

Wpływ regulacji środkowego biegu Nidy na stan lasu łągowego – zapis procesu w przyrostach rocznych olszy czarnej *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Adrian Wójcik, Agnieszka Czajka, Ryszard J. Kaczka

Abstrakt. Nida jest rzeką o charakterze typowo nizinnym. Przejawia się to zarówno w jej reżimie i ukształtowaniu łozyska (meandrujące, piaskodenne koryto oraz terasowa budowa doliny), jak i charakterze nadbrzeżnej roślinności (jesionowo-olszowe lasy łągowe typu *Fraxino-Alnetum* z wyraźną dominacją olszy czarnej *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). W latach 60. XX wieku Nida została częściowo uregulowana poprzez budowę wałów oraz wyprostowanie i pogłębienie koryta. Zabiegi te pośrednio i bezpośrednio wpłynęły na kondycję lasu nadbrzeżnego przez zmiany reżimu wezbrań i poziomu wód gruntowych oraz ograniczenie migracji bocznej koryta. Badania prowadzono na stanowiskach: Mokrsko, które ma charakter naturalny (stanowisko Z); Stawy na odcinku uregulowanym (stanowisko S) oraz w Macierzyżu jako stanowisku referencyjnym położonym 2,5 km na wschód od doliny Nidy. W stanowiskach, które znajdują się nad rzeką największy wpływ na przyrosty roczne olsz czarnych mają opady w okresie lata oraz wysokie stany wody w okresie (III–X). W stanowisku referencyjnym za przyrosty roczne odpowiadają głównie czynniki klimatyczne.

Słowa kluczowe: Nida, olsza czarna, dendrohydrologia, regulacja koryta, eksploatacja piasku, las łągowy

Abstract. Influence of river regulation on riparian forest condition – record of the process in *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Annual tree rings. Nida is a typical lowland river. This is reflected both in its regime and type of the channel (meandering, sand-bedded and terraced valley) and in riparian vegetation (riparian alder forests *Fraxino – Alnetum* with apparent dominance of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). During the 1960s Nida was partially trained by the construction of embankments and channel bend straightening and deepening. These operations directly and indirectly affected the condition of the riparian forest by changing the hydrological regime and reducing the lateral migration of channel bend. The study was conducted in the following sites: Mokrsko, in natural river reach (site Z); Stawy, in regulated river reach (site S) and Macierzyż as the reference site located 2.5 km east from the valley. In the sites located in the bottom of the river valley the annual growth of black alders is mainly impacted by summer precipitation and high water levels in the period III–X. The reference site is influenced mainly by climate factors.

Key words: Nida, black alder, dendrohydrology, channel regulation, sand excavation, riparian forest

Wstęp

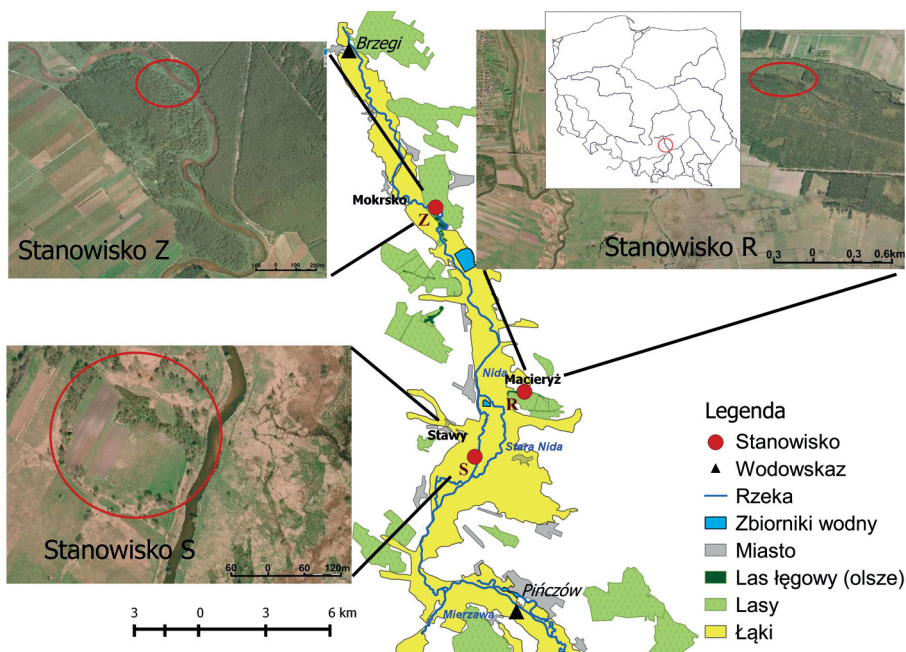
Nida jest rzeką o charakterze typowo nizinnym. Przejawia się to zarówno w jej reżimie i ukształtowaniu łóżyska (meandrujące, piaskodenne koryto oraz terasowa budowa doliny), jak i charakterze nadbrzeżnej roślinności (lasy łęgowe typu jesionowo-olszowy *Fraxino-Alnetum* z wyraźną dominacją olszy czarnej *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Ekosystemy łęgowe pełną funkcję swego rodzaju zbiorników retencyjnych, które wpływają pozytywnie na warunki hydrologiczne w dolinie rzecznej (Przemyski 2012). Wskutek wielowiekowej działalności rolniczej zbiorowiska łęgowe występujące w dolinie środkowej Nidy mają charakter rozproszonych i nieregularnych płatów. Do czynników zapewniających optymalne warunki rozwoju olsz, głównego składnika łęgów, zalicza się dużą wilgotność gleb typu mezotroficznego i eutroficznego, a lepszy wzrost jest uwarunkowany obecnością wody płynącej jak i zastojowej (Jaworski 2011). Olsza czarna jest gatunkiem wrażliwym zarówno na obniżenia poziomu wody gruntowej, jak i na długotrwałe podtopienia. Występowanie wysokiej temperatury powietrza w okresie zimy i wiosenne susze również mają znaczny, negatywny wpływ na kondycję olsz (Sierota 2001). Las łęgowy jest dziś w dolinie Nidy rzadszym niż pierwotnie typem siedliska. Dodatkowo jest zagrożony wahaniami poziomu wód gruntowych ze względu na presję antropogeniczną związaną m.in. z prowadzeniem melioracji i regulacją koryta rzecznego. W latach 60. XX wieku Nida została częściowo uregulowana poprzez budowę wałów oraz wyprostowanie i pogłębienie koryta (Łajczak 2004, 2006), następnie w latach 90. koryto rzeki zostało miejscowo pogłębione wskutek eksploatacji piasku z jej dna. Wskutek zmiany reżimu wezbrań i poziomu wód gruntowych zmieniły się warunki funkcjonowania lasu nadbrzeżnego. Obszary zalewowe Nidy zostały zmeliorowane, co spowodowało dodatkowe poważne zmiany stosunków wodnych. Przed melioracją starorzecza stanowiły kilkadziesiąt procent powierzchni doliny. Na przeważającej długości Nida jest obwałowana (Strużyński i Bartnik 2013).

Celem badań było określenie czy w wyniku regulacji Nidy w ostatnich latach kondycja głównego składnika lasów łęgowych – olszy czarnej – uległa zmianie.

Material i metody

Znaczenie regulacji rzeki dla wzrostu olsz określono metodą porównawczą, zestawiając dane z miejsc, gdzie zachowało się koryto rzeki zbliżone do naturalnego, i z miejsc silnie przekształconych w wyniku robót hydroinżynierskich. Badania prowadzono na trzech wybranych stanowiskach olszy czarnej w środkowym biegu Nidy (ryc. 1): Mokrsko, gdzie koryto rzeki ma charakter naturalny (stanowisko Z); Stawy na odcinku uregulowanym (stanowisko S) oraz w Macierzyu jako stanowisku referencyjnym położonym 2,5 km na wschód od doliny Nidy. Z każdego stanowiska pobrano za pomocą świdra przyrostowego Dresslera rdzenie z ponad 100 olsz. Duża liczba prób umożliwiła opracowanie chronologii o dobrych parametrach statystycznych oraz uzyskanie możliwie najdłuższych serii czasowych szerokości przyrostów dla poszczególnych stanowisk. Próby zostały poddane standardowej preparacji wymaganej do pomiarów dendrochronologicznych.

Pomiary szerokości przyrostów wykonano przy użyciu programu Coorecorder firmy Cybis Elektronik & Data AB (www.cybis.se). Do sprawdzenia poprawności pomiarów i synchroniczności dendrogramów użyto programu CDendro i COFECHA (Grissino-Mayer 2001). Chronologie przygotowano za pomocą programu ARSTAN (Cook i Holmes 1986).



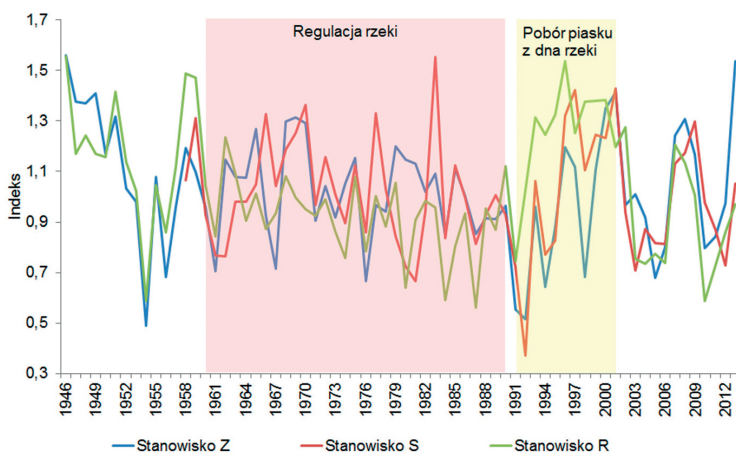
Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych
 Fig. 1. Location of study sites

Dla badanych stanowisk opracowano chronologie o zróżnicowanej długości: a) stanowisko Z, o mało zmienionym korycie i naturalnym charakterze lasu łągowego: 1946–2013, b) stanowisko S, uregulowane koryto i zredukowane zwarcie lasu dolinnego: 1958–2013 oraz dla stanowiska referencyjnego R: 1900–2013. Analizy porównawcze przeprowadzono dla okresu wspólnego dla wszystkich stanowisk, czyli dla lat 1958–2013.

W analizach dotyczących wpływu klimatu na wzrost drzew uwzględniono: średnią miesięczną temperaturę powietrza oraz miesięczne sumy opadów za okres 1901–2009 dostępnych w bazie danych grid CRU TS 3.1 (Harris i in. 2013). Do analiz wpływu czynników hydrologicznych na przyrosty olsz wykorzystano dane (np. poziom wysokiej wody) z posterunków Brzegi i Pińczów z okresu 1926–2012. Obliczono ilość dni z niskim i wysokim stanem wody dla każdego roku kalendarzowego. W tym celu zostały wykorzystane dobowe stany wody rzeki Nidy w profilu wodowskazowym Pińczów dla okresu 1926–2012 udostępnione przez IMGW. Granice występowania stanów niskich i wysokich zostały obliczone za pomocą metody Niesułowskiego (1929). Następnie dla wszystkich objętych badaniami lat wykreślono krzywe czasów trwania charakterystycznych stanów wód wraz z wyższymi. Analiza zależności szerokości przyrostów od klimatu na stanowisku referencyjnym posłużyła do określenia, jaki jest wpływ komponentów klimatycznych na zmiany kondycji olsz w dolinie Nidy. Dla określenia, które z ww. czynników mają największy wpływ na kondycję przyrostów rocznych olszy czarnej obliczono współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

Wyniki

Zestawienie przebiegu chronologii standardowych dla okresu 1946–2013 pozwala śledzić ich synchroniczność w czterech okresach: przed ingerencją w przebieg koryta, w czasie prac regulacyjnych, podczas eksploatacji piasku z koryta w odcinku pińczowskim oraz po zakończeniu tych prac (ryc. 2). Chronologia ze stanowiska referencyjnego (R) wykazuje w niektórych latach dużą rozbieżność z chronologiami dla stanowisk S i Z (1963–1964, 1980–1983). Chronologia ze stanowiska S jest również asynchroniczna w stosunku do stanowiska Z w okresach 1978–1982 i 2002–2006. Stanowisko Z koreluje najsilniej ze stanowiskiem S ($r = 0,62$); stanowisko Z słabiej ze stanowiskiem R ($r = 0,49$), a najsłabiej korelują stanowiska S z R ($r = 0,38$). Asynchroniczność przypada na okres regulacji rzeki, natomiast w latach 1984–1991 chronologie ponownie wykazują zgodność przebiegu. Ponownie synchronizacja została zaburzona przez pobór piasku z dna Nidy w Pińczowie odbywający się w latach 1994–2001.



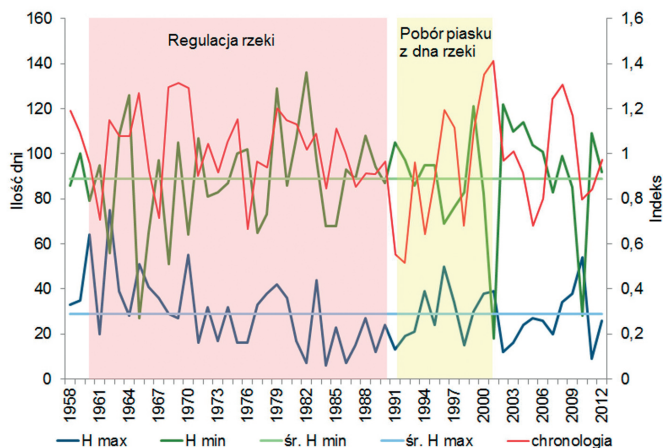
Ryc. 2. Chronologie standardowe reprezentujące trzy stanowiska olszy czarnej rosnących nad Nidą w latach 1946–2012

Fig. 2. Standard chronologies representing three positions alder growing in Nida in the years 1946–2012

Dla określenia, jakie czynniki mają dominujący wpływ na kondycję olsz w dolinie Nidy w środkowym biegu, przygotowane wcześniej chronologie zostały zestawione z danymi hydrologicznymi oraz z danymi klimatycznymi. Niskie i wysokie stany wody w korycie Nidy zostały zestawione z chronologiami standardowymi dla okresu 1958–2012.

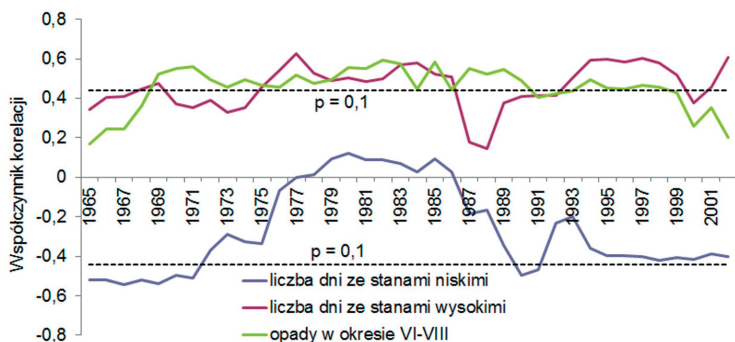
Porównanie chronologii opracowanej dla stanowiska Z ze stanami charakterystycznymi wody wskazuje na silny związek pomiędzy występowaniem wezbrań i niżówek a szerokością przyrostów rocznych olsz (H_{\max} dla okresu III–X $r = 0,37$; H_{\min} w okresie I–X $r = -0,3$, wartości istotne statystycznie przy $p = 0,05$). Ilość dni z wysokimi i niskimi stanami wody w ciągu roku wykazuje wpływ na szerokość przyrostów drzew, lecz jest ona jednocześnie zależna od natężenia poszczególnych zjawisk hydrologicznych. Zanotowano lata, w których szerokości przyrostów rocznych olszy czarnej są zredukowane w wyniku wystąpienia długotrwałych niżówek:

1961, 1963–1964, 1967, 1971, 1976, 1982, 1988, 1991–1992, 1994–1995 i 2002–2006 (ryc. 3). Korelacja 15-letniej średniej kroczącej przedstawia związek szerokości przyrostów olsz z występowaniem opadów atmosferycznych oraz ilości dni z niskimi i wysokimi stanami wody na przyrosty. Niżówki wywarły wpływ na przyrosty na początku okresu regulacji rzeki oraz w okresie poboru piasku z jej dna. Natomiast wysokie opady okresu letniego łagodziły skutki niżówek zarówno w czasie trwania regulacji, jak i poboru piasku. Po zaprzestaniu prac, kiedy rzeka wraca do naturalnej równowagi, znaczenie opadów maleje (ryc. 4).



Ryc. 3. Ilość dni z minimalnymi i maksymalnymi stanami wody Nidy w Pińczowie w zestawieniu z chronologią dla stanowiska Z

Fig. 3. Number of days with minimum (green) and maximum (blue) water stages and the chronology for the site Z (red). The Pink area marks the period of the river training works, the yellow area marks the period of sand excavation from the river bottom

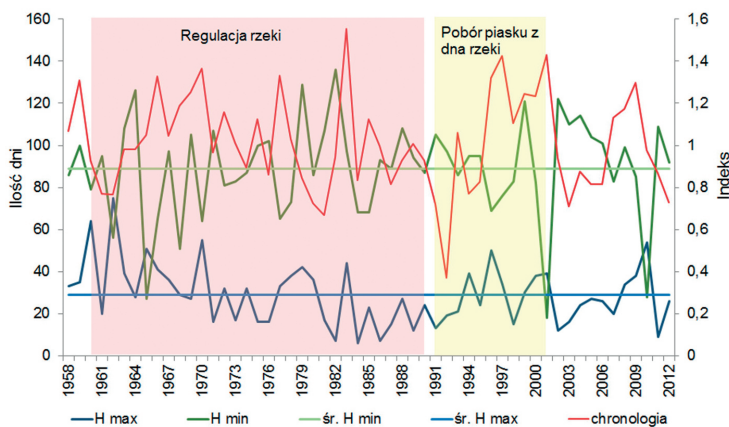


Ryc. 4. 15-letnia korelacja krocząca szerokości przyrostów z sumą opadów atmosferycznych w okresie VI–VIII oraz liczbą dni z niskimi i wysokimi stanami wody dla stanowiska Z

Fig. 4. Moving 15-year average for tree ring width, summer precipitation and number of days with high water level for the site Z

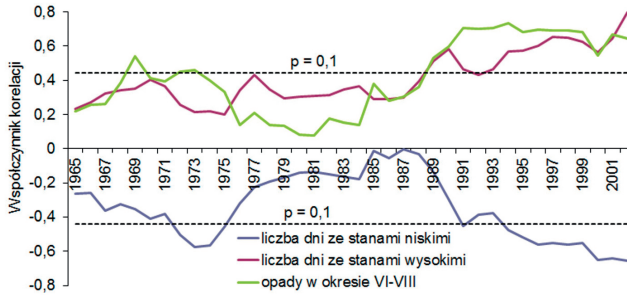
Chronologia ze stanowiska S przedstawia podobne zależności jak w stanowisku Z. Ilość dni ze stanami niskimi wykazuje wpływ na szerokość przyrostów olsz (H_{\max} dla okresu III–X $r = 0,37$, H_{\min} w okresie I–X $r = -0,32$, wartości istotne statystycznie przy $p = 0,05$). W tym stanowisku drzewa wykształciły więcej wąskich przyrostów, mimo że ilość dni ze stanami niskimi jest taka sama jak w stanowisku Z. Może to oznaczać silniejszy związek pomiędzy tymi parametrami w stanowisku S. Uregulowanie koryta rzeki intensyfikuje proces erozji wglębnej, co pociąga za sobą obniżenie poziomu wód gruntowych na obszarze zalewowym. Niskie stany wody w rzece są więc dotkliwsze dla drzew porastających równinę na tym odcinku. W niektórych latach szerokości przyrostów rocznych olszy czarnej są wyraźnie zredukowane. Są to lata: 1961, 1963–1964, 1967, 1971, 1976, 1979–1982, 1988, 1991–1992, 1994–1995 i 2002–2006 (ryc. 5). Korelacja 15-letniej średniej kroczącej wskazuje, że ilość dni z niskimi stanami wody miała wpływ na szerokość przyrostów olsz również po zakończeniu poboru piasku z dna rzeki. Po zakończeniu prac regulacyjnych wzrosło natomiast znaczenie opadów w okresie VI–VIII podobnie jak ilości dni z wysokimi stanami wody (ryc. 6). Prace regulacyjne, które były prowadzone na Nidzie od lat 60. XX wieku wpłynęły na szerokość przyrostów olsz.

Wzrost pierścicowy drzew na wszystkich badanych stanowiskach zależy nie tylko od warunków hydrologicznych, ale również od warunków pogodowych. Chronologie wykazują wysoką korelację z opadami w okresie VI–VIII (tab. 1) i osiągają poziom ($r = 0,36$) dla stanowiska Z i ($r = 0,39$) dla stanowiska S. Opady letnie wpływają znacząco na przyrosty drzew, ponieważ łagodzą negatywne skutki występowania niżówek oraz obniżenia poziomu wód gruntowych spowodowanego regulacją. Dla drzew w stanowisku R opady mają znaczenie w okresie I–III ($r = 0,32$), co może być związane z gromadzeniem wody do intensywnego produkowania komórek przez kambium.



Ryc. 5. Ilość dni z minimalnymi i maksymalnymi stanami wody Nidy w Pińczowie w zestawieniu z chronologią dla stanowiska S

Fig. 5. Number of days with minimum (green) and maximum (blue) water stages and the chronology for the site S (red). Pink area marks the period of the river training works, the yellow area marks the period of sand excavation from the river bottom



Ryc. 6. 15-letnia korelacja krocząca szerokości przyrostów z sumą opadów atmosferycznych w okresie VI–VIII, liczbą dni z niskimi i wysokimi stanami dla stanowiska S

Fig. 6. Moving 15-year average for tree ring width, summer precipitation and number of days with high water level for the site S

Tab. 1. Wpływ czynników hydroklimatycznych na wzrost radialny olsz w dolinie Nidy wyrażony wartościami współczynnika korelacji. Kolorem czerwonym oznaczono wartości istotne statystycznie przy $p = 0,05$

Table 1. The relationship between hydroclimatic factors and growth of black alder in the Nida Valley. The red color indicates coefficient correlation statistically significant at $p = 0.05$

Czynniki	Stanowisko		
	Z	S	R
Srednia miesięczna temperatura powietrza	-0,27 (VII)	0,34 (VI–V)	0,35 (I)
Suma opadów atmosferycznych	0,36 (VI–VIII)	0,39 (VI–VIII)	0,32 (I–111)
Ilość dni z wysokimi stanami wody	0,37 (III–X)	0,37 (III–X)	0,11 (III–XII)
Ilość dni z niskimi stanami wody	-0,3 (I–X)	-0,32 (I–X)	-0,08 (I–XII)

Na stanowisku Z najsilniejszą ujemną korelację ($r = -0,27$) zaobserwowano, zestawiając szerokości przyrostów z temperaturą lipca. Jest to przypuszczalnie efekt pogłębiania negatywnych skutków częstych w tym czasie niżówek w wyniku intensywnego parowania. W stanowisku S i R z szerokością przyrostów koreluje dodatnio temperatura powietrza. Dla stanowiska S jest to temperatura IV–V ($r = 0,34$). Stanowisko R jest wrażliwe na temperaturę stycznia ($r = 0,35$).

Równie wysoki współczynnik korelacji zanotowano, zestawiając chronologię z wysokimi stanami wody w okresie wegetacyjnym (III–X). W stanowisku Z wynosiła ona $r = 0,37$ a w stanowisku S $r = 0,37$. Wezbrania w okresie wegetacyjnym mają znaczenie dla produkcji biomasy przez drzewa. Ujemną korelację zanotowano zestawiając chronologię z niskimi stanami wody dla okresu I–X. W stanowisku Z wynosiła $r = -0,3$, a w stanowisku S $r = -0,32$. Niżówki w okresie I–X mają negatywne znaczenie dla produkcji drewna. W stanowisku R stany wody nie mają znaczenia dla wzrostu olsz czarnych. Dużą rolę odgrywają tu czynniki klimatyczne, tzn. opady atmosferyczne i temperatura powietrza.

Wnioski

- Na kondycję lasu łągowego w dolinie Nidy wpływają takie czynniki hydroklimatyczne jak wysokie stany wody w rzece w okresie wegetacyjnym ($r = 0,37$), niskie stany w rzece od stycznia do października dla stanowiska Z ($r = -0,3$) i dla stanowiska S ($r = -0,32$), letnie opady atmosferyczne dla stanowiska Z ($r = 0,36$), dla S ($r = 0,39$), temperatura powietrza, a lipca dla stanowiska Z ($r = -0,27$); kwietnia oraz maja dla stanowiska S ($r = 0,34$).
- W stanowisku referencyjnym R, oddalonym o 2,5 km od koryta, największy wpływ na wzrost olsz wywierają czynniki klimatyczne, szczególnie wielkość opadów atmosferycznych od stycznia do marca i temperatury powietrza w styczniu.
- Regulacja Nidy zapoczątkowana w latach 60. XX wieku znalazła odzwierciedlenie w sekwencji przyrostów rocznych.
- W stanowisku S wskutek erozji wgłębnej koryta spadł poziom wód gruntowych i od lat 60. zmalał wpływ stanów niskich na wzrost olsz. Wzrosło znaczenie opadów letnich rekompensujących niedostatek wód gruntowych.
- Na odcinku naturalnym (stanowisko Z), wpływ stanów wody na szerokości przyrostów spadł w okresie regulacji koryta oraz ponownie w okresie wydobywania piasku w dolnym biegu rzeki. Obecnie stany wód ponownie mają duży wpływ na szerokość przyrostów olszy czarnej.

Podziękowania

Badania zostały przeprowadzone dzięki pomocy i życzliwości pracownika Andrzeja Sito, kierownika Oddziału Rejonowego w Jędrzejowie Świętokrzyskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Kielcach. Analizy hydrologiczne wykonano dzięki danym udostępnionym przez IMGW PIB. Opracowanie stanowi część pracy magisterskiej Adriana Wójcika.

Literatura

- Cook E.R., Holmes R.L. 1986. User's manual for computer program ARSTAN. W: Holmes R.L., Adams R.K., Fritts H.C. (red.). Tree ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Ser. 6. University of Arizona, Tucson: 50–56.
- Grissino-Mayer H.D. 2001. Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA. Tree-Ring res. 57: 205–221.
- Harris I., Jones P.D., Osborn T.J., Lister D.H. 2013. Updated high resolution grids of monthly climatic observations—the CRU TS3. 10 Dataset. International Journal of Climatology, 34: 623–642.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Tom 3. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. Warszawa, PWRiL.
- Łajczak A. 2004. Negatywne skutki regulacji meandrującej rzeki o piaszczystym korycie i propozycje zmierzające do zmniejszenia ryzyka powodzi. Na przykładzie Nidy, rzeki z południowej Polski. W: Ignar S. (red.). Nietechniczne metody ochrony przed powodzią. Wyd. SGGW, Warszawa: 129–134.

- Łajczak A. 2006. Regulacja rzeki a zagrożenie powodziowe, na przykładzie Nidy. *Infrasrtuktura i ekologia terenów wiejskich*, 4 (1): 217–233.
- Niesułowski S. 1929. O wyznaczeniu granic stref wodostanów, *Biuletyn Towarzystwa Geofizyków w Warszawie* 1.
- Przemyski A. 2012. Charakterystyka typologiczna i przegląd zbiorowisk roślinnych. W: Świercz A. (red.). *Monografia Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego*. UJK w Kielcach, Kielce: 208–269.
- Sierota Z. 2001. *Choroby lasu*. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Strużyński A., Bartnik W., 2013. Zagrożenie powodziowe rzeki nizinnej o wysokim potencjale ekologicznym. W: Więzik B. (red.). *Prawne, administracyjne i środowiskowe uwarunkowania zagospodarowania dolin rzecznych*. WSA w Bielsku Białej: 155–164.

Adrian Wójcik, Agnieszka Czajka, Ryszard J. Kaczka

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi

adrian_wojcik@tlen.pl

agnieszka.czajka@us.edu.pl

ryszard.kaczka@us.edu.pl