

*Antoni Tadeusz Miler, Anna Krystofiak-Kaniewska*

## **PRZYSZŁOŚĆ OMBROGENICZNYCH LEŚNYCH OBSZARÓW MOKRADŁOWYCH**

### ***FUTURE OF OMBROGENIC FOREST MARSHLAND AREAS***

#### **Streszczenie**

Badania terenowe prowadzono na terenach mokradłowych Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtalskie. Obszary mokradłowe charakteryzują się bardzo dużymi zdolnościami retencyjnymi. Odpływ roczny jest stosunkowo niewielki – ok. 4% sumy opadów rocznych i występuje tylko w półroczu zimowym i w maju. Wody gruntowe zalegają płytko ok. 1 m poniżej powierzchni terenu. Prognozę zmian stosunków wodnych na badanych terenach wyrażającą się zmianami stanów wód gruntowych, oparto na ujemnym rocznym trendzie opadów atmosferycznych. Założono, że istotne zmiany w ekosystemach mokradłowych będą zachodzić, gdy średni poziom wód gruntowych spadnie o 50% obecnego stanu. Można szacować, że nastąpi to po ok. 100 latach. Działając pragmatycznie, należałoby dążyć do całkowitego zatrzymania odpływającej z tych terenów wody. Wykazano, iż wody powierzchniowe mają lepszą jakość niż wody gruntowe. Pierwsze z nich mają czystość odpowiadającą wartościom zawartym w granicach pomiędzy wartościami będącymi na granicy oznaczeń do górnej granicy klasy drugiej, natomiast drugie wartościom do piątej klasy czystości. W wodach powierzchniowych elementem o najgorszej wartości było we wszystkich sezonach chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT). Swoje najwyższe wskazania osiągnęło ono w sezonie wiosennym 2006 roku. Złą jakość wód gruntowych determinowały elementy nieorganiczne, takie jak amoniak i fosforany rozpuszczone. W zależności od sezonu osiągały one wartości charakterystyczne dla III, IV i V klasy jakości (najgorsze wiosną 2006 roku). W wyniku przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych procesów akumulacji zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego w wodach powierzchniowych i gruntowych leśnych mokradel ombrogenicznych LKP Lasy Rychtalskie. Również inne, przeprowadzone lecz nie opisane w niniejszej pracy badania (m.in. monitoring dioksynowy, magnetometria) potwierdzają brak znaczących ilości zanieczyszczeń, w szczególności metali ciężkich i biogenów na tych terenach (Miler i in. 2004–2007). W dłuższej perspektywie czasowej należy się jednak liczyć ze zwiększonymi stężeniami zanieczysz-

czeń w wodach w związku z prognozowanym deficytem wody wynikającym z malejącego trendu sum rocznych opadów atmosferycznych. Niemniej jest to perspektywa dość odległa.

**Słowa kluczowe:** leśne tereny mokradłowe, bilanse wodne, prognoza zmian stanów wód gruntowych

### Summary

*Field studies have been carried out on marshland areas in the Promotion Forest Complex Rychtalskie Forest. Marshland areas are characterized by very large water storage capacities. Total annual outflow is relatively small – about 4% of a total annual precipitation and it occurs only in winter half-year and in May. Ground water levels lie shallow, about 1 m under the surface area. The forecast of water condition change in the investigated areas, expressed by ground water changes, was based on negative trend of precipitation. It has been assumed that, essential changes on marshland area ecosystems will occur, when – average ground water levels come down by about 50% of the present state. It has been estimated that it will happen after around 100 years. Pragmatic actions should aim to totally stop water outflow from these areas. It was found that surface water had better water quality than ground water. First of them had the results in the interval ranging from the border of detect ability to the upper limit of the 2<sup>nd</sup> class of purity whereas second to the 5<sup>th</sup> class of purity. In surface waters the parameter with the poorest value in all seasons was chemical oxygen demand (ChZT). The highest level was recorded in the spring season of 2006. Poor quality of ground waters was determined by inorganic elements such as ammonia and soluble phosphates. Depending on the seasons they reached values characteristic of quality classes III, IV and V (being the worst in spring of 2006). As a result of conducted analyses no significant processes of anthropogenic pollutants were found in surface and ground waters of ombrogenic forest marshes in the Lasy Rychtalskie Promotional Forest Complex. Also other analyses conducted within the framework of this study and which results are not described in this paper (e.g. dioxin monitoring, magnetometry) confirmed the absence of considerable amounts of pollutants, particularly heavy metals and biogens in those areas (Miler et al. 2004–2007). However, in the longer perspective we need to consider elevated concentrations of pollutants in waters in connection with the forecasted water deficit, resulting from the downward trend for total annual precipitation. However, this is a rather long-time perspective.*

**Key words:** forest marshland areas, water balances, forecast of ground water levels changes

### WSTĘP

Niniejsza praca bazuje głównie na wynikach czteroletnich badań terenowych (2004–2007) na leśnych obszarach mokradłowych w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Lasy Rychtalskie. Opisane wyniki badań wskazują, iż niekorzystne zmiany klimatyczne (głównie malejące opady atmosferyczne) spowodują, że

w ciągu niespełna 100 lat leśne mokradła ombrogeniczne ulegną degradacji. Jest to co prawda drobne zagadnienie, bo mokradła leśne stanowią zwykle maksymalnie około 2% powierzchni lasów, ale są to tereny niezwykle cenne – zwiększające bioróżnorodność.

Pod pojęciem makradła leśne określane są obszary, ekosystemy leśne, nadmiernie uwilgotnione, do których należy wstępnie zaliczyć te tereny, które w opisach taksacyjnych drzewostanów zakwalifikowano jako: bór bagienny (Bb), bór mieszany bagienny (BMb), las mieszany bagienny (LMb), oles (Ol), oles jesionowy (OlJ) i las łęgowy (Lł).

### **ROLA LASÓW I MOKRADEŁ W OCHRONIE ZASOBÓW WODNYCH**

Obserwowany efekt cieplarniany może wywołać zmiany klimatu mające charakter długofalowy. Po za długofalową, stopniową i jednokierunkową zmianą klimatu zaobserwować można fluktuacje o różnej okresowości [Kundzewicz 2000].

Zmiana klimatu może doprowadzić w niektórych rejonach Polski do redukcji obszarów podmokłych, dalszego spadku poziomu wód gruntowych oraz nasilonego wymierania gatunków związanych z obszarami podmokłymi. Przewiduje się wystąpienie głębokich przemian w składzie i zdrowotności drzewostanów. Różnica między ewolucyjnie wytworzonymi przystosowaniami naszych ekotypów drzew do dotychczasowego klimatu a nowymi warunkami klimatycznymi, hydrologicznymi i edaficznymi będzie narastać. Szczególną uwagę należy zwrócić między innymi na nadrzeczne lasy łęgowe [Tomiałojć 1995].

Mówiąc o małej retencji w lasach, trzeba pamiętać, że jej podstawową rolą nie jest gromadzenie użytecznych (nadających się do bezpośredniego gospodarczego użycia) zapasów wody, ale zmiana uwilgotnienia siedlisk, podniesienie poziomu wody gruntowej i zmiana mikroklimatu. W osiągnięciu tego celu większą rolę odgrywa łączna powierzchnia zalewów nawet bardzo płytkich, niż większa objętość wody, lecz zawarta np. w jednym zbiorniku [Ciepielowski, Dąbkowski 1995]. Oznacza to, że z przyrodniczego punktu widzenia, dla zwiększenia wewnętrznego obiegu wody lepsze jest, żeby było więcej małych zbiorników wodnych niż jeden duży [Kędziora 1995].

Przedmiotem melioracji wodnych w lasach, jeszcze do nie dawna, były jedynie siedliska nadmiernie uwilgotnione. Obecnie dostrzega się problem obniżania poziomu wód gruntowych, powodujący pogorszenie stosunków wodnych, a także zanikanie cennych obszarów mokradłowych. Podstawowym celem retencjonowania wody jest powstrzymanie degradacji stosunków wodnych zagrażających trwałości lasów. Retencjonowanie wody w lasach powinno przyczynić się do zwiększenia uwilgotnienia siedlisk zgodnie z siedliskowym typem lasu, zwiększenia bioróżnorodności, ograniczenia procesów erozyjnych i łagodzenia skutków zmian klimatu. Celem retencjonowania jest także zaspokojenie

potrzeb wodnych zwierzyny i ptactwa, dostępność wód dla celów przeciwpożarowych, zaopatrzenie w wodę szkółek leśnych, gospodarstw, hodowli ryb oraz zwiększenia walorów rekreacyjnych lasu. Przywrócenie choćby częściowo, uprzednich warunków wodnych w lasach uruchomiłoby mechanizmy powolnej samoregulacji składu gatunkowego fitocenozy i różnicowania się środowiska leśnego. W każdym bowiem etapie gospodarki leśnej można przedsięwziąć różnorodne działania zmierzające do poprawy stosunków wodnych. Przede wszystkim ich celem winno stać się przywrócenie w ekosystemach leśnych właściwej roli siedliskom wilgotnym i bagiennym [Ciepielowski i in. 2000].

Wszystkim jest znana nieoceniona rola mokradł w środowisku przyrodniczym. Z tego to właśnie powodu bardzo istotne staje się utrzymywanie ich w stanie naturalnym bądź jak najbardziej do niego zbliżonym.

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Leśne Kompleksy Promocyjne (LKP) tworzone są w celu promocji trwale zrównoważonej gospodarki leśnej oraz zasobów przyrody w lasach. W skład LKP Lasy Rychtałskie (o powierzchni ok. 48 tys. ha, powołanego w 1996 roku) wchodzi lasy dwóch nadleśnictw RDLP w Poznaniu: Antonin i Syców oraz lasy Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Siemianicach.

Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej LKP Lasy Rychtałskie położony jest w Krainie III Wielkopolsko-Pomorskiej, Dzielnicy 9 Kotliny Żmigrodzko-Grabowskiej oraz w Krainie V Śląskiej, Dzielnicy 2 Wrocławskiej. Udział dominujących siedlisk leśnych na tym terenie jest następujący: Antonin – bór świeży (Bśw) 48%, Syców – las mieszany świeży (LMśw) 33% i bór mieszany świeży (BMśw) 31% oraz Siemianice LMśw 39% i BMśw 22%. W tym siedliska wilgotne (Bb, BMb, LMb, Ol, OIJ, Lł), znajdujące się pod bezpośrednim wpływem wody gruntowej zajmują odpowiednio: Antonin 1,2%, tj. 239ha, Syców 1,0%, tj. 221ha oraz Siemianice 6,3%, tj. 375ha powierzchni leśnej.

Po szczegółowej analizie uzyskanych materiałów z nadleśnictw, wizjach terenowych, analizie map wielkoskalowych *etc.*, wybrano do badań szczegółowych trzy powierzchnie doświadczalne, mikrozelewnie, które są tak usytuowane, iż leżą prawie w całości na leśnych terenach mokradłowych (o powierzchniach: 8,58; 30,61 i 32,00 ha). Stanowi to istotę założonego doświadczenia, bowiem chodzi o oszacowanie m.in. odpływu właśnie z owych terenów. W 2004 roku rozpoczęto systematyczne badania terenowe obejmujące m.in. pomiary stanów wód gruntowych (51 studzienek) i pomiary stanów wód w ciekach (3 przelewy Thomsona) oraz okresowe badania jakości wód.

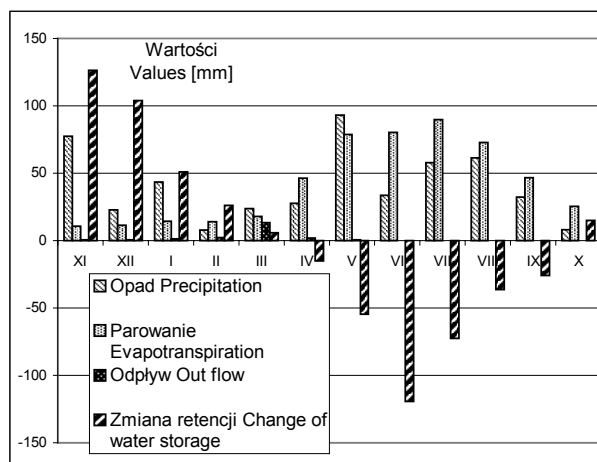
Poszczególne składniki bilansu surowego uzyskano następująco: opad na podstawie standardowych pomiarów, ewapotranspirację obliczono metodą Konstantinowa, odpływ na podstawie stanów na przelewach, zmianę retencji osza-

cowano na podstawie zmian stanów wód gruntowych w studzienkach [Miler i in. 2004–2007, 2005].

Ocenę warunków meteorologicznych w okresie badań przeprowadzono na podstawie danych ze stacji Siemianice, gdzie pomiary prowadzone są od 1975 roku. Do analiz przyjęto rok hydrologiczny 2004/2005, który w ocenie sum rocznych opadów atmosferycznych (514,5 mm) i średnich rocznych temperatur powietrza (8,6°C) można zaliczyć do przeciętnych, ponieważ odchylenia powyższych wartości nie przekraczają 10% stosownych wartości średnich.

## WYNIKI I DYSKUSJA

**Ilość wód.** Na rysunku 1 zestawiono wartości miesięczne i roczne składników zrównoważonego bilansu wodnego obszarów mokradłowych LKP Lasy Rychtalskie, obliczonego poprzez uśrednienie wyników z trzech powierzchni doświadczalnych, dla roku hydrologicznego 2004/2005. Dla tego roku suma opadów atmosferycznych wynosiła 534,6 mm, parowania 509,1 mm, odpływu 20,5 mm, a zmiana roczna retencji jedynie +5,0 mm.



**Rysunek 1.** Zrównoważony bilans wodny mokradel Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtalskie w roku hydrologicznym 2004/2005

**Figure 1.** Equilibrate water balance of marshlands areas on the Promotion Forest Complex Rychtalskie Forest in hydrological year 2004/2005

Odpływ roczny z badanych terenów mokradłowych jest stosunkowo niewielki – ok. 4% sumy opadów rocznych. Okresowo cieki zanikają – w latach hydrologicznych 2004/2005 i 2005/2006 odnotowano odpływ odpowiednio w ciągu 202 dni (15.11.2004–5.6.2005) oraz 192 dni (1.12.2005–10.6.2006).

Nawet dość znaczne opady letnie: 41,2 mm (22–26.8.2005), 66,4 mm (3–9.8.2006) nie powodują na tyle podniesienia się stanów wody w ciekach, aby odnotowany został odpływ na przelewach. W okresie prowadzonych badań nie odnotowano typowych wezbrań, tzn. bazujących na spływie powierzchniowym, które w badanych mikrozewniach przy opadach nawaalnych powinny trwać najwyżej parę godzin.

Obserwowane wezbrania – podwyższone odpływy deszczowo-roztopowe lub deszczowe zasilane są z odpływów: podpowierzchniowego i gruntowego.

Powyższe świadczy o stosunkowo dużych zdolnościach retencyjnych badanych terenów mokradłowych (drzewostan, ściółka, zagłębienia terenowe, gleby).

Przeciętne stany wód gruntowych (51 studzienek) zalegają dość płytko 97,5 cm poniżej powierzchni terenu, przy odchyleniu standardowym 55,5 cm. Głębokość lustra wody gruntowej zmienia się na badanych obszarach mokradłowych dość regularnie, nie zaznaczają się wyraźnie przesunięcia fazowe. Odnotowano też krótkie okresy stagnowania wody na powierzchni terenu.

Bazując na danych z Siemianic (1975–2006), obliczono trendy czasowe – zmiany roczne dla sum rocznych opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza odpowiednio dla poszczególnych miesięcy i całego roku (tab. 1).

**Tabela 1.** Roczne zmiany dla miesięcy i roku sum opadów atmosferycznych i średnich temperatur powietrza

**Table 1.** Yearly changes for months and for year of total precipitation and mean air temperature

Miesiące Months	Zmiany roczne Yearly changes	
	Opad Precipitation [mm]	Temperatura powietrza Air temperature [°C]
XI	-0,06	+0,01
XII	+0,05	-0,01
I	-0,66	+0,02
II	+0,82	+0,09
III	+0,07	-0,01
IV	-0,04	+0,08
V	+0,40	+0,05
VI	-0,57	+0,07
VII	+0,08	+0,07
VIII	-0,30	+0,10
IX	-0,75	+0,02
X	-0,60	+0,01
Rok Year	<b>-1,573</b>	<b>+0,041</b>

Ostatecznie, prognozę zmian stosunków wodnych na badanych terenach mokradłowych LKP Lasy Rychtałskie, wyrażającą się zmianami stanów wód gruntowych, oparto na ujemnym rocznym trendzie sum rocznych opadów atmosferycznych (-1,573 mm/rok).

Jeżeli przyjąć założenie, że istotne zmiany w ekosystemach mokradłowych będą zachodzić, gdy średni poziom wód gruntowych spadnie o ok. 50 cm (50% obecnego średniego stanu wód gruntowych), na skutek malejących sum rocznych opadów atmosferycznych, to można szacować, że nastąpi to po około 100 latach.

Przy przyjętych założeniach jak wyżej oraz porowatości gleb w warstwie wodonośnej 34%, po 100 latach malejące opady spowodują obniżenie stanów wód gruntowych średnio o 46,3 cm. Takie oszacowanie może budzić wątpliwości, bowiem bazuje na tylko ok. 30-letnim ciągu obserwacji opadów w Siemianicach oraz bez uwzględnienia cykliczności zmian opadów.

Gdyby „wydłużyć” ciąg obserwacyjny w Siemianicach, np. poprzez związek korelacyjny z ciągiem obserwacji opadów we Wrocławiu (LKP Lasy Rychtałskie oddalony jest o ok. 40 km), gdzie obserwacje są prowadzone od 1860 roku, to obliczony trend sum rocznych opadów atmosferycznych wynosiłby zaledwie -8,8 mm/100lat. Zatem praktycznie, malejący trend sum rocznych opadów atmosferycznych w tym wypadku nie stanowiłby zagrożenia degradacji badanych terenów mokradłowych.

To jednak także może budzić wątpliwości, bowiem opady atmosferyczne mają charakter lokalny oraz okresowy. Przykładowo Poznań charakteryzuje się bardzo stacjonarnym klimatem w dłuższym okresie 1848–2000, a jednocześnie występują trendy okresowe zarówno średnich rocznych temperatur powietrza jak i sum rocznych opadów atmosferycznych [Miler A.T., Miler M. 2005].

Ostatecznie, zasadne wydaje się przyjęcie dla prognozy zmian stosunków wodnych na obszarach mokradłowych LKP Lasy Rychtałskie wyników pomiarów opadów i temperatur z Siemianic. Okres obserwacji 1975–2006 nie jest, co prawda zbyt długi, ale jednocześnie reprezentatywny i w miarę jednorodny („gwarancją” jest właśnie krótki okres obserwacji). Obliczone wyżej „100 lat...” ma oczywiście charakter szacunkowy. Niemniej oddaje rząd wielkości, co do okresu, po którym możliwe są takie zmiany stosunków wodnych tych terenów mokradłowych, iż zmieniają one swój charakter, przestaną być siedliskami nadmiernie uwilgotnionymi.

**Jakość wód.** Analizy jakości wód powierzchniowych i gruntowych wykonano zgodnie z odpowiednimi polskimi normami.

Podczas wyjazdów terenowych zebrano łącznie 47 prób wody gruntowej i powierzchniowej z wytypowanych na powierzchniach badawczych punktów monitoringowych.

Uzyskane w analizach wyniki porównano z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (DZ.U. NR 143, POZ. 896) oraz Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DZ. U. NR 162, POZ. 1008).

Wyniki badań jakości wód powierzchniowych i gruntowych zestawiono w tabelach 2, 3, 4.

**Tabela 2.** Wartości średnie oznaczonych wskaźników wód powierzchniowych i gruntowych w sezonie jesiennym 2005 roku

**Table 2.** Mean range of chemical analyses of surface and ground water samples carried out at autumn time 2005

Zakres oznaczeń		Wody powierzchniowe	Wody Gruntowe
Przewodnictwo	μS/cm	520 <sup>I</sup>	656
Odczyn pH	–	6,35	6,77 <sup>I</sup>
ChZT z K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	54,4 <sup>w.g.n.u.</sup>	62,5
Amoniak	mg NH <sub>4</sub> /l	1,43 <sup>II</sup>	3,05 <sup>V</sup>
Azotyny	mg NO <sub>2</sub> /l	0	0,043 <sup>II</sup>
Azotany	mg NO <sub>3</sub> /l	0 <sup>I</sup>	1,01 <sup>I</sup>
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	55 <sup>I</sup>	96 <sup>II</sup>
Chlorki	mg Cl/l	45 <sup>I</sup>	27 <sup>I</sup>
Fosforany rozpuszczone	mg PO <sub>4</sub> /l	0	1,84 <sup>IV</sup>
Fosfor ogólny	mg P/l	0,08 <sup>I</sup>	0,81
Zasadowość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	–	–
Potas	mg K/l	2,1	8,0 <sup>I</sup>
Sód	mg Na/l	9,9	26,6 <sup>I</sup>
Wapń	mg Ca/l	69,5 <sup>II</sup>	82,2 <sup>II</sup>
Magnez	mg Mg/l	19,7 <sup>I</sup>	13,5 <sup>I</sup>
Twardość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	297	259
Twardość węglanowa	mval/l	2,9	4,13

gdzie:

I – I klasa jakości, II – II klasa jakości, III – III klasa jakości, IV – IV klasa jakości, V – V klasa jakości, w.g.n.u. – wartości granicznych nie ustala się.

I – quality class I, II – quality class II, III – quality class III, IV – quality class IV, V – quality class V, w.g.n.u. – values' limits not established.



**Tabela 3.** Wartości średnie oznaczonych wskaźników wód powierzchniowych i gruntowych w sezonie wiosennym 2006 roku  
**Table 3.** Mean range of chemical analyses of surface and ground water samples carried out at spring time 2006

Zakres oznaczeń		Wody powierzchniowe	Wody Gruntowe
Przewodnictwo	μS/cm	402 <sup>I</sup>	429
Odczyn pH	–	6,45	5,96 <sup>IV</sup>
ChZT z K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	100,7 <sup>w.g.n.u.</sup>	54,0
Amoniak	mg NH <sub>4</sub> /l	1,20 <sup>II</sup>	2,57 <sup>IV</sup>
Azotyny	mg NO <sub>2</sub> /l	0,02	0,42 <sup>III</sup>
Azotany	mg NO <sub>3</sub> /l	1,77 <sup>I</sup>	4,9 <sup>I</sup>
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	61 <sup>I</sup>	68 <sup>II</sup>
Chlorki	mg Cl/l	19 <sup>I</sup>	25 <sup>I</sup>
Fosforany rozpuszczone	mg PO <sub>4</sub> /l	0,2	1,23 <sup>IV</sup>
Fosfor ogólny	mg P/l	0,12 <sup>I</sup>	0,49
Zasadowość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	2,5	2,07
Potas	mg K/l	1,7	2,79 <sup>I</sup>
Sód	mg Na/l	10,8	11,9 <sup>I</sup>
Wapń	mg Ca/l	45,4 <sup>I</sup>	46,3 <sup>I</sup>
Magnez	mg Mg/l	17,9 <sup>I</sup>	14,9 <sup>I</sup>
Twardość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	186	165
Twardość węglanowa	mval/l	–	429

j.w. / a.b.

**Tabela 4.** Wartości średnie oznaczonych wskaźników wód powierzchniowych i gruntowych w sezonie letnim 2007 roku  
**Table 4.** Mean range of chemical analyses of surface and ground water samples carried out at summer time 2007

Zakres oznaczeń		Wody powierzchniowe	Wody Gruntowe
Przewodnictwo	μS/cm	1123 <sup>II</sup>	887
Odczyn pH	–	5,78	5,76 <sup>IV</sup>
ChZT z K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	47,9 <sup>w.g.n.u.</sup>	51,0
Amoniak	mg NH <sub>4</sub> /l	1,38 <sup>II</sup>	2,60 <sup>IV</sup>
Azotyny	mg NO <sub>2</sub> /l	0	0,0025 <sup>I</sup>
Azotany	mg NO <sub>3</sub> /l	1,6 <sup>I</sup>	0,6 <sup>I</sup>
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	–	–
Chlorki	mg Cl/l	–	–
Fosforany rozpuszczone	mg PO <sub>4</sub> /l	0	0,94 <sup>III</sup>
Fosfor ogólny	mg P/l	0,91 <sup>w.g.n.u.</sup>	3,06
Zasadowość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	–	–
Potas	mg K/l	1,7	7,1 <sup>I</sup>
Sód	mg Na/l	–	–
Wapń	mg Ca/l	–	–
Magnez	mg Mg/l	15,0 <sup>I</sup>	33,7 <sup>II</sup>
Twardość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	–	887
Twardość węglanowa	mval/l	–	5,76

j. w. / a.b.

Z zestawionych wyników widać, iż nieco lepsza jakość cechuje wody powierzchniowe. Zależność ta sprawdza się bez względu na sezon, w jakim woda była poddana analizom.

W wodach powierzchniowych elementem o najgorszej wartości było we wszystkich sezonach chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT). Swoje najwyższe wskazania osiągnęło ono w sezonie wiosennym 2006 r.

Złą jakość wód gruntowych determinowały elementy nieorganiczne takie jak amoniak i fosforany rozpuszczone. W zależności od sezonu osiągały one wartości charakterystyczne dla III, IV i V klasy jakości (najgorsze wiosną 2006 r.).

W wyniku przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych procesów akumulacji zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego.

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Szczególnie cenne dla bioróżnorodności ekosystemy mokradłowe w LKP Lasy Rychtałskie są zagrożone w stosunkowo nieodległej przyszłości deficytem wody. Szacunkowo można przyjąć, iż po ok. 100 latach nastąpi przesuszenie leśnych siedlisk obecnie ocenianych jako mokradłowe. Działając pragmatycznie, należałoby dążyć do całkowitego zatrzymania odpływającej z tych terenów wody. Spowolni to nieco proces przesuszania, lecz zatrzymanie niewielkich odpływów z tych terenów (ok. 4% sumy rocznej opadów) w dłuższym okresie nie będzie w stanie powstrzymać degradacji mokradeł.

Wody gruntowe na badanych ombrogenicznych obszarach mokradłowych są w ciągu całego roku nieco gorszej jakości niż wody powierzchniowe. W tych ostatnich dominujące zanieczyszczenie to chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT), szczególnie w sezonie wiosennym. Natomiast w wodach gruntowych główne zanieczyszczenia to amoniak i fosforany rozpuszczalne.

### BIBLIOGRAFIA

- Ciepielowski A., Dąbkowski S. L. *Problemy malej retencji w lasach*. Sylwan, Nr 11. CXXXIX Warszawa 1995.
- Ciepielowski A., Dąbkowski S. L., Grzyb M. *Kształtowanie retencji wodnej na obszarach leśnych I*. Głos Lasu Nr 3, s.10-12, Warszawa 2000.
- Kędziora A. *Podstawy agrometeorologii*. Państw. Wyd. Rol. i Leś. Poznań 1995.
- Kundzewicz Z. W. *Gdyby mała wody miarka. Zasoby wodne dla trwałego rozwoju*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2000.
- Miler A.T., Miler M. *Trendy i okresowości zmian temperatury oraz opadów dla Poznania w latach 1848-2000*. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politech. Koszal., Inż. Środ. 22: 945-956, 2005.
- Miler A.T., Kamiński B., Krysztofiak A., Sobalak M. *Inwentaryzacja obszarów mokradłowych na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtałskie oraz wstępne wyniki badań hydrologicznych*. Infrastruktura i Ekologia Obszarów Wiejskich, PAN Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi 4: 85-98, 2005.

Miler A.T., Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B., Stasik R., Krysztofiak A., Sobalak M., Poszyler-Adamska A., Przysiecka K., Kamiński M. *Opracowanie strategii ochrony obszarów mokradłowych na terenie Leśnych Kompleksów Promocyjnych na przykładzie LKP Lasy Rychtałskie*. Opracowania dla DGLP w Warszawie (maszynopisy) 2004–2007.

*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych* (Dz.U. Nr 143, poz. 896).

*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych* (Dz.U. Nr 162, poz. 1008)

Tomiałojć L. *Punkt widzenia ekologa na melioracje wodne w Polsce w świetle przewidywanych zmian w środowisku przyrodniczym*. Ekologiczne aspekty melioracji wodnych, PAN Komitet Ochrony Przyrody. Instytut Ochrony Przyrody PAN Kraków 1995, s. 49–70.

Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler  
*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*  
Katedra Inżynierii Leśnej  
60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41  
Tel./Fax 0618487366,  
e-mail amiler@up.poznan.pl

Dr inż. Anna Krysztofiak-Kaniewska  
*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*  
Katedra Inżynierii Leśnej  
60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41  
Tel./Fax 0618487366,  
e-mail anna.krysztofiak@up.poznan.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Gruszczyński*