

Marcin SKWARKA¹, Natalia PERLICEUSZ¹, Monika KOWALSKA-GÓRALSKA¹
Magdalena SENZE¹ i Tomasz SKWARKA¹

CHARAKTERYSTYKA FIZYCZNA I CHEMICZNA WÓD W PARKACH MIEJSKICH WROCŁAWIA I WAŁBRZYCHA

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PARK'S WATER OF WROCLAW AND WALBRZYCH

Abstrakt: Badaniom poddano wodę z małych rezerwarów wodnych zlokalizowanych w wybranych parkach miejskich Wrocławia i Wałbrzycha na przestrzeni czterech pór roku na przełomie lat 2009/2010. W analizowanym materiale oznaczono twardość, odczyn, zasadowość, przewodnictwo elektrolityczne oraz koncentrację chlorków, wapnia i magnezu. W parkowych zbiornikach wodnych zanotowano zgodne z normami prawnymi (Dz.U.2008.162.1008; Dz.U.2004.32.284) wartości analizowanych parametrów fizykochemicznych wody. Na szczególną uwagę zasługują zbiorniki zlokalizowane w parkach: Brochowski, Grabiszyński, Kopernika, Szczytnickim i Tołpy (Wrocław) oraz Nowe Miasto (Wałbrzych), gdzie odczyty odbiegały od wyników zgodnych z normami.

Słowa kluczowe: woda, parki miejskie, parametry fizykochemiczne, Wrocław, Wałbrzych

Wprowadzenie

Zasoby wodne są odnawialne, ale wyczerpywalne, dlatego też ważna jest dbałość o jakość wód płynących oraz tych o charakterze stagnującym [1].

Zanieczyszczenie środowiska wodnego wynika z wprowadzenia do wód substancji stałych, ciekłych lub gazowych w takich ilościach i o takim składzie, że wywołują negatywne skutki w środowisku. Dotyczy to przekroczenia norm stanu środowiska lub dopuszczalnych wskaźników zanieczyszczeń [2]. Te elementy w wodach płynących mogą ulec rozproszoniu, a wody - samooczyszczeniu. W przypadku rezerwarów wód stojących, zwłaszcza małych, bezodpływowych zbiorników wodnych (stawy, sadzawki, osadniki, wyrobiska z wodą), stagnująca woda powoduje akumulację zanieczyszczeń, które są zagrożeniem dla takiego ekosystemu [3].

Celem pracy była fizykochemiczna ocena wód zbiorników wodnych zlokalizowanych w wybranych parkach miejskich Wrocławia i Wałbrzycha z uwzględnieniem wpływu lokalizacji zieleńców.

Materiały i metody

Pobrano i przebadano wodę z rezerwarów zlokalizowanych w wybranych parkach miejskich na terenie Wrocławia (parki: Szczytnicki, Tołpy, Kopernika, Brochowski, Południowy, Wschodni, Grabiszyński, Leśnicki, Starachowicki i Złotnicki) oraz Wałbrzycha i okolic (Piaskowa Góra, Poniatów, Rusinów i Nowe Miasto, Szczawno Zdrój, Lubomin, Świebodzice i Grzędy Górne).

Próbki były zbierane sezonowo: wiosną (kwiecień 2009 r.), latem (lipiec 2009 r.), jesienią (listopad 2009 r.) oraz zimą (luty 2010 r.). Woda została pobrana z każdego

¹Zakład Hydrobiologii i Akwakultury, Instytut Biologii, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 38C, 51-630 Wrocław, email: monika.kowska-goralska@up.wroc.pl

²Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'10, Piechowice, 14-16.10.2010

zbiornika w odległości ok. 0,5 m od brzegu, z głębokości 0,2 m. Każdorazowo pobrano wodę 3-krotnie, a próbki uśredniono. *In situ* określono przewodnictwo elektrolityczne (CM 204 SLANDI; PN-EN 27888:1999) i odczyn (PH 204 SLANDI). W laboratorium zakładowym oznaczono: twardość ogólną (PN-ISO 6059), zasadowość (PN-90/C-04540.03), koncentrację chlorków (PN-EN ISO 5810:2002), wapnia (PN-ISO 6058) oraz magnezu [4-8].

Wyniki i dyskusja

Parametry fizykochemiczne wód z rezerwarów wodnych zlokalizowanych w wybranych parkach miejskich Wrocławia oraz Wałbrzycha i okolic przedstawione zostały odpowiednio w tabelach 1 i 2. Zestawiono je z wartościami normatywnymi wg rozporządzeń ministra właściwego ds. środowiska.

Tabela 1

Parametry fizykochemiczne wód ze zbiorników z parków wrocławskich

Table 1

Physicochemical water parameters from the reservoirs of the parks in Wrocław

Parametr	Sezon	Tołpy	Szczytnicki	Koper-nika	Wschodni	Brochowski	Południowy	Grabiszyński	Strachowicki	Leśnicki	Złotnicki
Twardość ogólna [mg CaCO ₃ ·dm ⁻³]	Wiosna	139,2	221,3	217,8	449,8 ^b	531,9 ^b	171,4	357,0	160,7 ^a	178,5	289,2
	Lato	160,7	203,5	296,3	392,7	621,2 ^b	149,9	435,5	506,9 ^{ab}	217,8	232,1
	Jesień	135,7	274,9	285,6	457,0 ^b	524,8 ^b	153,5	142,8 ^a	217,8	185,6	274,9
	Zima	335,5 ^a	b.d.	335,6	553,4	589,1	385,6 ^a	396,3	428,4	264,2	349,9
Zasadowość [mg CaCO ₃ ·dm ⁻³]	Wiosna	70,1	85,1	95,1	135,1	195,2 ^b	75,1	175,1	140,1	170,1	215,2 ^b
	Lato	50,0	170,1 ^a	230,2 ^a	370,3 ^{ab}	330,3 ^{ab}	101,1	340,3 ^{ab}	250,2	190,2	290,2
	Jesień	55,0	90,1	100,1	150,1	185,1 ^b	55,0	70,1	135,1	85,1	125,1
	Zima	150,1 ^a	b.d.	110,1	180,1	190,2	155,1 ^a	155,1	280,2 ^b	120,1	130,1
Odczyn [-]	Wiosna	7,7	8,1	7,8	7,9	7,9	7,9	7,5	8,4	9,2 ^{ab}	7,4
	Lato	7,7	7,4	7,9	7,7	7,6	7,4	7,3	7,7	8,2	7,4
	Jesień	7,3	7,2	7,3	7,2	7,3	7,1	7,1	7,3	7,2	7,2
	Zima	7,0	b.d.	7,1	7,0	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Przewodnictwo elektrolityczne [μS cm ⁻¹]	Wiosna	776,0	1184,0	1026,0	1076,0	1215,0	586,0	901,0	371,0 ^b	645,0	743,0
	Lato	913,0	1224,0	1125,0	1634,0 ^b	1573,0	436,0	1608,0 ^{ab}	834,0	888,0	1032,0
	Jesień	1024,0	1518,0	1525,0	1536,0	1657,0	734,0 ^a	627,0	809,0	913,0	1014,0
	Zima	1618,0 ^a	b.d.	1528,0	1436,0	1623,0	1453,0 ^a	1582,0 ^a	1488,0 ^a	1018,0	1103,0
Wapń [mgCa·dm ⁻³]	Wiosna	35,8	52,9	72,9	137,3 ^b	161,6 ^b	40,0	98,7	47,2	65,8	94,4
	Lato	25,7	55,8	90,1	118,7 ^b	164,5 ^b	38,6	140,1 ^{ab}	70,1	67,2	90,1
	Jesień	40,0	93,0 ^b	88,7	105,9	177,3 ^b	51,5	54,3	75,8	74,4	101,5
	Zima	88,7 ^a	b.d.	93,0	164,5 ^{ab}	170,2 ^b	121,6 ^a	123,0	121,6 ^a	72,9	111,5
Magnez [mg Mg·dm ⁻³]	Wiosna	12,1	21,7	8,7	26,0	31,2 ^b	17,3	26,9	10,4	3,5	13,0
	Lato	23,4	15,6	17,3	23,4	51,2 ^{ab}	13,0	20,8	80,6 ^{ab}	11,1	1,7
	Jesień	8,7	10,4	15,6	22,5	19,9	6,1	1,7	6,9	0,0	5,2
	Zima	27,8 ^a	b.d.	25,9 ^a	34,7	39,9	19,9	21,7	30,4	19,9 ^a	17,3 ^a
Chlorki [mg Cl ⁻ ·dm ⁻³]	Wiosna	150,0	242,0 ^b	176,0	98,0	88,0	84,0	72,0	30,0	72,0	66,0
	Lato	134,0	148,0	116,0	88,0	64,0	36,0	104,0	34,0	60,0	64,0
	Jesień	164,0	210,0 ^b	210,0 ^b	110,0	98,0	56,0	42,0	46,0	66,0	74,0
	Zima	208,0	b.d.	200,0	112,0	92,0	162,0 ^a	188,0 ^a	78,0 ^a	88,0	96,0

a - różnice statystycznie istotne dla parku ($p \leq 0,01$); b - różnice statystycznie istotne między parkami w danym sezonie ($p \leq 0,01$); b.d. - brak danych

Tabela 2

Parametry fizykochemiczne wód ze zbiorników z parków wałbrzyskich

Table 2

Physicochemical parameters of water from the reservoirs of the parks in Wałbrzych

Parametr	Sezon	Piasko wa Góra	Ponia- tów	Rusi- nów 1	Rusi- nów 2	Nowe Miasto	Świebo- dzice	Szczaw- no Zdrój	Lubo- min	Grzędy Górne
Twardość ogólna [mg CaCO ₃ ·dm ⁻³]	Wiosna	142,8	174,9	210,6	139,2	227,8	203,5	171,4	153,5	67,8
	Lato	135,7	160,7	185,6	146,4	839,0 ^{ab}	160,7	160,7	178,5	89,3
	Jesień	135,6	171,4	171,4	164,2	753,3 ^{ab}	178,4	153,5	139,2	71,4
	Zima	207,1	107,1	71,4	207,1	82,1	253,5	125,0	160,7	b.d.
Zasadowość [mg CaCO ₃ ·dm ⁻³]	Wiosna	85,1	85,1	95,1	80,1	90,1	75,1	90,1	110,1	75,1 ^a
	Lato	80,0	90,1	115,1	95,1	335,3 ^{ab}	75,1	75,1	90,1	49,0
	Jesień	75,1	80,1	105,1	95,1	350,3 ^{ab}	70,1	80,1	80,1	35,0
	Zima	95,2	55,0	45,0	100,1	50,0	95,1	60,1	75,1	b.d.
Odczyn [-]	Wiosna	7,7	8,1	7,6	7,6	7,5	8,0	7,6	8,4	9,3
	Lato	7,2	7,3	7,9	6,7	7,3	8,1	6,5	7,1	8,6
	Jesień	7,4	7,3	7,1	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
	Zima	6,9	7,2	7,1	7,0	7,1	7,0	7,2	6,9	b.d.
Przewod- nictwo elektro- lityczne [μS cm ⁻¹]	Wiosna	290,0	3300,0 ^b	4400,0 ^b	510,0	280,0	420,0	320,0	260,0	120,0
	Lato	310,0	5400,0 ^{ab}	4800,0 ^b	640,0	2210,0 ^{ab}	480,0	440,0	370,0	190,0
	Jesień	430,0	5100,0 ^{ab}	6000,0 ^{ab}	740,0	1910,0 ^{ab}	570,0	620,0 ^a	570,0	510,0 ^a
	Zima	430,0	2200,0 ^b	1800,0 ^b	710,0	120,0	680,0	250,0	350,0	b.d.
Wapń [mgCa·dm ⁻³]	Wiosna	35,8	34,3	40,0	35,8	46,8	37,2	55,8	31,5	20,0
	Lato	25,7	38,8	42,9	30,0	298,9 ^{ab}	44,3	35,8	25,7	15,7
	Jesień	35,8	50,1 ^a	48,6	37,2	134,4 ^{ab}	58,6	54,3	37,2	20,0
	Zima	38,6	22,9	17,2 ^a	34,3	7,2 ^b	71,5 ^{ab}	18,6	25,7	b.d.
Magnez [mg Mg·dm ⁻³]	Wiosna	13,0	21,7	26,9	12,1	26,9	26,9	7,8	18,2	4,3
	Lato	17,3	14,7	19,1	15,3	22,6	12,1	17,3 ^a	64,0 ^{ab}	12,1 ^a
	Jesień	12,1	12,1	28,0 ^b	14,3	234,0 ^{ab}	7,8 ^a	4,3	12,3	5,2
	Zima	26,9	12,1	7,0 ^a	29,9 ^a	15,6	18,2	19,1 ^a	23,4	b.d.
Chlorki [mg Cl ⁻ ·dm ⁻³]	Wiosna	16,0	44,0	24,0	58,0	74,0 ^b	20,0	16,0	12,0	12,0
	Lato	14,0	44,0	20,0	40,0	70,0 ^b	38,0	17,0	4,0	15,0
	Jesień	22,0	60,0	28,0	76,0	82,0	32,0	20,0	24,0	18,0
	Zima	22,0	36,0	30,0	72,0	24,0 ^a	34,0	30,0	20,0	b.d.

a - różnice statystycznie istotne dla parku ($p \leq 0,01$); b - różnice statystycznie istotne między parkami w danym sezonie ($p \leq 0,01$); b.d. - brak danych

Twardość ogólna

Wszystkie próbki wody zaklasyfikowano do II klasy czystości [9]. Średnia twardość wód pobranych z wrocławskich parków zawierała się w przedziale 170-340 mg CaCO₃·dm⁻³, co oznacza wodę średnio twardą. Jakość wody z parków usytuowanych w dzielnicach usługowo-mieszkalnych określono jako twardą, a nawet bardzo twardą (< 510 CaCO₃·dm⁻³ zanotowane w parku Brochowskim) [10]. Zauważono istotnie znaczące ($p < 0,01$) zwiększenie twardości wody w południowych dzielnicach Wrocławia w porównaniu do pozostałych rejonów miasta.

Wody pochodzące z większości parków wałbrzyskich zakwalifikowano do I klasy czystości (wody o bardzo dobrej jakości) i miały one charakter wody średnio twardej (230-350 mg CaCO₃·dm⁻³). Zaobserwowano znaczące ($p < 0,01$) podwyższenie twardości

ogólnej wód pobranej ze stanowiska Nowe Miasto w sezonach letnim i jesiennym. Tym samym jakość wody uległa znaczącemu obniżeniu do poziomu IV klasy czystości [9].

Zasadowość

Wysokie wartości zasadowości wody z wrocławskich zbiorników parkowych zanotowano w parkach Wschodnim i Brochowskim (dzielnica usługowo-mieszkalna Wrocławia) oraz parkach Grabiszyńskim, Starachowickim i Złotnickim (strefa przemysłowa miasta). Duże stężenie CaCO_3 uwidaczniała się w okresie letnim dla większości zbiorników. Wyjątek stanowi tutaj park Starachowicki, gdyż największa zasadowość ($280,2 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$) przypadła na okres zimowy. Wody z parków zlokalizowanych w rejonie Starego Miasta oraz Śródmieścia wykazywały wartości poniżej $160 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$, a ich jakość określono jako III klasę czystości [9].

Zdecydowana większość badanych stanowisk wałbrzyskich posiadała wody należące do I klasy czystości (wody o bardzo dobrej jakości). Wartości zasadowości nie przekraczały $200,00 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. Wody ze zbiornika z dzielnicy Nowe Miasto jako jedyne zaliczono do II klasy czystości wód [9].

Odczyn

Pod względem odczynu wody pochodzące z 9 na 10 parków wrocławskich posiadały wartość tego wskaźnika na poziomie 6,5-8,5 pH i zaliczono je do I klasy czystości wód [9]. Do klasy V zaliczono wody ze zbiornika wodnego z parku Leśnickiego zebrane w okresie wiosennym.

Zakresy odczynu dla wód były wyrównane dla wszystkich zbiorników parkowych. Najwyższy odczyn dla wszystkich rejonów przypadł na okres wiosenny związany ze wzrostem procesu fotosyntezy roślinności wodnej i pochłanianiem przez nie dużych ilości ditlenku węgla. Najniższa wartość odczynu przypadła na okres zimowy. Powodem tego stanu rzeczy była duża zasobność rezerwuarów wodnych w jony wapnia [11]. Wyniki przeprowadzonych badań są zbieżne z tymi, jakie uzyskano w latach wcześniejszych w badaniach wskaźników tlenowych [12, 13].

Wody z parków miejskich Wałbrzycha i okolicznych miejscowości zaklasyfikowano do I klasy czystości z wartością pH w przedziale 6,50-8,50. Zbiornik Grzędy Górne w okresie wiosny wykazywał podniesiony odczyn wody (pH = 9,34). Przyczyną tego mógł być intensywny rozwój roślinności wodnej, wzrost aktywności fotosyntetycznej i związane z tym dynamiczne zużycie CO_2 [9].

Przewodnictwo elektrolityczne

Przewodność właściwa wód powierzchniowych na terenie Polski waha się w granicach $50\text{-}1000 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ [14]. Zbliżony zakres wartości podają również Orlik i in. [15]. Wartości przewodnictwa elektrolitycznego wód ze stanowisk badawczych wrocławskich i wałbrzyskich zawierały się w ww. zakresie.

Wartości parametru dla wód pochodzących z parków wrocławskich wynosiły $371\text{-}1657 \mu\text{S} \cdot \text{dm}^{-1}$. Wartość maksymalną, tj. $1657 \mu\text{S} \cdot \text{dm}^{-1}$, zanotowano w parku Brochowskim w okresie jesiennym, natomiast minimalną - $371 \mu\text{S} \cdot \text{dm}^{-1}$ w parku Starachowickim w okresie wiosennym. Zbiorniki wodne zlokalizowane w dzielnicy

usługowo-mieszkalnej Wrocławia charakteryzowały się najniższymi wartościami przewodnictwa elektrolitycznego w porównaniu do wód z pozostałych stanowisk. Zaklasyfikowano je ponadto do II i III klasy czystości [9]. W okresie zimowym wartość przewodnictwa była znacząco ($p < 0,01$) obniżona. Dla tego okresu badań stan czystości wody z tego rejonu określono jako klasę IV (wartość przewodnictwa na poziomie ok. $1200 \mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-1}$).

Wody pobrane ze zbiorników Piaskowa Góra, Poniatów, Rusinów 1, Szczawno Zdrój, Lubomin oraz Grzędy Górne zaliczono do I klasy czystości wód pod względem wartości przewodnictwa elektrolitycznego ($< 500,00 \mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-1}$). Stanowiska pomiarowe Świebodzice oraz Rusinów 2 w tej klasyfikacji należą do II klasy czystości wód, podczas gdy wody pochodzące ze zbiornika Nowe Miasto - do III klasy czystości (przewodność elektrolityczna przekroczyła $1000 \mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-1}$).

Wapń

Wody pochodzące ze zbiorników zlokalizowanych w parkach Wschodnim i Brochowskim zakwalifikowano do III klasy czystości (koncentracja pierwiastka $> 100 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$), podczas gdy pozostałe rezerwuary wodne do klasy II pod względem zawartości wapnia [9]. W okresie zimowym we wszystkich zbiornikach stwierdzono znacząco ($p < 0,01$) wyższe stężenie Ca. Jest to spowodowane prawdopodobnie wstępowaniem alkalicznych pozostałości po szkieletach mięczaków i skorupiaków w wodzie. Wysokość stężenia Ca w okresie zimowym może być również efektem ograniczenia produkcji materii organicznej oraz niskim poziomem fotosyntezy, w wyniku których Ca występujący w zbiorniku nie jest wykorzystywany zimą [16].

Wałbrzyskie parkowe zbiorniki wodne: Piaskowa Góra, Poniatów, Rusinów 1, Rusinów 2, Szczawno Zdrój, Lubomin oraz Grzędy Górne posiadały wody zaklasyfikowane do I klasy czystości pod względem zawartości w nich pierwiastka (koncentracja $> 50,00 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$).

Wody ze zbiornika Świebodzice zaklasyfikowano do II klasy, podczas gdy ze zbiornika Nowe Miasto - do III. Ten ostatni wykazywał znacząco ($p < 0,01$) wyższą (powyżej $400,00 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$) koncentrację wapnia w wodzie w porównaniu do pozostałych wód.

Magnez

Koncentracja tego pierwiastka w większości przebadanych zbiorników wrocławskich była niska, o kwalifikatorze I klasy czystości [9]. W okresie zimowym zaobserwowano istotny ($p < 0,01$) wzrost koncentracji Mg^{2+} w porównaniu do pozostałych okresów badawczych. Licznar i Licznar [17] zwracają uwagę na niskie poziomy pierwiastka występujące w zbiornikach wód stojących, podczas gdy właściwa proporcja wapnia do magnezu w wodach powinna wynosić od 4:1 do 2:1 [18]. Przeprowadzone badania potwierdzają stan niskiej podaży Mg wraz z wodą.

Zawartość magnezu w wodach z parkowych zbiorników Wałbrzycha i okolic zawierała się w przedziale $7,23\text{-}74,76 \text{ mg Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wody zaklasyfikowano do I (większość stanowisk), II (Lubomin) lub III klasy czystości (Nowe Miasto) [9]. Woda większości

badanych zbiorników posiadała właściwy stosunek wapnia do magnezu na poziomie 2:1, z wyjątkiem stanowiska Lubomin, dla którego wartość ta wynosiła 1:1.

Chlorki

Najniższe koncentracje chlorków zaobserwowano w wodach zbiorników parkowych zlokalizowanych w dzielnicy usługowo-mieszkalnej i przemysłowej Wrocławia, podczas gdy najwyższe - w centrum miasta. Wody te zaklasyfikowano pod względem zawartości w nich chlorków odpowiednio do I i III klasy stanu czystości wód [9].

Stężenie chlorków znacząco ($p < 0,01$) wzrastało w okresie zimowym, co ma związek z bliskością parków wobec dróg komunikacji drogowej i przenikania na ich teren soli używanej przez służby drogowe do zwalczania oblodzenia ulic. Wysokie stężenie jonów chlorkowych zwiększa korozyjność, ponadto koncentracje chlorków powyżej $250 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{dm}^{-3}$ jest szkodliwe dla roślin [19]. Takie zagrożenie może wystąpić w parku Szczytnickim.

Pod względem zawartości chlorków wody z parkowych zbiorników Wałbrzycha i okolic zaklasyfikowano do I klasy czystości. Koncentracja chlorków zawierała się w granicach $15,00\text{-}64,00 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{dm}^{-3}$ [9]. Kozubek i in. podają zakres stężenia chlorków w wodzie od $3,00$ do $12,00 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{dm}^{-3}$ jako właściwy dla ekosystemów wodnych [20]. Orlik i in. [15] ograniczają stężenie chlorków do zakresu $7,50\text{-}10,00 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{dm}^{-3}$. Nie zaobserwowano skutków negatywnego oddziaływania chlorków na rośliny czy zwierzęta w przebadanych zbiornikach pomimo znacząco ($p < 0,01$) wyższej koncentracji chlorków niż podawane przez ww. autorów.

Podsumowanie

W zbiornikach wodnych parków wrocławskich zanotowano wartości większości parametrów fizykochemicznych wody nieprzekraczające norm prawnych. Z wyjątkiem twardości ogólnej nie zaobserwowano statystycznie istotnych ($p < 0,01$) różnic między strefami badawczymi.

W wodach z wałbrzyskich parkowych zbiorników wodnych zanotowano zgodnie ze standardami prawnymi wartości analizowanych parametrów fizykochemicznych wody. Na szczególną uwagę zasługuje zbiorniki Nowe Miasto, gdzie odczyty odbiegały od wyników normatywnych.

Literatura

- [1] Van Loon GW, Duffy SJ. Chemia środowiska. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2007.
- [2] Paluch J, Pulikowski K, Trybała M. Ochrona wód i gleb. Wrocław: Wyd AR we Wrocławiu; 2001.
- [3] Yuvanatemiya V, Boyd CE. Physical and chemical changes in aquaculture pond bottom soil resulting from sediment removal. *Aquacultural Eng.* 2006;35(2):199-205. DOI:10.1016/j.aquaeng.2006.02.001.
- [4] PN-90/C-04540.03. Woda i ścieki. Badanie zasadowości. Oznaczenie zasadowości ogólnej metodą miareczkowania wobec wskaźników (oranż metylowy).
- [5] PN-EN 27888:1999. Jakość wody. Oznaczenie przewodności elektrycznej właściwej.
- [6] PN-EN ISO 5810:2002. Jakość wody. Oznaczenie zawartości chlorków. Metoda Mohra.
- [7] PN-ISO 6058. Jakość wody. Oznaczenie zawartości wapnia. Metoda miareczkowania z EDTA.
- [8] PN-ISO 6059. Jakość wody. Oznaczenie twardości ogólnej. Metoda miareczkowa z EDTA.

- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz.U.2004.32.284).
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.2007.61.417).
- [11] Kwaśniak A. Wpływ Zbiornika Zaporowego „Mściwojów” na stężenie miogenów i substancji organicznej w wodzie rzeki Wierzbaka. Zesz Nauk AR Wrocław. 2001:65-72.
- [12] Pączka M, Zyss E, Pulikowski K. Wartości wskaźników tlenowych oraz stężenia substancji biogennych w wodach stawów parkowych we Wrocławiu. Gosp. Wod. 2005;6:246-251.
- [13] Kowalska-Góralaska M, Senze M, Dobicki W, Jastrzemska M. Accumulation of selected metals in the bottom sediments of the pond in Szczytnicki Park in Wrocław. Ecol Chem Eng A. 2013;20(1):55-62. DOI: 10.2428/ecea.2013.20(01)006.
- [14] Dojlido J. Chemia wód powierzchniowych. Białystok: Wyd. Ekonomia i Środowisko; 1987.
- [15] Orlik T, Obroślak R. Analysis of water quality in fish pond in eroded basin of the Gielczew river. Acta Agrophys. 2005;5(3):713-721.
- [16] Kajak Z. Hydrobiologia - limnologia. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 1998.
- [17] Licznar SE, Licznar M. Oddziaływanie aglomeracji miejskiej Wrocławia na poziomy próchniczne gleb Parku Szczytnickiego. Roczn Glebozn. 2005;56(1-2):113-118.
- [18] Kowal LA, Świdarska-Bróz M. Oczyszczalnie wody podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urządzenia. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2007.
- [19] www.wodip.opole.pl/eko/eko_bialals3a.htm (dostęp: 15.06.2014).
- [20] Kozubek M, Marek J. Metale ciężkie w Bystrzycy Dusznickiej i jej dopływach. Zesz Nauk AR Wroc Zoot. 2002; 447:89-91.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PARK'S WATER OF WROCLAW AND WALBRZYCH

Section of Hydrobiology and Aquaculture, Institute of Biology, The Faculty of Biology and Animal Science, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Abstract: The study involved water from small water reservoirs located in selected urban parks in Wrocław and Wałbrzych over four seasons of 2009-2010. In the analyzed material hardness, pH, alkalinity, conductivity, electrolytic, and concentration of chlorides, calcium and magnesium were determined. Majority of physicochemical water parameters from park ponds were in accordance with the Polish legal standards (Polish Journal of Laws: 2008.162.1008 and 2004.32.284) whereas tanks located in parks: Brochowski, Grabiszynski, Kopernika, Szczytnicki and Tolpy (Wrocław) as well as Nowe Miasto (Wałbrzych) - show readings differ from those quality standard.

Keywords: water, urban parks, physicochemical parameters, Wrocław, Wałbrzych

