

AERACJA PULWERYZACYJNA W WARUNKACH JEZIORA BARLINECKIEGO

Ryszard KONIECZNY

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy
w Szczecinie

Słowa kluczowe: aeracja pulweryzacyjna, energia wiatru, jeziora, hypolimnion

Streszczenie

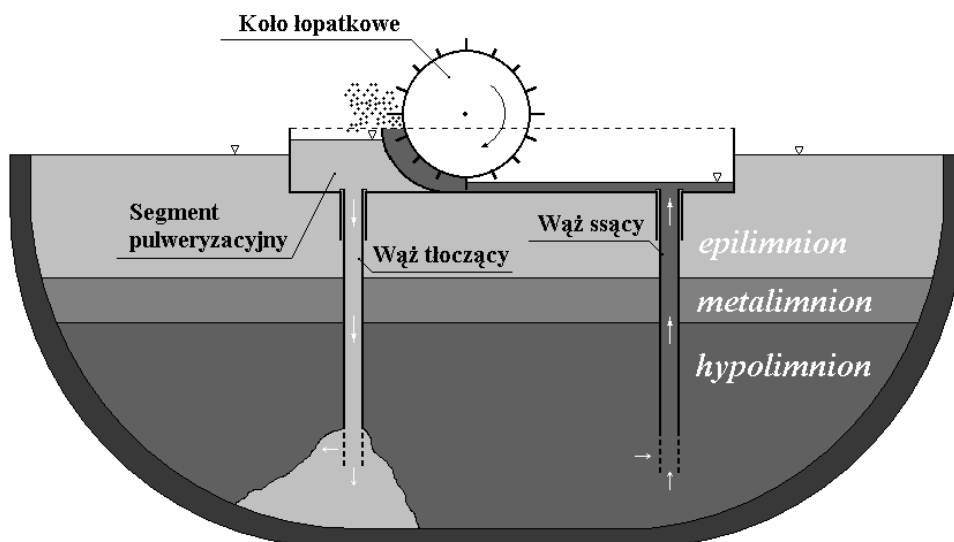
Głównym celem pracy było określenie możliwości wykorzystania aeratora pulweryzacyjnego z napędem wietrzny do natleniania wody hypolimnionu jeziora typowego dla strefy klimatycznej Polski. Badania prowadzono w latach 2000–2001 na głęboczku Jeziora Barlineckiego nową metodą rekultywacji wody, tzw. technologią aeracji pulweryzacyjnej. Dokonano oceny stanu i zmian natlenienia wody aerowanego pulweryzacyjnie głęboczka w okresie cyrkulacji jesiennej i stagnacji letniej. Ponadto, w sezonie letnim, na podstawie zmian natlenienia wody w węzłach tłoczących aeratora pulweryzacyjnego, przy prędkości wiatru $3\text{--}9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, oceniono skuteczność zastosowanej technologii.

WSTĘP

W następstwie oddziaływań cywilizacyjnych, niekorzystne zmiany jakości wody są zauważalne na przestrzeni lat we wszystkich badanych jeziorach [Monitoring ..., 1999; 2000; SZYPER, GOŁDYN, 2000]. Głównym zagrożeniem jezior strefy umiarkowanej są czynniki przyspieszające ich eutrofizację [PODSIADŁOWSKI, 2001], powodujące między innymi zachwianie zdolności samoregulujących zbiorników i pojawianie się w ich warstwach przydennych stref beztlenowych. Nagła jakościowa zmiana procesów chemicznych i biochemicznych wody w warunkach beztlenowych powoduje zmniejszenie pojemności sorpcyjnej osadów dennych, a w konsekwencji utratę zdolności wiązania fosforu i zwiększenie jego rozpuszczalności w wodzie [ŁAWACZ, 1985]. Tworzą się warunki sprzyjające pojawianiu

Adres do korespondencji: dr inż. R. Konieczny, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy IMUZ
w Szczecinie, ul. Czesława 9, 71–504 Szczecin; tel. +48 (91) 422-27-15; 423-19-08

się produktów niepełnego rozkładu – H_2S , CH_4 [SZULKOWSKA-WOJACZEK, MAREK, 1993], mające niekorzystny wpływ na zdrowotność ryb i rozwój fauny dennej [KONIECZNY, PODSIADŁOWSKI, 2001]. Postępujący proces degradacji wody jeziornej, a w efekcie zmniejszenie powierzchni i liczby jezior [ANDRZEJEWSKI, MASTYŃSKI, 2000; LOSSOW, 2000] skłonił wynalazców [PODSIADŁOWSKI i in., 2000] do opracowania nowej metody rekultywacji wody, tzw. technologii aeracji pulweryzacyjnej.



Rys. 1. System aeracji pulweryzacyjnej wód naddennych

Fig 1. The system of pulverising aeration of near-bottom waters

Technologia ta polega na pobraniu wody ze strefy przydennej zbiornika, rozpyleniu jej w segmencie pulweryzacyjnym aeratora, usytuowanym na powierzchni jeziora i następnie wtłoczeniu wody do miejsca pobrania (rys. 1). Woda ze strefy przydennej zostaje pobrana do segmentu pulweryzacyjnego aeratora przez węże, w wyniku ruchu obrotowego koła łopatkowego, napędzanego pośrednio silnikiem wiatrowym Savoniusa o pionowej osi obrotu [PODSIADŁOWSKI i in., 2000]. Ruch obrotowy koła łopatkowego dodatkowo powoduje pulweryzację wody, czyli jej rozdrobnienie przy użyciu siły [KONIECZNY, 2004], co ma korzystny wpływ na zwiększenie efektywności wymiany gazowej wody hypolimnionu. Podczas napowietrzania dochodzi do zastąpienia H_2S przez O_2 [PODSIADŁOWSKI, 2002]. Skuteczność napowietrzania hypolimnionu w nowej technologii zaobserwowano podczas prac badawczych prowadzonych na Jeziorze Jaroszewskim w województwie wielkopolskim [PODSIADŁOWSKI, PIECZYŃSKI, 2001].

W wyniku finansowego wsparcia Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej województwa zachodniopomorskiego, w grudniu 2000 r. zwodowano kolejny aerator pulweryzacyjny na Jeziorze Barlineckim. Badania technologii aeracji pulweryzacyjnej w wodzie tego jeziora realizowano w ramach projektu KBN 22/98/IG i rozprawy doktorskiej KONIECZNEGO [2002] w latach 2000–2001. Głównym celem niniejszej pracy było określenie możliwości wykorzystania aeratora pulweryzacyjnego z napędem wietrznym w procesie napowietrzania wody naddennej typowego jeziora holomiktycznego.

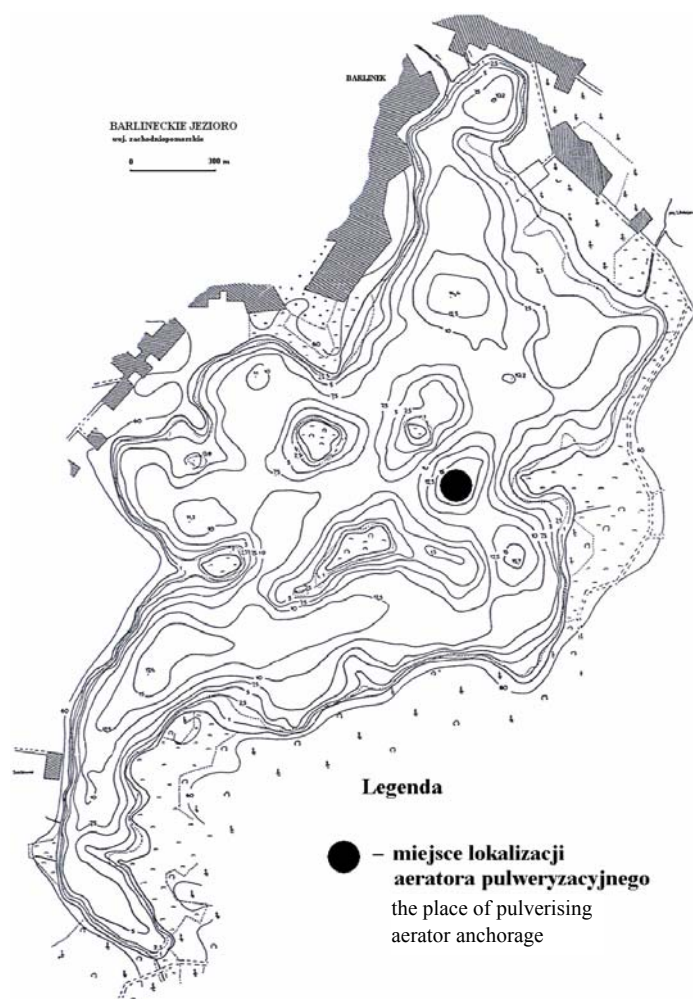
CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO

Jezioro Barlineckie jest jednym z największych akwenów pochodzenia glacialnego na Pojezierzu Myśliborskim [AGAPOW, PIEKARSKA, 2003]. Pod względem administracyjnym jest ono usytuowane na terenie miasta i gminy Barlinek w województwie zachodniopomorskim [LANDSBERG-UCZCIWEK, 2002]. Jezioro jest położone na wysokości 57 m n.p.m., szerokości geograficznej 52°58,9' i długości geograficznej 15°12,9' [JAŃCZAK, 1996]. Podstawowe dane morfometryczne Jeziora Barlineckiego [MARCINKIEWICZ, 1963] przedstawiają się następująco:

- objętość 18 579,8 tys. m³,
- długość linii brzegowej misy jeziora 10 450 m,
- powierzchnia zwierciadła wody 259,1 ha,
- głębokość maksymalna 18,0 m,
- głębokość średnia 7,1 m,
- długość maksymalna 3 770 m,
- szerokość maksymalna 2 150 m.

Misa jeziorna zajmuje obniżenie między morenowymi wzgórzami, w większości porośniętymi buczynami [AGAPOW, NITKA, 1996]. Lasy zajmują ponad 60% zlewni, której powierzchnia całkowita wynosi 2 240 ha [SZENFELD, 1998]. Na jeziorze występują cztery zadrzewione wyspy [LANDSBERG-UCZCIWEK, 2002]. Dwie są wyspami właściwymi o łącznej powierzchni 3,7 ha, a pozostałe tworzą wyspy podwodne porośnięte roślinnością wynurzoną [KACZMAREK, 1985]. Akwen zasilają trzy dopływy, z których jeden, wypływający z południowych wzgórz, dostarcza wody zimne i bardzo czyste. Z południowo-wschodnich stoków w strefie płytkiego litoralu wypływają liczne źródła należące do źródeł o najsilniejszym nurcie. Wywierają one wpływ na termikę jeziora. Temperatura wody w odróżnieniu od innych jezior jest niższa latem a wyższa zimą [AGAPOW, NITKA, 1996]. Odpływ wody następuje przy północnym brzegu dwoma korytami, które łączą się w kanał Barlinecki [LANDSBERG-UCZCIWEK, 2002]. Dno jeziora przeważnie jest piaszczysto-muliste, piaszczyste, a miejscami piaszczysto-kamieniste i opada w kierunku trzech głęboczków o głębokości 18, 15,7 i 14,4 m [AGAPOW, NITKA, 1996]. Część północna jeziora cechuje się dnem płaskim, natomiast w części połu-

dniowo-wschodniej i południowo-zachodniej występują strome stoki podwodne [KACZMAREK, 1985]. W przekroju morfometrycznym brzegów wyraźnie dostrzeżalna jest strefa ławicy przybrzeżnej. Część akumulacyjna pasa na lądzie, gdzie wchodzi litoral i eulitoral, cechuje się znaczną szerokością w północnej części jeziora [AGAPOW, NITKA, 1996]. Od strony północnej i częściowo północno-wschodniej brzeg jeziora jest zabudowany infrastrukturą miejską, natomiast zachodni graniczy częściowo z terenami użytkowanymi rolniczo [SZENFELD, 1998] (rys. 2).



Rys. 2. Jezioro Barlineckie z zaznaczonym miejscem zakotwiczenia aeratora pulweryzacyjnego

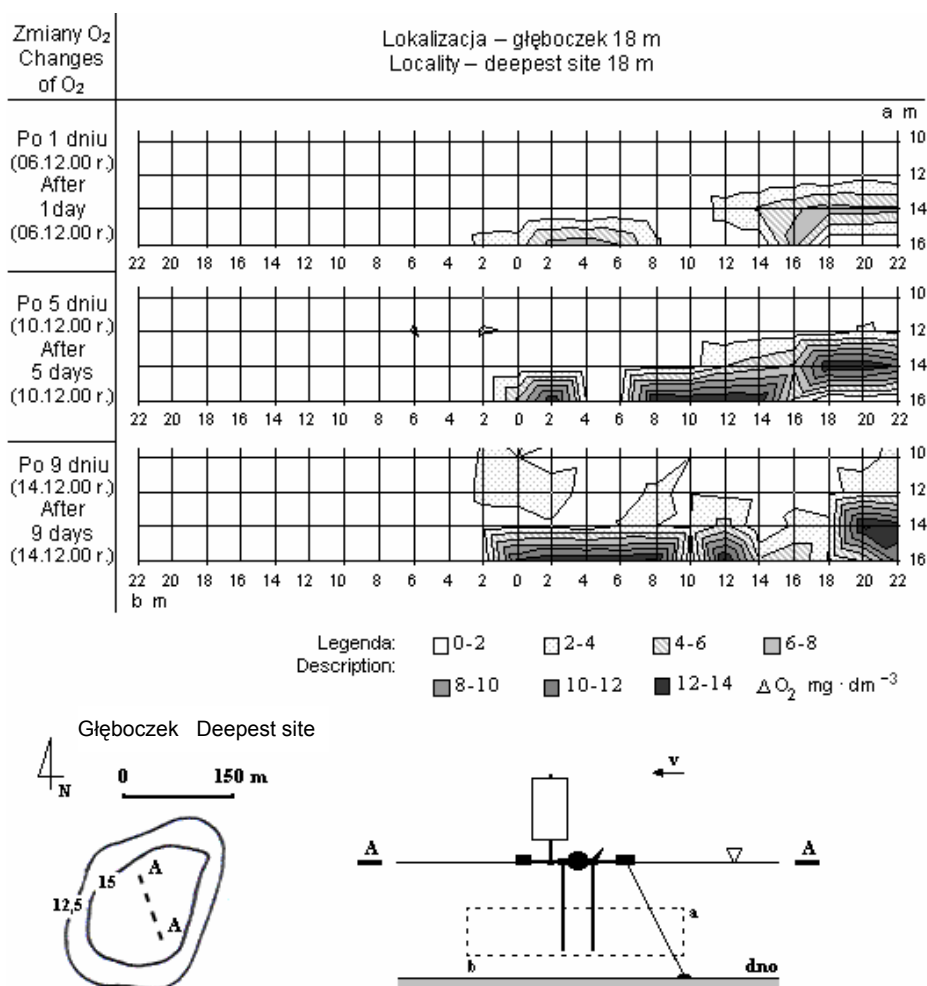
Fig 2. Lake Barlineckie with the place of pulverising aerator anchorage

METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na Jeziorze Barlineckim w sezonie jesiennym i letnim. Mierzono temperaturę i zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie, w miejscu zakotwiczenia aeratora (głęboczek 18 m) (rys. 2). Codzienne badania stosunków termiczno-tlenowych wody aerowanego pulweryzacyjnie głęboczek prowadzono co 2 metry w przekroju pionowym sięgającym 16 metrów głębokości. W sezonie jesiennym, w okresie 05.12.2000 r. – 14.12.2000 r., badania wykonywano symetrycznie względem aeratora w 19 przekrojach pomiarowych w odległościach 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 18 oraz 22 m od aeratora. W sezonie letnim, w okresie 01.08.2001 r. – 31.08.2001 r., przekroje termiczno-tlenowe wykonywano w jednym, najgłębszym przekroju badanego głęboczek (18 m). Ponadto, w lipcu 2001 r., określono efektywność działania aeratora przez badanie natleniania wody powracającej węzłem tłoczącym. Badania wykonywano na głębokości 6,12 m, mierząc równocześnie prędkość wiatru z dokładnością $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (odczyt bieżącej wartości ze skali cyfrowej miernika w zakresie $3\text{--}9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Badania zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie i temperatury dokonano zgodnie z normą PN-72/C-04545.08 tlenomierzem firmy WTW Oxi 330 i sondą tlenową CelloX 325. Do badania prędkości wiatru zastosowano anemometr ciepłno-oporowy typu AM-4204, usytuowany (podczas pomiaru) na wysokości górnego płata silnika wiatrowego Savoniusa (7 m). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie i graficznie, z wykorzystaniem programów komputerowych Grapher (wersja 1,05) i Microsoft Excel.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Skuteczność metody pulweryzacji w okresie cyrkulacji jesiennej przedstawiono na rysunku 3. przedstawiającym zwiększanie się zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie aerowanego pulweryzacyjnie głęboczek na przekroju A–A. W odniesieniu do pierwszego dnia pomiarowego, przy stanie pracy aeratora, z otrzymanych wyników badań można wnioskować, że duże zmiany stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie w warstwach przydennych miały miejsce w strefie bezpośredniego oddziaływania aeratora pulweryzacyjnego, na głębokości 16 m. Po pierwszym dniu badań, wykonanych w grudniu, w strefie bezpośredniego oddziaływania aeratora na 16 metrze głębokości wytworzyła się warstwa tlenowa o długości 8 metrów (rys. 3). Zaobserwowano zwiększenie się stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie jeziora o $2,3\text{--}7,0 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$. Po piątym dniu badań warstwa tlenowa w strefie bezpośredniego oddziaływania aeratora pulweryzacyjnego uległa zmniejszeniu do 2 m, przy jednoczesnym zwiększeniu się stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie głęboczek jeziora o $6,3\text{--}13,9 \text{ mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$. Może to świadczyć o przemieszczaniu wody bezpośrednio napowietrzanej przez aerator przez prądy cyrkulacyjne charakterystyczne dla jezior o tej porze roku. W ostatnim dniu badań (14.12.2000 r.)

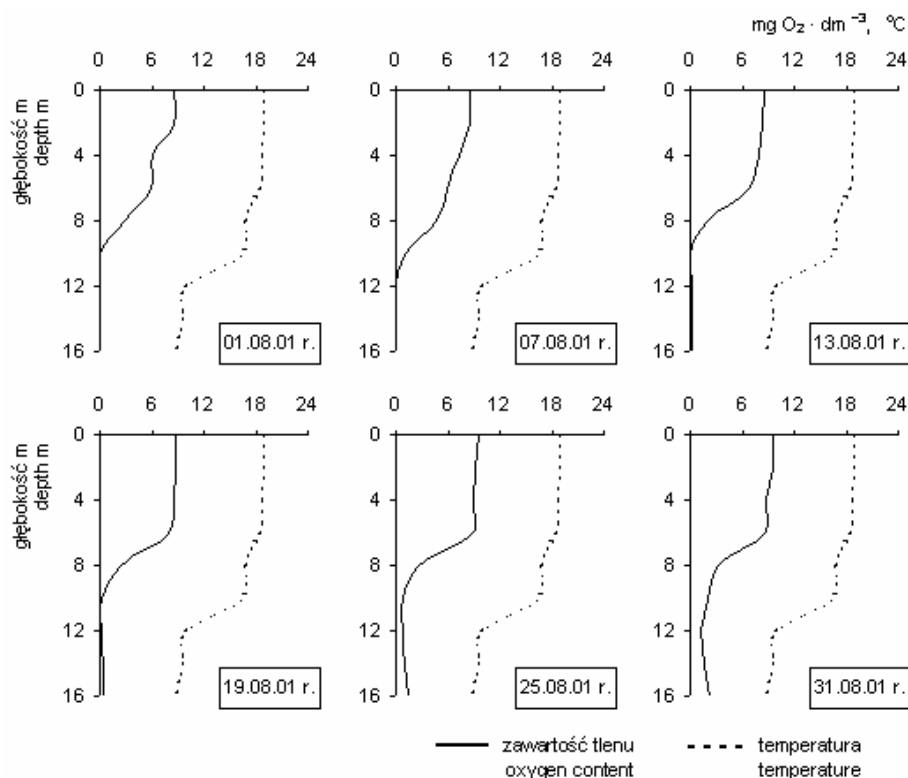


Rys. 3. Zwiększenie zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie aerowanego pulweryzacyjnie głęboczka na przekroju A–A w odniesieniu do pierwszego dnia pomiaru (Jezioro Barlineckie, grudzień 2000 r.)

Fig. 3. The increase of dissolved oxygen in water of aerated A–A profile in the deepest site of the lake in relation to that on the first day of measurements (Lake Barlineckie, December 2000)

zasięg warstwy tlenowej na rozpatrywanej głębokości zwiększył się do 8 metrów, a stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie wynosiło już 12,5–14,4 mg O₂·dm⁻³.

Zmiany temperatury i tlenu rozpuszczonego w wodzie, w okresie letnim, przedstawiono na rysunku 4. Temperatura wody hypolimnionu w trakcie badań wynosiła 8,3–9,7°C. Najwyższą temperaturę wody naddennej stwierdzono w ostatnim dniu badań, co wskazywało na wpływ aeracji pulweryzacyjnej na wzrost temperatury wody hypolimnionu.

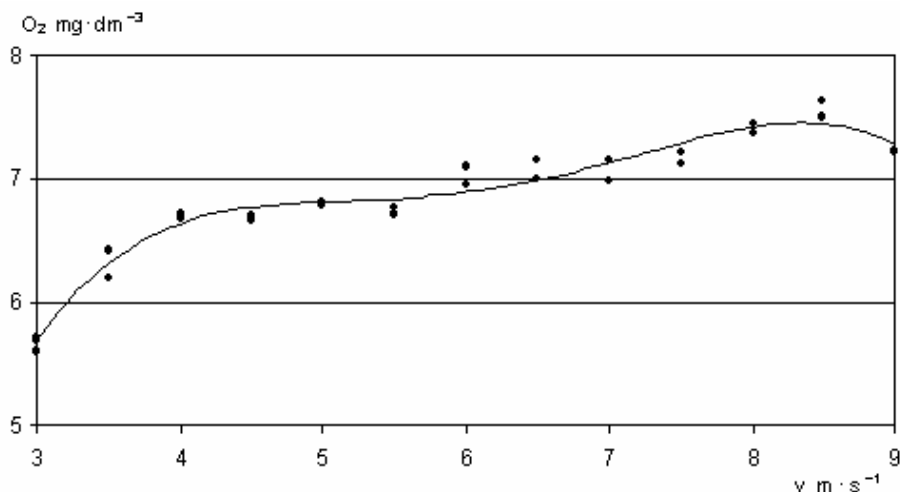


Rys. 4. Zmiany warunków termiczno-tlenowych w wodzie aerowanego pulweryzacyjnie głęboczka (Jezioro Barlineckie, sierpień 2001)

Fig 4. Changes of thermal and oxic conditions in aerated site (Lake Barlineckie, August 2001)

Do 13 sierpnia, a więc przez blisko dwa tygodnie, nie stwierdzono zwiększenia natlenienia hypolimnionu. Mogło to być skutkiem zbyt małej prędkości wiatru i dużego zapotrzebowania na tlen w wodzie. Dopiero w okresie od 13 do 18 sierpnia zawartość tlenu w przydennych warstwach wody nieznacznie się zwiększyła i utrzymywała w zakresie 0,2–0,4 mg O₂·dm⁻³. W dniach 19–31 sierpnia 2001 r., w wyniku większych prędkości wiatru, nastąpiło wyraźne zwiększenie natlenienia wody hypolimnionu do 2,3 mg O₂·dm⁻³.

Znaczne zwiększenie się zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie, przy rozpatrywanym zakresie prędkości wiatru 3–9 m·s⁻¹, miało miejsce przy mniejszych prędkościach, w przedziale 3–4 m·s⁻¹ (rys. 5). Następowo wówczas zwiększenie nasycenia tlenu w wodzie o około 1 mg O₂·dm⁻³. Przy prędkości 4–5 m·s⁻¹ zmiana natlenienia wody była niewielka i nie przekraczała 0,04 mg O₂·dm⁻³, natomiast przy prędkości wiatru 5–8 m·s⁻¹ następowało zwiększenie nasycenia tlenem wody



Rys. 5. Zmiany stanu nasycenia wody tlenem O_2 w węzłach tłoczących w funkcji prędkości wiatru v dla standardowej głębokości pracy koła łopatkowego aeratora pulweryzacyjnego ($h = 0,12$ m)

Fig. 5. Changes in O_2 saturation of water in pumping hoses in relation to wind velocity v for the standard depth of pulverising aerator vane wheel ($h = 0.12$ m)

o $0,3$ mg $O_2 \cdot dm^{-3}$. Największa zmierzona zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie ($7,6$ mg $O_2 \cdot dm^{-3}$), większa od stanu początkowego rozpatrywanego zakresu pomiarowego o $25,3\%$, wystąpiła przy prędkości wiatru $8,5$ m·s⁻¹. Przy prędkości wiatru 9 m·s⁻¹ następuje obniżenie zawartości tlenu w wodzie o $4,9\%$, co można tłumaczyć konstrukcyjnym ograniczeniem napływu wody przez węże ssące aeratora. Kształt linii falistej przy prędkości wiatru $4-8$ m·s⁻¹ spowodowany jest nierówną prędkością obrotową koła łopatkowego aeratora i poślizgiem klinowych pasków napędowych przekładni w wyniku nagłych zmian prędkości wiatru.

Na podstawie oceny sposobu układania się punktów doświadczalnych na wykresie (rys. 5), do badania zależności zmiany stanu nasycenia wody tlenem, w węzłach tłoczących na głębokości $6,12$ m przy różnych prędkościach wiatru, zastosowano model w postaci wielomianu. Aproksymowany wielomian ma postać 4. stopnia:

$$\hat{y}_i = -0160524x_i^4 + 0,398753x_i^3 - 3,6109x_i^2 + 14,2775x_i - 14,1112$$

$$R^2 = 95,1; S_e = 0,2125 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}; V_{Se} = 0,0309$$

gdzie:

R^2 – współczynnik determinacji liniowej,

S_e – odchylenie standardowe składnika losowego,

V_{Se} – współczynnik zmienności losowej.

Duża wartość współczynnika determinacji liniowej R^2 , mała współczynnika zmienności losowej V_{se} i odchylenia standardowego składnika losowego S_e , świadczą o poprawności zastosowanego modelu.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań potwierdzają celowość prowadzenia wieloletniego eksperymentu na Jeziorze Barlineckim. Porównanie skuteczności aeracji pulweryzacyjnej na wyraźnie zróżnicowanych batymetrycznie jeziorach pozwoli na pełniejszą ocenę powstałej technologii i ściślejsze określenie warunków jej stosowania. W chwili obecnej, określenie efektów zabiegów rekultywacyjnych, polegających na napowietrzaniu pulweryzacyjnym wody głęboczka, nie może być jeszcze pełne z powodu zbyt krótkiej eksploatacji aeratora pulweryzacyjnego. Analiza wyników badań niniejszego opracowania pozwala jednak na sformułowanie następujących wniosków:

1. Aerator pulweryzacyjny z napędem wiatrowym jest urządzeniem zdolnym do wykorzystania energii wietrznej do napowietrzania przydennych warstw wody jeziornej.

2. Zastosowanie aeracji pulweryzacyjnej w okresie cyrkulacji jesiennej może przyspieszyć naturalne procesy uzupełniania licznych ubytków tlenowych w wodzie warstw najgłębiej położonych.

3. Zwiększenie stężenia tlenu w wodzie w węzłach tłoczących aeratora w sezonie letnim było duże – średnio $7 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, co świadczy o skuteczności pracy aeratora i deficycie tlenowym wody hypolimnionu.

4. Zastosowanie aeracji pulweryzacyjnej na Jeziorze Barlineckim w okresie stagnacji letniej spowodowało polepszenie warunków tlenowych w warstwach przydennych aerowanego pulweryzacyjnie głęboczka.

5. Kontynuacja badań efektywności aeracji pulweryzacyjnej na Jeziorze Barlineckim może potwierdzić celowość zastosowania aeratorów pulweryzacyjnych na innych silnie zeutrofizowanych, uwarstwionych termicznie jeziorach polskich.

LITERATURA

- AGAPOW L., NITKA A., 1996. Fauna pijawek (*Hurdinea*) i mięczaków (*Mollusca*) Jeziora Barlineckiego. W: Przyrodnicze aspekty badania wód estuarium Odry i wód jeziornych województwa szczecińskiego. Mater. konf. nr 19. Wydaw. Nauk. U. Szczec. s. 7-23.
- AGAPOW L., PIEKARSKA A., 2003. Występowanie zgrupowań mięczaków (*Mollusca*) w litoralu Jeziora Barlineckiego na pojezierzu Myśliborskim. W: Stan badań naukowych, jakości wód i praktyki rybackiej przed wejściem Polski do Unii Europejskiej. Ogólnopols. Konf. Nauk. Międzyzdroje, 26–28 czerwca 2003. Szczecin: Wydaw. AMP Studio Paweł Majewski s. 92–93.

- ANDRZEJEWSKI W., MASTYŃSKI J., 2000. Technika w ochronie jezior w Polsce. W: Rybactwo jeziorowe. V Kraj. Konf. Ryback. Użytkowników Jezior. Olsztyn, 14.06-16.06.2000. Olsztyn: Wydaw. Instytut Rybactwa Śródlądowego s. 115–120.
- Atlas Jezior Polski, 1996. T. 1. Pr. zbior. Red. J. Jańczak. Poznań: Wydaw. IMGW ss. 268.
- KACZMAREK B., 1985. Operat wodno-prawny na szczególne korzystanie z wód do celów rybackich dla Jeziora Barlineckiego. Barlinek: UMIG maszyn. ss. 47.
- KONIECZNY R., 2002. Wpływ energii jednostkowej aeracji pulweryzacyjnej na nasycenie tlenem wód otwartych. Szczecin: AR Wydz. Kształt. Środ. i Rol. pr. dokt. maszyn. ss. 139.
- KONIECZNY R., 2004. Zastosowanie wolnoobrotowych silników wiatrowych w rekultywacji jezior. Gosp. Wod. (w recenzji).
- KONIECZNY R., PODSIADŁOWSKI S., 2001. Założenia ogólne aeracji pulweryzacyjnej Jeziora Barlineckiego. W: Problemy inżynierii rolniczej na progu III tysiąclecia: technika-środowisko-człowiek. XI Międzynarod. Konf. Nauk. Międzyzdroje, 30.05-01.06.2001. Szczecin: Wydaw. AR s. 55–59.
- LOSSOW K., 2000. Jeziora – rekultywacja, przegląd metod. Prz. Komun. nr 9 (108) s. 91–106.
- ŁAWACZ W., 1985. Uwagi na temat eutrofizacji jezior. W: Ochrona jezior ze szczególnym uwzględnieniem metod rekultywacji. I Kraj. Konf. Nauk.-Tech. Toruń, 1985. Toruń: Wydaw. PZITS s. 1–9.
- MARCINKIEWICZ W., 1963. Barlineckie Jezioro. Olsztyn: Wydaw. Instytut Rybactwa Śródlądowego ss. 2.
- Monitoring powierzchniowych wód stojących (jezior), 1999. W: Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku (na podstawie wyników badań wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska w latach 1997-1998). Warszawa: Wydaw. PIOŚ ss. 203.
- Monitoring powierzchniowych wód stojących (jezior), 2000. W: Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku (na podstawie wyników badań wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska w latach 1998-1999). Warszawa: Wydaw. GIOŚ ss. 158.
- PN-72/C-04545.08 Woda i ścieki. Badanie zawartości rozpuszczonego tlenu. Oznaczenie rozpuszczonego tlenu metodą elektrochemiczną z membranowym czujnikiem tlenowym. Warszawa: Wydaw. Norm. ss. 2.
- PODSIADŁOWSKI S., 2001. Aeracja jezior strefy umiarkowanej. Cz. I. Ekopartner nr 6 (116) s. 15–16.
- PODSIADŁOWSKI S., 2002. Wykorzystanie energii wietrznej w rekultywacji jezior. Czysta energia nr 4 (8) s. 14–15.
- PODSIADŁOWSKI S., MASTYŃSKI J., ANDRZEJEWSKI W., KONIECZNY R., 2000. Aeracja jezior. W: Rybactwo jeziorowe. V Kraj. Konf. Rybackich Użytkowników Jezior. Olsztyn, 14-16.06.2000. Olsztyn: Wydaw. Instytut Rybactwa Śródlądowego s. 121–127.
- PODSIADŁOWSKI S., PIECZYŃSKI L., 2001. Energia wietrzna w rekultywacji jezior. W: Rozwój energetyki wiatrowej w Polsce północnej – konieczność czy idealizm. Mater. konf. Szczecin, 15-16.03.2001. Szczecin: WFOŚiGW maszyn. ss. 4.
- Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w roku 2000, 2002. Pr. zbior. Red. M. Landsberg-Uzeciwek. Bibl. Monitoringu Środ. w Szczecinie. Warszawa: Wydaw. Insp. Ochr. Środ. ss. 234.
- SZENFELD M., 1998. Stan czystości jezior województwa gorzowskiego w latach 1993-1997. Bibl. Monitoringu Środ. w Gorzowie Wlkp. Gorzów Wielkopolski: Wydaw. Woj. Insp. Ochr. Środ. ss. 196.
- SZULKOWSKA-WOJACZEK E., MAREK J., 1993. Wody powierzchniowe. W: Zagrożenia, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczo-rolniczego. Pr. zbior. Red. S. Bieszczad, J. Sobota. Wrocław: Wydaw. AR s. 114–124.
- SZYPER H., GOLDYN R., 2000. Ochrona i rekultywacja zbiorników wodnych. W: Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. IV Międzynarod. Konf. Kraków, 11-13.09.2000. Poznań: Wydaw. PZITS Oddział Wielkopolski s. 269–280.

Ryszard KONIECZNY

CONDITIONS PULVERISING AERATION IN LAKE BARLINECKIE

Key words: pulverising aeration process, wind energy, lakes, hypolimnion

S u m m a r y

Testing a possibility of the use of wind driven pulverising aerator to aerate hypolimnetic waters of a lake typical for Polish climatic zone was the main aim of this work. The study was carried out in the years 2000–2001 in the deepest part of Lake Barlineckie with a new technology of near-bottom waters pulverising aeration. Saturation of water with oxygen and changes of oxygen in hypolimnetic waters were evaluated during autumn circulation and summer stagnation periods. Moreover, based on oxygen changes in pumping hoses of the pulverising aerator, the efficiency of applied technology was estimated at wind velocities of $3\text{--}9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Recenzenci:

prof. dr hab. Konstanty Lossow

prof. dr hab. Szczepan L. Dąbkowski

Praca wpłynęła do Redakcji 14.01.2004 r.

