako zmienne objaśniające (tab. 1).

Model ma postać drzewa binarnego, składającego się z korzenia (przedstawianego zwyczajowo u góry rysunku) oraz gałęzi połączonych węzłami. Węzły na najniższym poziomie drzewa nazywane są liśćmi. Z każdym węzłem wewnętrznym skojarzony jest warunek (określony zbiór wartości danej zmiennej) dotyczący konkretnej obserwacji (tu: powierzchni badawczej). Z każdego węzła wewnętrznego wychodzą po dwie gałęzie prowadzące do węzłów na niższym poziomie, skojarzone odpowiednio z obserwacjami spełniającymi warunek i niespełniającymi warunku. Z podzbioru obserwacji wyznaczonego przez dany węzeł można odczytać udział klas przypisanych poszczególnym obserwacjom. W niniejszej pracy przyjęto następujące klasy: „brak” – brak rozpatrywanego gatunku, „mało” – gatunek występuje z pokryciem do 10%, „dużo” – gatunek występuje z pokryciem $\geq 10\%$. Dla klonu

jesionolistnego – gatunku drzewiastego – granica między klasą „mało” i „dużo” została przesunięta na 30%. Udział powyższych klas na poziomie liści został zilustrowany diagramami kołowymi, których pola powierzchni są proporcjonalne do liczby obserwacji.

Tab. 1. Zakresy i kategorie czynników środowiska użytych do analizy występowania wybranych obcych inwazyjnych gatunków roślin w dolinach Świdra, Wilgi i Rządzy przy pomocy drzew klasyfikacyjnych; nazewnictwo gatunków roślin przyjęto za Mirkiem i in. (2002)

Table 1. Ranges and categories of environmental factors used as predictor variables in the classification model of abundance of the selected alien invasive plant species in the valleys of Świdra, Wilga and Rządza rivers; nomenclature of species according to Mirek et al. (2002)

Czynnik środowiska <i>Environmental factor</i>	Min.	Max.
Parametry położenia powierzchni badawczych w przestrzeni geograficznej <i>Location of the study plots in the geographical space (3):</i>		
Długość geograficzna <i>Longitude</i>	21° 08' 38"	21° 57' 58"
Szerokość geograficzna <i>Latitude</i>	51° 49' 55"	52° 28' 37"
Kilometr rzeki <i>Distance from river outfall [km]</i>	2,06	82,25
Parametry związane z ukształtowaniem terenu <i>Variables associated with the land relief (5):</i>		
Szerokość koryta <i>River bed width [m]</i>	2	8
Wysokość nad poziomem rzeki <i>Height above river level [m]</i>	0,2	6
Odległość od krawędzi koryta rzeki <i>Distance from the river bed [m]</i>	0	30
Spadek terenu (klasa spadku) <i>Slope (slope class)*</i>	1	5
Forma geomorfologiczna {krawędź koryta, odsyp brzeżny, skarpa, sztuczna skarpa, taras zalewowy, taras zalewowy wyższy, taras nadzalewowy} <i>Landform {river bank, point bar, scarp, embankment, floodplain, higher flood terrace, over-flood terrace}</i>	–	–
Parametry związane z użytkowaniem ziemi <i>Variables associated with the land-use (3):</i>		
Typ użytkowania ziemi {nieużytek na terenie niezagospodarowanym, łąka ekstensywna, łąka podsiewana, łąka odłogowana, odłóg po uprawie polowej, teren rekreacyjny, las gospodarczy, inny} <i>Land-use type {natural area (not used), extensive meadow, intensive meadow, abandoned meadow, cultivable wasteland, leisure site, pine plantation, other}</i>	–	–
Historia użytkowania terenu** {obecnie, dawniej, nie} <i>Time of exploitation {at present, in the past, probably never}</i>	–	–
Przedmiot użytkowania {drzewostan, runo, inny, brak} <i>Subject of exploitation {tree layer, herb layer, other, no subject}</i>	–	–
Parametry glebowe <i>Variables associated with the soil conditions (6):</i>		
Wilgotność aktualna <i>Momentary soil moisture [%]</i>	0,7	74,2
Odczyn <i>Reaction [pH H₂O]</i>	3,76	7,46
Przewodność <i>Conductivity [mS·cm⁻¹]</i>	0,124	3,689
Zawartość azotu ogólnego <i>Total nitrogen content [%]</i>	0,02	2,25
Zawartość węgla organicznego <i>Organic carbon content [%]</i>	0,29	27,17
Stosunek C _{org.} : N _{org.} <i>Soil C:N ratio</i>	5,18	22,45

Parametry florystyczno-fitosocjologiczne <i>Variables associated with the floristic composition and plant communities</i> (27):		
Typ zbiorowiska {bór, las, szuwar, zadrzewienie, ziolorośla, łąka, inny} <i>Plant community type {coniferous forest, broad-leaved forest, reed beds and sedge vegetation, fringe woodlot, tall herb fringe community, meadow, other}</i>	–	–
Pokrycie ogólne <i>Total cover</i> [%]	50	100
Pokrycie analizowanych gatunków i najwierniejszych im gatunków roślin naczyniowych <i>Cover of alien invasive plant species and the accompanying species of the highest fidelity values</i> [%]:		
Klon jesionolistny (<i>Acer negundo</i>)	0	80
Kielisznik zaroślowy (<i>Calystegia sepium</i>)	0	70
Glistnik jaskółcze ziele (<i>Chelidonium majus</i>)	0	60
Ostrożeń błotny (<i>Cirsium palustre</i>)	0	5
Głóg jednoszyjkowy (<i>Crataegus monogyna</i>)	0	5
Kolczurka klapowana (<i>Echinocystis lobata</i>)	0	50
Wierzbownica kosmata (<i>Epilobium hirsutum</i>)	0	5
Trzmielina pospolita (<i>Euonymus europaea</i>)	0	30
Kostrzewa olbrzymia (<i>Festuca gigantea</i>)	0	40
Bodziszek cuchnący (<i>Geranium robertianum</i>)	0	5
Kuklik pospolity (<i>Geum urbanum</i>)	0	40
Bluszczyk kurdybanek (<i>Glechoma hederacea</i>)	0	50
Niecierpek drobnokwiatowy (<i>Impatiens parviflora</i>)	0	60
Jasnota plamista (<i>Lamium maculatum</i>)	0	30
Mozga trzcinowata (<i>Phalaris arundinacea</i>)	0	80
Czeremcha pospolita (<i>Padus avium</i>)	0	50
Wierzba trójpręcikowa (<i>Salix triandra</i>)	0	40
Nawłoc późna (<i>Solidago gigantea</i>)	0	60
Czyściec błotny (<i>Stachys palustris</i>)	0	10
Ekologiczne liczby wskaźnikowe (mediany dla powierzchni badawczych) <i>Ecological indicator values (medians calculated for the study plots)*:</i>		
Wskaźnik intensywności światła L [w skali Ellenberga i in.] <i>Light number L [Ellenberg's scale]</i>	5	8
Wskaźnik kwasowości gleb R [w skali Ellenberga i in.] <i>Reaction number R [Ellenberg's scale]</i>	4	7
Wskaźnik zawartości azotu w glebach N [w skali Ellenberga i in.] <i>Nitrogen number N [Ellenberg's scale]</i>	4	8
Wskaźnik wilgotności gleb F [w skali Ellenberga i in.] <i>Moisture number F [Ellenberg's scale]</i>	4	9
Wskaźnik zawartości humusu D [w skali Zarzyckiego i in.] <i>Soil granulometric value D [Zarzycki's scale]</i>	3,5	4,5
Wskaźnik zwięzłości gleby i jej przewietrzania H [w skali Zarzyckiego i in.] <i>Organic matter content value H [Zarzycki's scale]</i>	2	3

* skala porządkowa *ordinal scale*

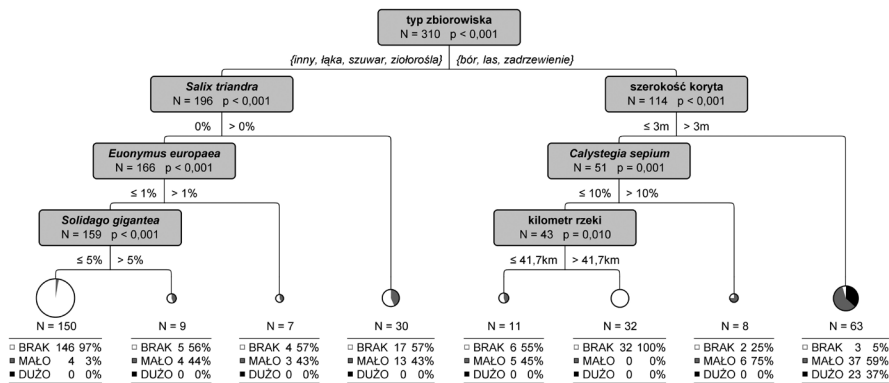
** *Teren nieużytkowany = nienoszacy widocznych śladów użytkowania*

Wyniki

W dolinach trzech rzek stwierdzono występowanie 19 inwazyjnych gatunków roślin naczyniowych (wg listy Tokarskiej-Guzik 2005). Cztery z nich były reprezentowane w stopniu pozwalającym na opracowanie modeli ich występowania (Ryc. 2-5). Spośród 44 czynników środowiska wprowadzonych do modelu jako zmienne algorytm klasyfikujący (Hothorn i in. 2006) wybrał w sumie 15 najistotniej wpływających na rozmieszczenie analizowanych gatunków. Dziewięć z nich należało do grupy parametrów florystyczno-fitosocjologicznych, trzy były związane z ukształtowaniem terenu, dwa – z położeniem powierzchni w przestrzeni geograficznej i jeden – z użytkowaniem ziemi (tab. 1).

Klon jesionolistny *Acer negundo* występował najobficiej (z pokryciem $\geq 30\%$) w borach, lasach i zadrzewieniach, położonych na odcinkach dolin, gdzie koryta rzek były szersze niż 3 m. Na 63 powierzchniach badawcze spełniające powyższe warunki 47 znajdowało się w dolnym i środkowym biegu Świdry, 14 w dolnym biegu Wilgi i 2 w dolinie Rządzy. W tym przypadku szerokość koryta wskazuje jednocześnie na lokalizację stanowisk gatunku względem ujścia danej rzeki. Być może na takie rozmieszczenie klonu jesionolistnego wpływa sąsiedztwo doliny Wisły, w której gatunek ten występuje powszechnie.

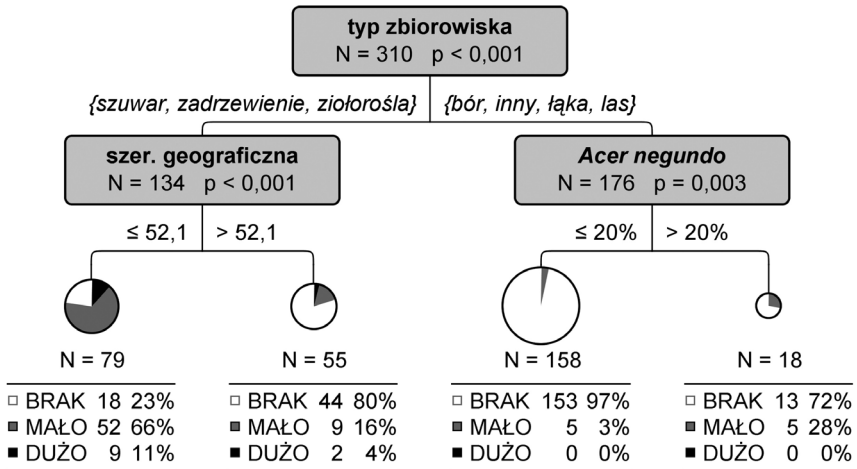
W zbiorowiskach innych niż bory, lasy i zadrzewienia klon jesionolistny nie osiągnął pokrycia 30%. Gdy ponadto spełnione były warunki: „brak *Salix triandra*”, „pokrycie *Euonymus europaea* $\leq 1\%$ ” oraz „pokrycie *Solidago gigantea* $\leq 5\%$ ”, obecności klonu prawie nie stwierdzano. Spośród 150 powierzchni gatunek ten był obecny tylko na 4 (ryc. 2).



Ryc. 2. Drzewo klasyfikacyjne dla klonu jesionolistnego *Acer negundo*. Definicje klas w tekście powyżej
Fig. 2. Classification tree for *Acer negundo*. For definitions of the classes see the text above

Kolczurka kłapowana *Echinocystis lobata* preferowała szuwały, ziołorośla i zadrzewienia – typy zbiorowisk roślinnych występujące przede wszystkim na brzegach rzek. Dalszym kryterium istotnie różnicującym rozmieszczenie kolczurki okazała się szerokość geograficzna, która oddzieliła stanowiska tego gatunku nad Świdrem i Wilgą (częste i obfite) od tych nad Rządzą (zdecydowanie rzadsze, ze sporadycznymi przypadkami pokrycia $\geq 10\%$) –

ryc. 3. Należy pamiętać, że czynnik ten ma charakter lokalny i nie należy go ekstrapolować na inne tereny.

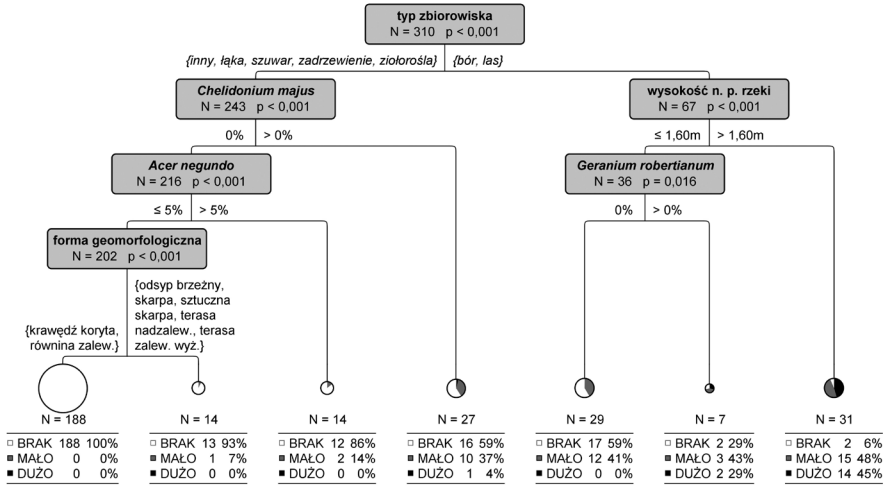


Ryc. 3. Drzewo klasyfikacyjne dla kolczurki klapowanej *Echinocystis lobata*. Definicje klas w tekście powyżej

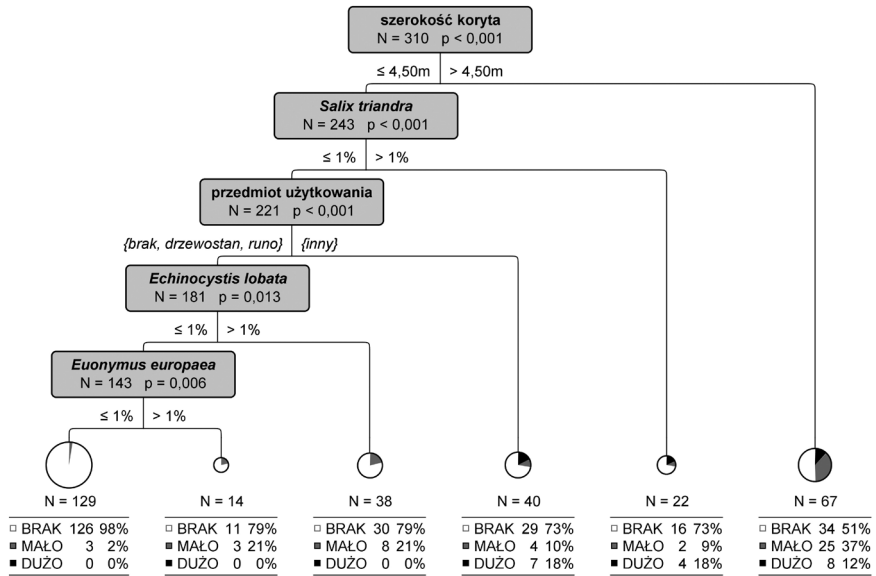
Fig. 3. Classification tree for *Echinocystis lobata*. For definitions of the classes see the text above

Nawłoc późna *Solidago gigantea* nie wykazała wyraźnych preferencji siedliskowo-ekologicznych. Powstały model ściślej definiuje warunki, w jakich gatunek ten nie występuje niż w jakich można by się go spodziewać. Są to przeważnie miejsca, w których jednocześnie: rzeka nie przekracza szerokości 4,5 m, *Salix triandra* występuje co najwyżej sporadycznie, przedmiotem użytkowania ziemi jest drzewostan, runo lub teren nie jest użytkowany, a także w których *Echinocystis lobata* i *Euonymus europaea* również występują co najwyżej sporadycznie. Jest to jednak tylko jedna z wielu możliwości wykluczenia obecności nawłoci później w dolinach małych rzek (ryc. 4).

Niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora* występował ze znacznym pokryciem ($\geq 10\%$) przede wszystkim w borach i w lasach oraz okazjonalnie w zadrzewieniach. Szczególnie obfite w ten gatunek były stanowiska leśne, położone $> 1,6$ m n. p. rzeki. W miejscach położonych niżej czynnikiem promującym jego występowanie (w tym także obfite) była obecność *Geranium robertianum* – gatunku leśnego, zarosłowego i okrajkowego, występującego często na zboczach i zbiorowiskach o zaburzonej strukturze gleby (ryc. 5).



Ryc. 4. Drzewo klasyfikacyjne dla nawłoci późnej *Solidago gigantea*. Definicje klas w tekście powyżej
 Fig. 4. Classification tree for *Solidago gigantea*. For definitions of the classes see the text above



Ryc. 5. Drzewo klasyfikacyjne dla niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora*. Definicje klas w tekście powyżej
 Fig. 5. Classification tree for *Impatiens parviflora*. For definitions of the classes see the text above

Podsumowanie

Zastosowanie drzew klasyfikacyjnych pozwoliło na wskazanie prawidłowości w rozmieszczeniu obcych inwazyjnych gatunków roślin w dolinach małych rzek na wschodnim Mazowszu. Dla każdego z analizowanych gatunków prawidłowości te są różne. Niemniej jednak rozmieszczenie wszystkich analizowanych gatunków w największym stopniu kształtują czynniki florystyczno-fitosocjologiczne oraz ukształtowanie terenu, czego wyrazem jest wysoka frekwencja zmiennych z tych grup w powstałych modelach. Grupa parametrów glebowych i ekologiczne liczby wskaźnikowe okazały się słabszymi predyktorami występowania analizowanych gatunków inwazyjnych i nie zyskały reprezentacji w żadnym z drzew.

Gatunkiem o najwyraźniej określonych preferencjach siedliskowo-ekologicznych w dolinach małych rzek wschodniego Mazowsza okazał się *Impatiens parviflora*, zaś najszerzą amplitudą wymagań względem czynników środowiska wykazała się *Solidago gigantea*.

Literatura

- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 1 (13): 79-90.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* (18): 1-248.
- Hothorn T., Hornik K., Zeileis A. 2006. **Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework.** *Journal of Computational and Graphical Statistics* 3 (15): 651-674.
- Kondracki J. 1998. Fizycznogeograficzne regiony Polski a układ sieci rzecznej. *Rzeki: Kultura — Cywilizacja — Historia* 7: 77-91.
- Kondracki J. 2002. *Geografia regionalna Polski*. 188–204. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M. 2002. Krytyczna lista roślin kwiatowych i paprotników Polski. IB PAN, Kraków.
- Tokarska-Guzik B. 2005. *The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wolek J., Korzeniak U. 2002. *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*. Seria Biodiversity of Poland vol. 2 pod redakcją Z. Mirka. Instytut Botaniki PAN, Kraków.

Ewa Kołaczowska

Zakład Geoekologii i Klimatologii,
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
ekolaczk@twarda.pan.pl