

mgr inż. Sebastian Bielak

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
 Wydział Inżynierii Środowiska
 Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej



MELIORACJA MOKRADEŁ BIEBRZY
 - ROLNICZY SUKCES CZY EKOLOGICZNA PORAZKA?

Życiodajne bagna

Funkcjonująca już ponad 150 lat sieć odwadniająca Bagna Biebrzańskie, przyniosła w krótkiej perspektywie korzyści nie tylko lokalnej ludności (nowe, żyzne łąki i pola, większe plony), ale również ówczesnym władzom, które nie musiały już martwić się widmem szerzącej się na Podlasiu biedy, pociągającej za sobą wzrost przestępczości oraz społeczne niepokoje. Jednak w dłuższej perspektywie melioracja mokradeł spowodowała nieodwracalne szkody w środowisku naturalnym, wywołała negatywne zmiany w hydrologicznym reżimie rzek (m.in. przyspieszony odpływ wody), obniżyła bioróżnorodność ekosystemów uzależnionych od dużej dostępności do wody oraz zapoczątkowała proces degradacji (mineralizacji) torfowisk na skutek ich odwodnienia (przyspieszone utlenianie torfu).

Melioracje nad Biebrzą

W połowie XIX wieku, w celu intensyfikacji rolnictwa oraz zagospodarowania nowych obszarów, rozpoczęto w dolinie Biebrzy, w tym na obszarze Basenu Dolnego, zakrojone na szeroką skalę prace melioracyjne. Działania te, sterowane odgórnie przez władze zaboru, miały na celu przede wszystkim poprawić tragiczną sytuację ekonomiczną ludności wiejskiej, której byt graniczył wręcz z nędzą. Wybudowana sieć rowów odwadniających doprowadziła z czasem do obniżenia poziomu wód gruntowych i zwiększenia opłacalności rolnictwa, gdyż lekkie gleby torfowe okazały się stosunkowo żyzne, zwłaszcza w początkowym okresie po osuszeniu.

Wybudowana sieć rowów odwadniających doprowadziła z czasem do obniżenia poziomu wód gruntowych i zwiększenia opłacalności rolnictwa, gdyż lek-

kie gleby torfowe okazały się stosunkowo żyzne, zwłaszcza w początkowym okresie po osuszeniu.

Sieć hydrograficzna Basenu Dolnego przeszła wtedy istotne przekształcenia, istniejąca wcześniej gęsta „pajęczyna” niewielkich cieków wodnych, wolno odsączających nadmiar wody z torfowisk, została zastąpiona kilkunastoma prostymi rowami odprowadzającymi wodę wprost do Biebrzy. Wybudowany w latach 1845-1861 Kanał Rudzki przejął wody Elku, wyprostowano koryto Klimaszewnicy, Wissy i Kosódki oraz częściowo zmeliorowano Bagno Ławki. Prace melioracyjne, w tym rozbudowę sieci odwadniającej, prowadzono aż do końca XIX wieku.

Początek wieku XX przyniósł kolejne zmiany, zastąpiono wtedy stare, płytkie i często zarośnięte kanały nowymi rowami, znacznie efektywniej, szybciej odwadniającymi torfowiska. Po II wojnie światowej pojawiły się pomysły intensywnego zmeliorowania mokradeł w dolinie Narwi oraz Biebrzy (dopływ Narwi) i tylko duże koszty inwestycji oraz późniejszego funkcjonowania systemów melioracyjnych - powstrzymały ówczesny rząd przed realizacją utopijnych - z gospodarczego i ekologicznego punktu widzenia - planów zagospodarowania Biebrzańskich Bagien. Mimo to przeprowadzono jednak w latach 60. i 70. XX wieku pewne zabiegi melioracyjne w dorzeczu Biebrzy, zwłaszcza na obszarze Basenu Górnego.

To, czego nie udało się zrealizować nad Biebrzą, wprowadzono w życie w dolinie Narwi. Regulacja tej rzeki polegała na wyprostowaniu meandrującego koryta (znaczące skrócenie jego długości) oraz podniesieniu brzegów, co automatycznie obniżyło poziom zwierciadła wody.

Zabiegi te wpłynęły na poziom wody w Biebrzy w Basenie Dolnym oraz wielkość odpływu, co wykazały analizy poziomu wody na wodowskazie Burzyn, wykonane dla okresu 1951-1970 (stan przed regulacją Narwi) oraz 1971-1996 (po regulacji). Wydawałoby się jednak, że sztucznie przyspieszony odpływ wody z Narwi powinien spowodować przyspieszenie odpływu z Biebrzy, a co za tym idzie obniżenie się zwierciadła wody w Basenie Dolnym. Tymczasem po 1970 r. średnioroczny poziom wody

na Biebrzy podniósł się o 32 cm, średni zimowy o 37 cm i średni letni o 23 cm. Przeciętna ilość dni z niskimi stanami wody zmniejszyła się po 1970 r., natomiast wzrosła ilość dni z wyższymi stanami wody, skutkując większym odpływem. Zmniejszyła się jednak częstotliwość występowania „mokrych“ lat, co wskazuje na częstsze, ale mniej rozległe zalewy wiosenne.

Analiza chronologicznych ciągów opadów w dorzeczu Biebrzy wskazuje wyraźnie, że powodem tych zmian jest czynnik antropogeniczny - najprawdopodobniej melioracje wykonane na dużą skalę na obszarze Środkowego i Górnego Basenu. Należy jednak pamiętać, że naturalne, duże wahania stanów wody na Biebrzy powodują, że powyższe wyniki mieszczą się w granicach błędu.

Obecnie największe skupisko rowów melioracyjnych Basenu Dolnego znajduje się na obszarze Bagna Ławki i jest to układ starych, zamulonych oraz zarastających kanałów. Powierzchnia czynnych obiektów melioracyjnych wynosi:

- w zlewni Biebrzy 120 000 ha,
- w otulinie Biebrzańskiego Parku Narodowego 8300 ha,
- w granicach BPN 1870 ha.

Skutki melioracji

Przeprowadzona ponad 150 lat temu melioracja spowodowała m.in. to, że znaczna ilość torfowisk uległa degradacji, zwłaszcza w warstwie przy powierzchniowej gleby. W niektórych rejonach doliny Biebrzy na skutek nadmiernego odwodnienia gleby warstwa torfów skurczyła się nawet o kilkanaście centymetrów oraz przyspieszeniu uległa sukcesja naturalna drzew i krzewów, w miejsce odwodnionych ekosystemów otwartych łąk.

Las kojarzony jest w Polsce jako jeden z najbogatszych i najwartościowszych pod względem przyrodniczym ekosystemów, jednak w dolinie Biebrzy drzewa i krzewy są synonimem kłopotów, bowiem tutaj najwartościowsze są otwarte, pozbawione jakichkolwiek zakrzaczeń łąki. To właśnie podmokłe łąki, porośnięte tylko niską trawą lub turzycą, są ostoją dziesiątków gatunków ptaków, a pojawiające się zakrzaczenia skutecznie odstraszały poszczególne gatunki od przystępowania do łągów.

Proces spadku biologicznej różnorodności oraz powolny rozwój drzew i krzewów jest szczególnie zauważalny na terenie Basenu Dolnego. Przeprowadzone na podstawie zdjęć lotniczych badania porównawcze pokazują, że w okresie 1962-

-1990 na obszarze równiny zalewowej Basenu Dolnego udział zbiorowisk reprezentujących najwcześniejsze etapy sukcesji wzrósł o ponad 160 proc. Szacunkowe dane wskazują, że w ostatnich 40 latach w całej dolinie nastąpiło zwiększenie udziału powierzchni pokrytej różnymi formami zakrzaczeń o ok. 10-15 proc.

Proces sukcesji naturalnej, wywołany obniżeniem się poziomu wód gruntowych, niesie kolejne poważne zagrożenie. Przeprowadzone symulacje komputerowe wskazują, że przy istniejącej obecnie sieci melioracyjnej i powolnym zarastaniu basenu krzewami i drzewami, doszłoby - na skutek zwiększonego poboru wody przez rośliny - do obniżenia zwierciadła wód gruntowych o co najmniej 0,5 m, co z kolei spowoduje intensyfikację procesu degradacji torfów oraz jeszcze większy spadek bioróżnorodności. Zjawisko to przypomina w swej naturze spiralę, bowiem obniżony poziom wód gruntowych przyspiesza rozwój drzew i krzewów, a to z kolei wywołuje jeszcze większy spadek wód gruntowych oraz jeszcze szybszą sukcesję.

Ostatnim, ważnym problemem wywołanym nadmiernym odwodnieniem mokradeł są pożary torfowisk. Wybuchają zwłaszcza latem, przy niskich stanach wód gruntowych, a ogień potrafi tlić się w głębszych partiach suchego torfu bardzo długo, uniemożliwiając skuteczne działania strażakom oraz narażając przyrodę na coraz większe straty (utrata siedlisk, zniszczone łągi itp.).

Pożytki z powodzi

Jednym z fenomenów doliny Biebrzy są wiosenne powodzie, uważane za jeden z najważniejszych czynników kształtujących ekosystemy mokradeł. Bagna oraz rozlewiska dolin rzecznych nie tylko charakteryzują się bogactwem przyrody, ale potrafią też magazynować ogromne ilości wody, dzięki czemu wpływają korzystnie na wahania zasobów wód powierzchniowych, działając jak stabilizatory i biofiltry. W przypadku powodzi zachowują się jak wielkie zbiorniki retencyjne, pochłaniające nadmiar wody i neutralizujące falę powodziową. Natomiast w okresach suszy stają się głównym źródłem wody i ostoją życia dla organizmów żywych.

Pradolina Biebrzy posiada największą spośród dolin rzecznych w Polsce pojemność retencyjną, porównywalą z największymi w kraju zbiornikami wodnymi. Wynika to ze zdolności torfów do gromadzenia dużej ilości wody, pojawiającej się w dolinie



Rozlewiska Biebrzy koło wsi Brzostowo

Biebrzański Park Narodowy, z mokradłami i rozlewiskami utworzonymi przez Biebrzę, należy do najcenniejszych obiektów przyrodniczych w granicach Zielonych Płuc Polski. Jest to największy w Polsce (59 223 ha, a wraz z otuliną 126 047 ha), a także w Europie Środkowej kompleks torfowisk niskich, w niewielkim tylko stopniu przekształconych przez człowieka.

Występuje tu ponad 800 gatunków roślin naczyniowych, 273 gatunki ptaków (w tym ponad 180 lęgowych) - wiele rzadko występujących w Polsce i Europie, 49 gatunków ssaków oraz 36 gatunków ryb. Dolina Biebrzy jest unikatową w skali Europy enklawą dla ptaków wodno-błotnych oraz drapieżnych. Światowa rola parku w ochronie ekosystemów mokradłowych jest tym ważniejsza, że w chwili obecnej pozostała na świecie już tylko połowa istniejących dotychczas naturalnych bagien.

Masowe osuszanie bagien, uważanych do niedawna za bezwartościowe nieużytki, prowadzono w Europie oraz w Stanach Zjednoczonych z największym natężeniem w pierwszej połowie XX wieku. Proceder ten miał być wówczas receptą na rolniczy rozwój terenów podmokłych, ale już dzisiaj wiadomo, że przyniósł on znacznie więcej szkody niż pożytku. Wiele z państw, które niegdyś tak ochoczo zabrało się za likwidację „bezwartościowych” mokradeł, dzisiaj próbuje odtworzyć ich stan pierwotny, wydając przy tym ogromne pieniądze na renaturyzację, prawdopodobnie znacznie większe niż te, które uzyskano w ramach profitów z uprawy odwodnionych łąk.

każdej wiosny na skutek powodzi. Wielkość oraz czas trwania powodzi warunkuje odpowiedni poziom nasycenia wodą torfowisk. Podczas topnienia śniegu lub, po długotrwałych opadach, deszczu, ogromna ilość wody wpływa do doliny z obszaru jezior, położonego w północnej części zlewni. W Basenie Dolnym następuje jej rozlanie po obu stronach koryta Biebrzy, gdyż położony u jej ujścia do Narwi (równoległe do koryta Narwi) stożek napływowy skutecznie ogranicza odpływ wody. Im wolniej woda z wiosennych roztopów wpływa do doliny, tym dłuższą wywołuje powódź, która może trwać od kilku miesięcy do całego nawet roku. Dodatkowym źródłem jest wysięk wód gruntowych.

W efekcie mieszanego zasilania powódź pojawia się w Basenie Dolnym rokrocznie, a woda pozostaje w dolinie przez kilkanaście tygodni. Coroczne powodzie w Basenie Dolnym znacznie różnią się wielkością obszaru, który ulega zalaniu, najmniejszy z dotychczas zanotowanych zajmował powierzchnię 50 km² (powódź z 1984 r.), natomiast największy ok. 200 km² (1979 r.). Należy jednak zaznaczyć, że tego

typu powodzie występują rzadko (1 proc. prawdopodobieństwa), a najczęściej obszar zalewany ma powierzchnię ok. 100 km² (np. rok 1999).

W wyniku funkcjonowania sieci melioracyjnej odwadniającej Pradolinę Biebrzy, a także z powodu zauważalnego gołym okiem niedoboru opadów atmosferycznych oraz coraz łagodniejszych zim (mała pokrywa śnieżna) - w ciągu ostatnich dekad zmniejszył się zasięg oraz wielkość corocznych powodzi. Istniejące kanały oraz rowy melioracyjne przyspieszają odpływ wody powodziowej z torfowisk, powodując skrócenie czasu, w jakim torfy nasiąkają wodą. Co ciekawe, przeprowadzona analiza czasu trwania powodzi, mierzonego ilością dni z wodostanem powodziowym na wodowskazie Burzyn, oraz wielkości powodzi mierzonej zmianami w poziomie lustra wody w ciągu ostatnich 50 lat - nie potwierdza tego zjawiska. Uważa się, że obserwowane wysychanie niektórych części Basenu Dolnego ma inne przyczyny, niezwiązane z przepływem wody w rzece. W chwili obecnej proces zalewania Basenu Dolnego uważa się za stabilny, który



Starorzecze Biebrzy

może zostać zachwiany jedynie przez przeprowadzone na wielką skalę zmiany w całej zlewni Biebrzy, lub też niekorzystne zmiany klimatyczne.

Renaturyzacja Basenu Dolnego

Aby zapobiec niekorzystnym zjawiskom wywołanym melioracjami, już od 1993 r., czyli daty oficjalnego powołania Biebrzańskiego Parku Narodowego, rozpoczęto zabiegi renaturyzacyjne, których celem było odtworzenie pierwotnych (naturalnych) stosunków wodnych w dolinie Biebrzy - poprzez podniesienie poziomu wód gruntowych oraz spowolnienie odpływu wód powierzchniowych. Od 1994 r. stopniowo zabudowywano rowy i kanały odwadniające Basen Dolny małymi budowlami piętrzącymi (zastawki, progi faszynowe itp.). Również sama natura wspomaga działania przyrodników, gdyż nieczyszczone kanały i rowy ulegają zamuleniu, dzięki czemu ich odwadniająca funkcja stopniowo traci na znaczeniu.

Badania naukowe wykazały, że zabiegi renaturyzacyjne są konieczne, aby zachować obecne walory przyrodnicze Basenu Dolnego. Ochrona przyrodnicza rozlewisk Biebrzy zależy bowiem głównie od utrzymywania wysokiego poziomu wody w glebach hydrogenicznych, odpowiedniego poziomu i jakości wody w Biebrzy, a także jej dopływach, oraz od istnienia rozległych, otwartych obszarów łąk. Dyrektywa Siedliskowa Unii Europejskiej (Dyrektywa Rady 92/43/EWG) w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory, na liście siedlisk szczególnie ważnych przyrodniczo i wymagających ochrony, wymienia właśnie półnaturalne, podmokłe łąki ziołoroślowe.

Z punktu widzenia ochrony ekosystemów otwartych łąk oraz zamieszkującego je ptactwa wodnego, najlepszym rozwiązaniem jest usuwanie pojawiających się zadrzewień (lasków brzoźowych), gdyż to powoduje znaczne podniesienie się poziomu zwierciadła wód gruntowych, a w konsekwencji odtworzenie się podmokłych łąk. Oprócz mechanicznego wykaszania stosuje się wypas bydła oraz chów koników polskich. Doświadczenia przyrodników z innych krajów Unii Europejskiej pokazały, że są to najskuteczniejsze metody ochrony otwartych łąk i zamieszkujących je ptaków wodno-błotnych.

Od dawna zastanawiano się, w jaki sposób i jakimi środkami przeprowadzić renaturyzację Basenu Dolnego, aby osiągnąć jak największą efektywność oraz poprawę stanu środowiska naturalnego. Brano pod uwagę m.in. wybudowanie tamy na Biebrzy przy jej ujściu do Narwi. Wykonane symulacje komputero-



*Biebrzański Park Narodowy jest najcenniejszym ekosystemem wodno-błotnym w Polsce.
Na zdjęciu: roślinność mokradeł*

we wykazały jednak, że najefektywniejszą metodą zmniejszenia odpływu wody z doliny Biebrzy jest zablokowanie sieci odwadniającej w Basenie Dolnym, gdyż dzięki takiemu zabiegowi powierzchnia zalewowa wzrosnie w przyszłości aż o 20 proc.

Istniała obawa, że przeprowadzone i planowane zabiegi renaturyzacyjne na obszarze Basenu Środkowego (znajdującego się powyżej Basenu Dolnego), zmierzające do znacznego spowolnienia odpływu wód powierzchniowych i podniesienia poziomu wód gruntowych, mogą niekorzystnie wpłynąć na stosunki wodne Basenu Dolnego. Przeprowadzone obliczenia komputerowe wykazały jednak, że rekonstrukcja pierwotnej sieci hydrograficznej Basenu Środkowego nie wpłynie negatywnie na dopływ wody do Basenu Dolnego, ale wręcz odwrotnie - zwiększy go, gdyż podniesie się tzw. przepływ minimalny na Biebrzy.

Zabiegi renaturyzacyjne są tym ważniejsze, że bogactwo przyrodnicze doliny Biebrzy jest uzależnione od dużego i stałego w czasie dostępu gleb i roślin do wody, a tej w naszym kraju zdecydowanie brakuje. Polska jest zaliczana do krajów o ubogich zasobach wodnych. Zasoby te, wyrażone przeciętnym rocznym odpływem rzek, przypadające na jednego mieszkańca, są mniejsze niż w krajach sąsied-

dnich i znacznie niższe niż przeciętne w Europie (zaledwie ok. 36 proc. średniej europejskiej). Na dodatek zasoby wodne dorzecza Biebrzy są niższe od średnich wartości w dorzeczu Wisły oraz całego kraju. W obliczu występujących globalnych zmian klimatycznych i zauważalnym niedoborze opadów atmosferycznych w Polsce (przede wszystkim w okresie letnim) szczególnego znaczenia nabiera jakość wód na obszarze parku.

Podsumowanie

Przedsięwzięcie oraz planowane na obszarze Basenu Dolnego zabiegi renaturyzacyjne przeciwdziałają procesowi obniżania się wód gruntowych, a pełne odtworzenie pierwotnej sieci hydrograficznej doprowadzi do podniesienia się zwierciadła wód gruntowych i zahamowania procesu mineralizacji torfu. Widać więc wyraźnie, że działalność człowieka na obszarze doliny Biebrzy jest niezbędna i choć podjęte w przeszłości przez ludzi krótkowzroczne decyzje spowodowały znaczne szkody w przyrodzie, to obecnie przyroda Biebrzańskiego Parku Narodowego nie poradzi sobie bez naszego wsparcia ze zjawiskami wywołanymi przez ludzi. Należy bowiem pamiętać, że to właśnie rolnicza działalność człowieka, polegająca na systematycz-

nym koszeniu łąk i wypasie bydła (zgrzyzanie murawy), doprowadziła na terenie Kotliny Biebrzańskiej do rozwoju ekosystemów otwartych łąk, bogatych w zioła i turzyce, będących bardzo atrakcyjnym siedliskiem dla wielu gatunków roślin i zwierząt, a zwłaszcza ptaków.

Paradoksalnie więc nie byłoby dzisiejszego parku i jego bogatej ornitofauny, gdyby niegdyś mieszkający tu ludzie nie postanowili wykaszać łąk i wypasać na nich bydło oraz konie. Jednak, gdy na przełomie XIX i XX wieku postanowiono wykorzystać potencjał bagien do celów rolniczych, zapoczątkowano w ten sposób powolną degradację przyrodniczą wrażliwych na wszelkie zmiany stosunków wodnych ekosystemów mokradlowych. Upływający czas oraz doświadczenia innych państw pokazały, że melioracja Biebrzańskich Mokradeł nie przyniosła spodziewanego rolniczego sukcesu, a jedynie ekologiczną porażkę. Szczęśliwie jednak splot różnych wydarzeń spowodował, że Biebrzańskie Bagna zostały przekształcone tylko w niewielkim stopniu i dzisiaj możemy w pełni podziwiać ich naturalne piękno. Jest to prawdziwy skarb, którego zazdrośczą nam miłośnicy przyrody z wielu europejskich państw, w których dawne, rozległe mokradła należą już tylko do przeszłości.



Podmokłe łąki z kępami welnianki i widoczną ekspansją zakrzaceń



Słynne Biebrzańskie Mokradła

LITERATURA

1. BARTOSZUK H., DEMBEK W., JEZIEŃSKI T., KAMIŃSKI J., KUPIS J., LIRO A., NAWROCKI P., SIDOR T., WASILEWSKI Z. 2001. Spasanie podmokłych łąk w dolinach Narwi i Biebrzy jako metoda ochrony ich walorów przyrodniczych. Biblioteczka Wiadomości IMUZ nr 98. Wydawnictwo IMUZ. Falenty.
2. BYCZKOWSKI A., MANDES B. 1997. Przepływy rzeczne w zlewni Biebrzy i ich zmienność w przebiegu czasowym. Materiały seminarium pt. „Gospodarka Wodna w dolinie Biebrzy i jej funkcje w ochronie walorów przyrodniczych”. Biebrzański Park Narodowy. Goniądz.
3. CHORMAŃSKI J., OKRUSZKO T., IGNAR S., BYCZKOWSKI A. 2000. Methods of flood extension assessment in the marsh valley. Sprawozdanie z konferencji naukowej „European conference on advances in flood research”, 1-3.11.2000, Poczdam, Niemcy.
4. DEMBEK W. (red.) 1999. Aktualna problematyka ochrony mokradeł. Materiały seminarijny nr 43. Wydawnictwo IMUZ. Falenty.
5. HOFFMANN J. 2004. The Biebrza National Park - a unique wetland ecosystem under threat. IUCN The World Conservation Union. (www.iucn-europe.org).
6. MIODUSZEWSKI W., QUERNER E. P. (red.) 2002. Hydrological system analysis in the valley of Biebrza River. Wydawnictwo Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach. Falenty.
7. MIODUSZEWSKI W., WASSEN M. (red.) 2000. Some aspects of water management in the valley of Biebrza River. Wydawnictwo IMUZ. Falenty.
8. OKRUSZKO H. (red.) 1991. Bagna Biebrzańskie. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych PAN, z. nr 372. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
9. PIÓRKOWSKI H. 2003. Wykorzystanie zdjęć lotniczych i satelitarnych w monitoringu spontanicznej sukcesji zbiorowisk zaroślowych w obszarach mokradłowych doliny Biebrzy. [W:] Aktualne problemy ochrony mokradeł. Woda, Środowisko, Obszary Wiejskie - Rozprawy naukowe i monografie nr 5. Wydawnictwo IMUZ. Falenty.
10. SADOWSKA-SNARSKA C. (red.) 2001. Społeczno-gospodarcze aspekty funkcjonowania Biebrzańskiego Parku Narodowego. Studia Regionalne nr 2. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej. Białystok.
11. SCHMIDT A., PIÓRKOWSKI A., BARTOSZUK H. 2000. Monitoring scrub encroachment in the Biebrza National Park. [W:] Remote sensing techniques and geographic information systems for wetland conservation and management. Alterra-rapport 174. Wageningen.
12. SIENKO A., GRYGORUK A. (red.) 2003. X lat (1993-2003) Biebrzańskiego Parku Narodowego. Biebrzański Park Narodowy. Goniądz.
13. WASSEN M. J. 1990. Water flow as a major landscape ecological factor in fen development. Rozprawa doktorska. Uniwersytet w Utrechcie. (Holandia).

mgr inż. Sebastian Bielał

Absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, studia w zakresie inżynierii środowiska. Obecnie jest doktorantem na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej.

Autor zajmuje się problematyką przemian oraz transportu zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Jest autorem lub współautorem ponad 40 publikacji naukowych i popularnonaukowych.

e-mail: s.bielał@neostrada.pl