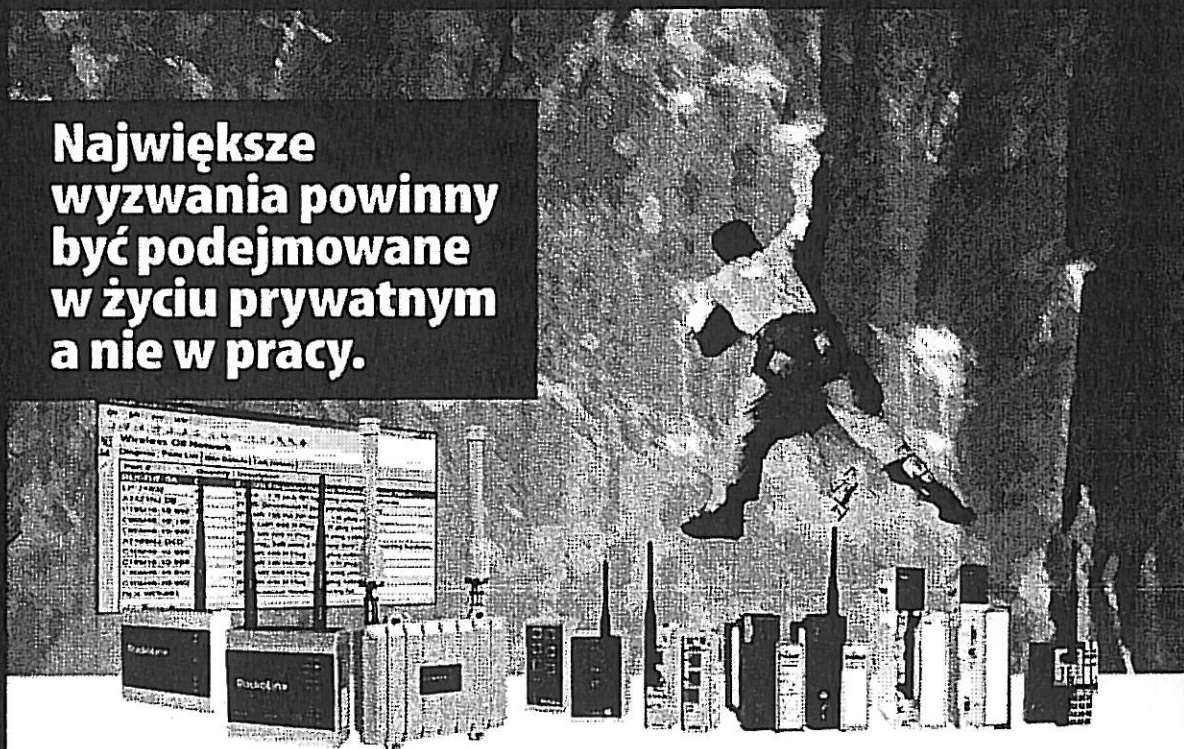


PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY ELECTRICAL REVIEW

DK LXXXVI

Main topic – Temat numeru
International Symposium on Electromagnetic
Fields in Electrical Engineering - ISEF'09

**Największe
wyzwania powinny
być podejmowane
w życiu prywatnym
a nie w pracy.**



Ułatwiamy komunikację.

**Dzięki bliskiej współpracy z
inżynierami-automatykami**
ProSoft Technology pomaga im w:

- ograniczeniu nakładu pracy nad sieciami
- łatwej integracji systemów
- szybkiej realizacji instalacji przemysłowych
- ograniczeniu kosztów utrzymania

Ponad 60 protokołów: interfejsy współpracujące z najpopularniejszymi sieciami przemysłowymi.

Przemysłowa sieć wireless spełnia standardy: FHSS, 802.11 abgn, Ethernet i/lub Serial Wireless.

ProSoft Technology jest od ponad 20 lat **światowym liderem** w dostarczaniu rozwiązań dla sieci **przewodowych i bezprzewodowych w automatyce przemysłowej.**

ProSoft[®]
TECHNOLOGY

Where Automation Connects

www.prosoft-technology.com/emea_16
poland@prosoft-technology.com
Tel. +33 (0)5 3436-8720



SIGMA-NOT
Spółka z o.o.

cena 22,00 zł
(w tym "0" VAT)



Możliwości wykorzystania energii słonecznej w instalacjach ozonowania wody

Streszczenie. W pracy zaproponowano wykorzystanie energii słonecznej do zasilania urządzeń wyładowczych. Zasilanie z paneli fotowoltaicznych niewielkich instalacji ozonowania wody, na przykład w przydomowych basenach kąpielowych, wydaje się być korzystnym rozwiązaniem z punktu widzenia ochrony środowiska. Przedstawiono laboratoryjny 450 W system zasilania generatora ozonu z paneli fotowoltaicznych poprzez falownik i transformator wysokonapięciowy oraz elementy instalacji prototypowej o mocy 2kW, projektowanej i budowanej z funduszy NCBR w ramach projektu rozwojowego.

Abstract. Paper presents the laboratory and prototype system of water treatment with ozone energized with PV panels. Investigations carried out in the laboratory 450 W system confirmed the possibility to use solar energy to energize the ozone generator in the water treatment installations. At present, the 2 kW total power prototype system is under construction. Project is funded by the research grant of the Polish Research and Development Center (NCBR). (Application of solar energy in the water treatment installations)

Słowa kluczowe: energia słoneczna, generator ozonu, ozonowanie wody

Keywords: solar energy, ozone generator, water treatment with ozone

Wprowadzenie

Zauważalne zmiany klimatyczne i zanieczyszczenie środowiska naturalnego mogą spowodować, że w przyszłości, w celu zaspokojenia potrzeb na wodę użytkową, koniecznym stanie się uzdatnianie wód o bardzo złej jakości. Z kolei, wzrastające limity emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego w istotny sposób mogą ograniczyć stosowanie chemicznych środków dezynfekujących wodę pitną.

Pogłębiające się problemy energetyczne narzucać będą coraz większe ograniczenia dla poboru energii elektrycznej przez instalacje oczyszczania i wzbogacania wody. Rozwiązaniem tych problemów mogą być małe instalacje ozonowania wody zasilane energią elektryczną ze źródeł odnawialnych.

Stosowanie ozonu w procesie uzdatniania wody oraz zastosowanie ozonu w procesach dezynfekcji układu technologicznego eliminuje konieczność stosowania dodatkowych środków dezynfekcyjnych [1, 2]. Na rysunku 1 przedstawiono schemat przydomowej instalacji ozonowania wody. Jest to system całkowicie niezależny, przeznaczony do pracy ciąglej w trudnych warunkach klimatycznych [3].

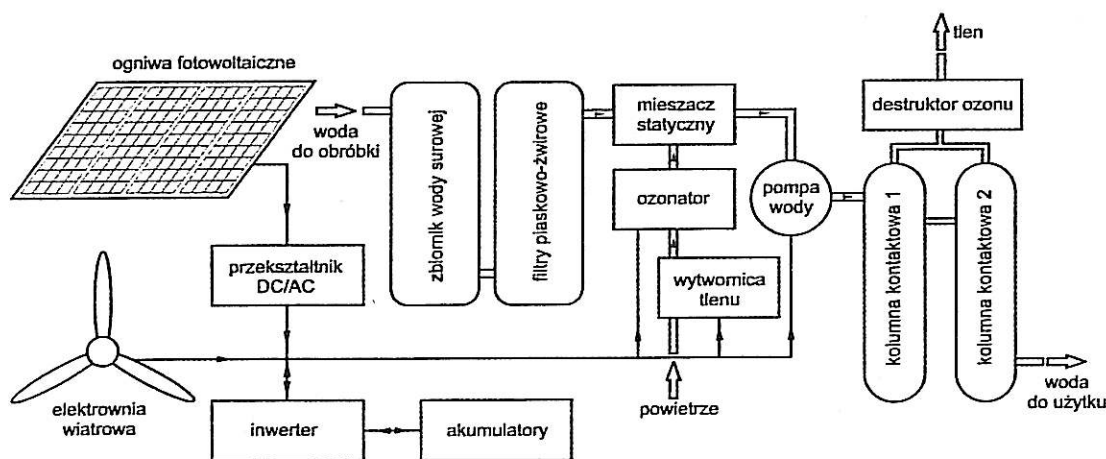
Przedstawione na rysunku 1 rozwiązanie może być wykorzystane na terenach odległych od sieci elektroenergetycznej, lub tam, gdzie sieć elektroenergetyczna jest niestabilna i zawodna.

W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań uzyskane w modelu laboratoryjnym systemu ozonowania zasilanego z ogniw fotowoltaicznych, w którym element wyładowczy generatora ozonu z wyładowaniami barierowymi o mocy 50 W zasilany był z baterii ogniw słonecznych firmy BP Solar o sumarycznej mocy 450 W. Przedstawiono także założenia do budowy prototypu urządzenia do ozonowania wody, powietrza i gleby o mocy 2 kW, zasilanego z paneli fotowoltaicznych, który jest realizowany w ramach projektu rozwojowego Narodowego Centrum Badań i Rozwoju [4].

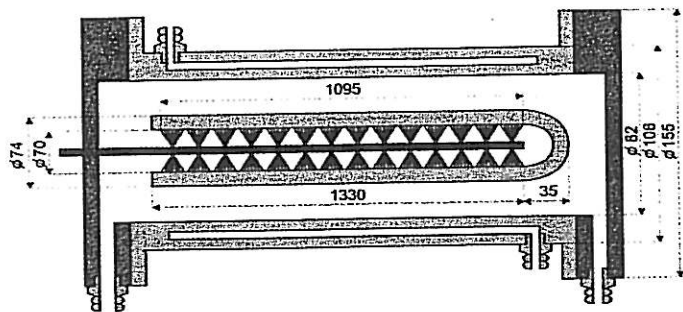
Laboratoryjny system fotowoltaiczny

W Instytucie Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej prowadzone są od kilkunastu lat prace nad wykorzystaniem energii promieniowania słonecznego. Utworzono laboratorium słoneczne, które posiada system fotowoltaiczny o mocy 450W i jest obecnie rozbudowywane.

Wykorzystany w modelu laboratoryjnym element wyładowczy generatora ozonu o mocy 50 W ma budowę kondensatora walcowego uwarstwionego dielektrykiem szklanym (rys. 2), w którym ozon wytwarzany jest za pomocą wyładowań dielektrycznych barierowych w szczelinie powietrznej o długości 3 mm, przy napięciu od (6÷10) kV, doprowadzonym do rury szklanej za pomocą metalowej elektrody w formie szczotki. Bateria słoneczna, z której zasilany był generator ozonu składała się z sześciu modułów typu BPS 275 firmy BP SOLAR.

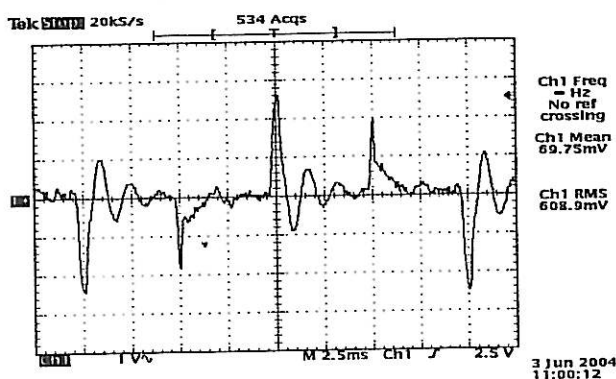


Rys. 1. Schemat systemu ozonowania wody



Rys. 2. Przekrój elementu wyladowczego ozonatora

Przeprowadzono badania modelu laboratoryjnego systemu słonecznego, dokonując pomiarów wielkości elektrycznych: napięcia, prądu i mocy oraz wielkości cieplnych: nasłonecznienia i temperatury. Pomiarzy prowadzone były w różnych porach dnia i przy zmiennych warunkach pogodowych. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwości zasilania ozonatora z baterii słonecznej. Na rysunku 3. przedstawiono zarejestrowane na oscyloskopie przebiegi napięcia na elemencie wyladowczym ozonatora.



Rys. 3. Oscylogram napięcia na elemencie wyladowczym ozonatora zasilanego z paneli fotowoltaicznych (x 1000)

Elementy instalacji prototypowej

Instalacja prototypowa składa się z trzech podstawowych podsystemów: układu zasilania w energię elektryczną z paneli fotowoltaicznych, systemu wytwarzania ozonu i tlenu oraz układu obróbki wody złożonego ze zbiornika wody, kolumn kontaktowych i pompy wody.

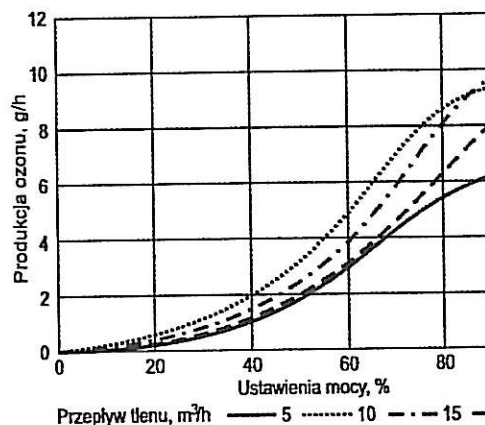
1. Wytwornice ozonu i tlenu

W instalacji prototypowej urządzenia do ozonowania zasilanego energią słoneczną generacja ozonu odbywa się z wykorzystaniem wyladowań koronowych. Zastosowano w nim wytwornicę ozonu firmy WOFIL [2]. Ozonator wymaga zasilania napięciem o wysokiej częstotliwości ze sterowaniem impulsowym i modulacją amplitudy [2].

Regulacja koncentracji ozonu odbywa się płynnie poprzez zmiany wartości napięcia i częstotliwości impulsów. Elektrody ozonatora chłodzone są powietrzem. Generator ozonu może pracować zarówno z czystym tlenem i wtedy jego wydajność wynosi 6 g O₃/h, oraz z powietrzem przy wydajności 1,5 g O₃/h. Wykres wydajności ozonatora dla różnych przepływów i nastaw mocy przedstawiono na rysunku 4 [2].

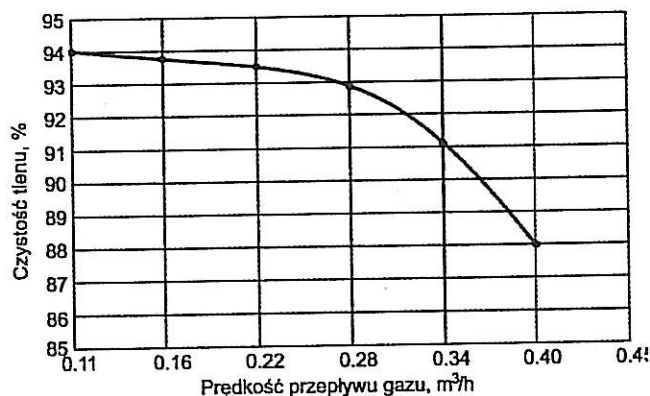
W układzie zastosowano wytwornicę tlenu, która w swej zasadzie działania wykorzystuje rozdział składników powietrza poprzez absorpcję azotu w syntetycznych siatach molekularnych. Siata znajdują się dwóch zbiornikach absorpcyjnych, które naprzemiennie napelnią się sprężonym powietrzem o ciśnieniu 11 barów. Nadwyżka

wytwarzanego tlenu może być koncentrowana w dodatkowym zbiorniku. Jeśli uzyskiwana w powietrzu wydajność ozonu jest wystarczająca, wówczas wytwornicę tlenu można wyłączyć z pracy, zmniejszając pobór mocy.



Rys. 4. Wykres wydajności produkcji ozonu

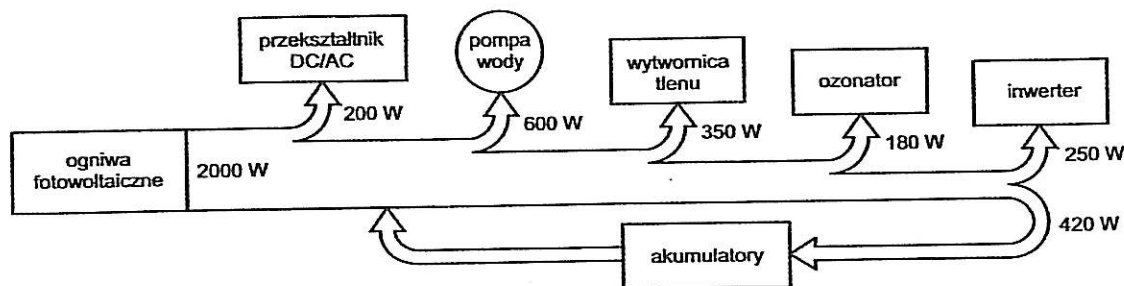
Zastosowane rozwiązanie zapewnia praktycznie nieograniczoną trwałość wytwornicy tlenu, a cena wytwarzanego tlenu zależy jedynie od ceny energii elektrycznej. Dobierając prędkość przepływu gazu przez wytwornicę należy brać pod uwagę zmniejszającą się czystość tlenu (rys. 5). W przyjętym rozwiązaniu wydajność wytwarzania tlenu o czystości 93% wynosi 0,35 m³/h przy przepływie tlenu przez generator ozonu na poziomie 0,28 m³/h.



Rys. 5. Zależność czystości tlenu od prędkości przepływu [2]

2. System ozonowania wody

W procesie ozonowania wody zasadniczy wpływ na jego stabilność oraz końcową jakość ma odpowiednio wykonany zbiornik kontaktowy. W większości systemów ozonowania ozon dostarczany jest do wody w postaci pęcherzyków poprzez dyfuzory. Efektywność takiego procesu jest niska z dwóch powodów: (1) ozon nie jest równomiernie mieszany z wodą, (2) ozon w dużych ilościach ulatuje z wody do destruktorów, skąd niewykorzystany tlen jest wydmuchiwany do atmosfery. W instalacji zastosowano system dwóch kolumn kontaktowych firmy WOFIL. Woda surowa jest wstępnie napowietrzana i utleniana powietrzem zmieszany z ozonem ulatującym z komory kontaktowej. Rozwiązanie to umożliwiło zwiększenie wydajności procesu ozonowania o blisko 30%, w porównaniu do rozwiązań konkurencyjnych, bez wzrostu poboru energii elektrycznej.

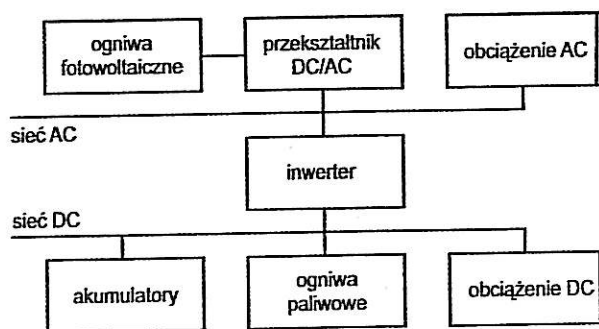


Rys. 6. Pobór energii elektrycznej w systemie

W efekcie uzyskano też zmniejszenie ilości gazu wydmuchiwanego do destruktorów ozonu oraz mniejsze wartości ozonu resztkowego po zbiorniku kontaktowym. W większości instalacji ozonowania wody występuje problem zabarwienia wody na skutek reakcji chemicznych zachodzących między ozonem a rudami metali zawartymi w wodzie. Zastosowane kolumny kontaktowej firmy WOFIL wraz z systemem filtrów cząstek stałych eliminują ten problem całkowicie [2]. Na wyjściu z systemu uzyskuje się odkażoną i wyklarowaną wodę o śladowej ilości ozonu resztkowego. Do usuwania nadmiernej ilości produkowanego ozonu i usunięcia ozonu resztkowego zastosowano destruktory katalityczne. Uzyskany po destruktorach odfiltrowany tlen ponownie trafia do systemu generacji ozonu.

3. Układ zasilania w energię elektryczną

Na rysunku 7 przedstawiono schemat blokowy sieci elektrycznej współpracującej z systemem ozonowania wody.



Rys. 7. Sieć zasilająca system ozonowania wody

Podstawowym elementem obwodu elektrycznego urządzenia do ozonowania zasilanego energią słoneczną jest inwerter. Zarządza on obciążeniami, przepływem energii oraz pracą akumulatorów. Stanowi wygodne połączenie urządzeń AC i DC w jeden system energetyczny. Inwerter tworzy sieć napięcia stałego 24 V oraz typową sieć napięcia zmiennego 110 V, 60 Hz lub 230 V, 50 Hz. W sieciach tych integrowane są wszystkie urządzenia - od generatorów elektrycznych po odbiorniki energii prądu przemiennego, systemy fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe. Eliminuje to konieczność stosowania drogiego okablowania DC i daje wysoki stopień dopasowania. Baterie akumulatorów, ogniwa paliwowe i odbiorniki DC integrowane są po stronie napięcia stałego. Podstawowym problemem przy projektowaniu systemu jest ograniczona wartość mocy, jaką można uzyskać z ogniw fotowoltaicznych. Na rysunku 6 przedstawiono graf poboru

mocy przez poszczególne elementy elektryczne systemu ozonowania.

Przy prawidłowym zestrojeniu całego układu można zrezygnować ze stosowanych w instalacji prototypowej elementów elektronicznych odpowiedzialnych za kontrolę pracy systemu. Tym sposobem można zmniejszyć pobór mocy o kilkaset watów.

Podsumowanie

Przeprowadzone próby laboratoryjnego modelu ozonatora potwierdziły możliwość zastosowania energii słonecznej do zasilania instalacji ozonowania wody. W szczególności małe systemy ozonowania wody w przydomowych basenach kąpielowych, oraz w SPA, pracujące sezonowo w okresie letnim, mogą być z powodzeniem zasilane energią słoneczną.

Przedstawiony w pracy system ozonowania zasilany z baterii ogniw fotowoltaicznych jest na etapie przygotowania do prac wdrożeniowych. Jako w pełni autonomiczny, o konstrukcji modułowej, może być łatwo dostosowany do indywidualnych potrzeb przyszłych użytkowników takich instalacji.

Wyniki przedstawione w pracy zostały częściowo wykonane w ramach projektu rozwojowego NCBR nr N R01 0012 04.

LITERATURA

- [1] Komarzyniec G., Stryczewska H.D., Muszański R., Autonomous water treatment installation energized from PV panels, Proceedings of the 15th AOTs Conference, Niagara Falls, NY, 5-8 Oct. 2009
- [2] Muszański R., Technologia ozonowania w uzdatnianiu wody pitnej, Ekologia: Badania i Technologie, 2007 Nr 4 (42)
- [3] Stryczewska H. D., Nalewaj K., Ebihara K.: Plazmowe urządzenia do obróbki wody i gleby zasilane z ogniw fotowoltaicznych, Konferencja: Zrównoważone Systemy Energetyczne – Nowe Kierunki Wytwarzania i Wykorzystania Energii, 2005, 197 – 206
- [4] Stryczewska H. D., Nalewaj K., Janowski T. Stand alone PV system to supply swimming pool water treatment installation, 14. Intern. Sonnenforum, Freiburg, Germany, 2004, 350-356
- [5] Wniosek badawczy rozwojowy, NCBR nr N R01 0012 04: Urządzenie do ozonowania powietrza, wody i gleby zasilane energią słoneczną - kierownik projektu: Henryka D. Stryczewska.

Autorzy: dr hab. inż. Henryka Danuta Stryczewska prof. PL,
E-mail: h.stryczewska@pollub.pl;
dr inż. Grzegorz Komarzyniec
E-mail: g.komarzyniec@pollub.pl;
dr inż. Krzysztof Nalewaj
E-mail: k.nalewaj@pollub.pl;
Politechnika Lubelska
Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, ul. Nadbystrzycka 38A
20-618 Lublin