

Streszczenie

Najważniejszym składnikiem każdego zbiornika wodnego również mokradła leśnego kształtującym jego biosferę jest woda. O ile flora (makrofity) i fauna (owady, płazy, gady, ptaki) są dostatecznie rozpoznane o tyle woda mokradeł, jej cechy fizyczne i skład chemiczny są praktycznie nieznanne. A to właśnie woda liczy się najbardziej w funkcjonowaniu przyrody, a także w życiu ludzi. Dotychczas w literaturze sporadycznie trafiają się publikacje dotyczące stanu jakości wody i osadów dennych mokradeł na terenie Dolnego Śląska.

Temat pracy, który zrealizowałam w pewnym zakresie wypełnia tą lukę.

Wartość przyrodnicza mokradeł jest szczególnie duża, gdyż są one różnorodne biologicznie, pełnią rolę jednocześnie izolacyjną i funkcję korytarzy ekologicznych dla unikalnych gatunków flory i fauny. Woda na Dolnym Śląsku jest szczególnie cenna, gdyż mamy jej mało. Okresowo dotyczą Dolny Śląsk susze atmosferyczne, posuchy i susze hydrologiczne. Mokradła są zbiornikami wody, ale ich rozmieszczenie w lasach, łąkach sprawia, że są szczególnie narażone na antropopresję. Istnieje potrzeba ochrony i renaturyzacji mokradeł, torfowisk, starorzeczy, lasów łęgowych wynikająca także z dostosowywania się Polski będącej członkiem Unii Europejskiej do wymogów i celów wyznaczonych w Ramowej Dyrektywie Wodnej 2000/60/WE, która wymaga dla wszystkich typów wód powierzchniowych oceny ich jakości. Wymagania te opisane są parametrami chemicznymi i biologicznymi. Mokradła jednak dotychczas nie są objęte Państwowym Monitoringiem Środowiska. Brak badań naukowych związanych z poznaniem właściwości wód i osadów dennych mokradeł usytuowanych w cennych przyrodniczo rejonach Dolnego Śląska stało się motywacją do podjęcia badań na temat wyżej opisanego zagadnienia.

Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest: poznanie właściwości fizycznych i składu chemicznego wody i osadów dennych wybranych mokradeł leśnych Dolnego Śląska; poznanie intensywności procesu uwalniania się wybranych metali ciężkich z osadów dennych mokradeł leśnych pod wpływem zmiennych warunków tlenowych (na podstawie eksperymentu laboratoryjnego); ustalenie zawartości oraz rozmieszczenia toksycznych metali ciężkich w elementach ekotonów mokradłowych (wodach powierzchniowych, wodach interstycjalnych, osadach dennych i roślinności przybrzeżnej (*Carex sp.*)); określenie poziomu zanieczyszczenia metalami osadów dennych mokradeł leśnych (w oparciu o indeks geoakumulacji oraz metodę kanadyjsko - amerykańską PEL i TEL) oraz ich potencjalnej toksyczności dla organizmów żywych; poznanie czy zbiorowiska turzyc (*Carex sp.*) okrajek (obszar na styku woda-łąd) mokradeł leśnych pełnią rolę strefy buforowej pomiędzy środowiskiem woda-łąd na podstawie obliczonych indeksów fitoakumulacji (WF) i biokoncentracji specyficznej (BCF).

Jesienią roku 2013 prowadzone były badania na 17 wybranych mokradłach (3 stanowiska na każdym) na Dolnym Śląsku w trzech typach siedlisk leśnych: bór mieszany świeży dębowo-sosnowy wariant wilgotny (*Pino-Quercetum populetosum tremulae*) [BMś(w)] - Nadleśnictwo Miękinia; łąg dębowo-wiązowo-topolowy (*Ficario-Ulmetum*) [LL] - Nadleśnictwo Oława; grąd środkowoeuropejski zalewany (*Galio Carpinetum*) [Ldg (9170)] - Nadleśnictwo Wołów.

Łącznie pobrano 51 próbek wody, 17 próbek osadów dennych i 34 próbki roślin przybrzeżnych (*Carex sp.*). W wodzie powierzchniowej oznaczono 27 następujących

Streszczenie

parametrów jakości wody (temperatura wody, aktualna zawartość tlenu w wodzie, % nasycenia wody tlenem, odczyn pH, przewodnictwo elektrolityczne – oznaczono na miejscu poboru próbek). W laboratorium Zakładu Hydrobiologii i Akwakultury oznaczono: azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, fosforany, utlenialność (ChZT), chlorki, zasadowość, twardość, barwę, oraz zawartość metali (Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) w wodach powierzchniowych, wodach interstycjalnych, osadach dennych i roślinności przybrzeżnej, które oznaczone zostały metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej.

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż wody powierzchniowe badanych mokradeł leśnych, ich właściwości fizyczne i skład chemiczny, wbrew pierwotnym oczekiwaniom okazały się w potocznym rozumieniu słowa „względnie czyste”. Odczyn pH wody badanych mokradeł oscylował między lekko kwaśnym a lekko alkalicznym (za wyjątkiem jednego mokradła w lesie łągowym gdzie stwierdzono odczyn pH 3,8), zawartość substancji biogennych była mała, zawartość metali poza żelazem, kadmem i ołowiem bardzo mała.

Analiza statystyczna (CCA) wyników badań właściwości fizycznych i składu chemicznego wód mokradeł zgrupowanych w poszczególnych siedliskach leśnych wskazuje, że zarówno właściwości fizyczne jak i skład chemiczny badanych wód były bardzo zróżnicowane, każde mokradło było nieco inne.

Odnosząc ustalone badaniami zawartości substancji biogennych i metali w wodach powierzchniowych mokradeł do norm urzędowych (rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 22.10.2014r., Dz U. poz. 1482) można uznać, że „stan chemiczny” (termin urzędowy) wód powierzchniowych badanych mokradeł jest „dobry”.

Zawartość metali w wodach interstycjalnych badanych mokradeł była w odniesieniu do niektórych badanych pierwiastków nieco wyższa niż w wodzie powierzchniowej (Fe, Zn, Ni), zawartość manganu kadmu i ołowiu była mniejsza niż w wodzie powierzchniowej zaś chrom i miedź występowały w równorzędnie małych.

Ocenę toksyczności metali ciężkich w osadach dennych mokradeł trzech typów siedlisk leśnych dokonano w oparciu o klasyfikację zanieczyszczenia osadów dennych tj. klasyfikacja według indeksu geochemicznego (Igeo), według której zawartości Pb, Zn, Cd, Mn nie przekroczyły niskiego stopnia skażenia (klasa 0-1), zaś Cr, Ni, Cu i Fe zawarte są w stężeniach oznaczających silne przekroczenie wartości w stosunku do tła geochemicznego (klasa 3-5).

Ocena stopnia zanieczyszczenia osadów według kryterium amerykańsko-kanadyjskiego TEL (*Threshold Effect Levels*) i PEL (*Probable Effect Levels*), informującego o stężeniu metalu w osadzie jakie może powodować negatywny wpływ na zdrowie organizmów wodnych, daje nieco odmienny obraz stanu zanieczyszczenia osadów dennych mokradeł w badanych siedliskach leśnych. Według tego kryterium osady 8 badanych mokradeł, zawierały ilości metali, które mogą zagrażać zdrowiu organizmów wodnych.

Do najwyższej 4 klasy, ze względu na zawartość niklu – zaklasyfikowano 4 mokradła w borach mieszanych świeżych wilgotnych w nadleśnictwie Miękinia i 4 mokradła w lasach łągowych w Nadleśnictwie Oława.

Badania ekotoksykologiczne turzyc (*Carex sp.*), rosnących na obrzeżach badanych mokradeł leśnych, których celem było określenie ich właściwości fitokumulacyjnych w stosunku do ośmiu metali (Fe, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb, Zn, Cr)

Streszczenie

wykazały, że zawartość metali w turzycach była relatywnie duża. Zawartość metali w poszczególnych częściach morfologicznych turzyc była zróżnicowana, wyraźnie większe ilości występowały w liściach mniejsze ilości stwierdzono w korzeniach. Turzyce w największym stopniu kumulowały Fe, Mn, Cd, Zn w najmniejszym Cr, Cu, Ni, Pb.

Metale zdeponowane w osadach dennych w warunkach tlenowych jak i beztlenowych doświadczenia łągowały się do wody w tej samej kolejności od największych do najmniejszych ilości: Fe>Mn>Zn>Pb>Ni>Cu>Cr>Cd.

Najbardziej podatne na reakcje uwalniania się metali z osadów do wody okazały się próbki osadów z mokradeł w lasach grądowych Nadleśnictwa Wołów, a pod względem ilości łągowanych metali badane mokradła układają się według następującej kolejności od największych wyługowanych w danym mokradle do najmniejszych ilości:

mokradło nr: 17>15>13>16>10>7>4>3>14>11>6>5>2>1>8>9>12.

W oparciu o przeprowadzone badania mokradeł leśnych, oceniono że prawdopodobną jedną z przyczyn osłabiania się drzewostanów trzech typów siedlisk leśnych otaczających badane mokradła mogą być podwyższone stężenia niklu oraz chromu w osadach dennych ekotonów mokradłowych.

Praca obejmuje 331 stron maszynopisu w tym 28 tabel, 147 wykresów, 5 rysunków, 17 fotografii oraz 221 pozycji bibliograficznych

Słowa kluczowe: **mokradło, metale ciężkie, ekotoksykologia, ochrona przyrody, ekosystem leśny**