

Gospodarka wodna w nowoczesnym zakładzie energetycznym

**Autor: dr inż. Dorota Szałol-Sikora - TAURON Wytwarzanie S.A.,
Oddział Elektrownia „Łagisza”**

(„Energetyka Ciepła i Zawodowa” – nr 9/2011)

Zarówno świadomość ekologiczna, jak i stale rosnące opłaty powodują konieczność poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych, zmierzających do mniejszego oddziaływania elektrowni konwencjonalnych na środowisko wodne. Jako że pobór wody generuje większe koszty niż odprowadzanie ścieków o jakości zgodnej z wymaganiami prawnymi, opłacalne jest wielokrotne wykorzystanie wody, co staje się możliwe poprzez „skojarzenie” obiegów wodnych elektrowni.

Często nie zdajemy sobie sprawy z tego, że woda obok paliwa jest podstawowym surowcem w procesie wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej z nieodnawialnych źródeł energii. W zależności od zastosowanej technologii, do produkcji energii można użyć różnych paliw, jednak niezależnie od rodzaju paliwa, zapotrzebowanie na wodę jest zawsze duże. Z jednej strony wykorzystywana jest ona jako medium zmieniające swój stan skupienia z ciekłego w lotny, które po osiągnięciu odpowiednich parametrów termodynamicznych może wprawić w ruch łopatki turbiny napędzającej generator. Z drugiej zaś strony duża jej ilość zużywana jest w procesach chłodzenia. Jak podaje T. Jamrocha, zużycie wody do produkcji energii w elektrowniach konwencjonalnych mieści się w przedziale od 1,7 do 8,0 m³/MW. W przypadku Elektrowni Łagisza wielkość ta w 2010 r. wyniosła ok. 2,01 m³/MW, z czego aż 1,83 m³/MW stanowi woda zużyta do procesu chłodzenia, zaś ta zdemineralizowana, służąca do uzupełnienia strat w obiegach wodno-parowych bloków energetycznych, to zaledwie 0,12 m³/MW. Biorąc pod uwagę wielkość produkcji energii elektrycznej, średniej wielkości elektrownia konwencjonalna zużywa rocznie kilka milionów ton wody, z której większość oddawana jest środowisku naturalnemu w postaci pary powstającej w procesie bezprzeponewej wymiany ciepła, zachodzącym w chłodniach kominowych.

Elektrownie i elektrociepłownie, podobnie jak i pozostałe zakłady przemysłowe czerpiące ze stale zmniejszających się zasobów wodnych, zobowiązane są do przestrzegania polskiego i międzynarodowego prawa w zakresie ochrony wód. Prawo wodne oraz Prawo ochrony środowiska stale zwiększają swoje wymagania, podnosząc poprzeczkę zakładom przemysłowym. Wskutek rosnących cen za pobór wody i korzystania ze środowiska prawo wymusza niejako racjonalne gospodarowanie wodą. Od momentu wejścia w życie ustawy Prawo ochrony środowiska, elektrownie zobligowane zostały do uzyskania pozwoleń zintegrowanych na wszystkie rodzaje emisji, w tym na zrzut ścieków o określonych parametrach fizykochemicznych. Wcześniej wielkości te określone były w pozwoleniach wodnoprawnych, których posiadanie na pobór i piętrzenie wody nadal jest wymagane w przypadku posiadania własnych ujęć wodnych.

System opłat środowiskowych

Ze względu na wysokie zapotrzebowanie na wodę elektrownie zawodowe w większości posiadają własne ujęcia. Pobierając wodę ze środowiska jesteśmy zobligowani ponosić opłaty, które z roku na rok są coraz wyższe. Cena jednostkowa wody pobranej ze środowiska naturalnego jest różna w zależności od sposobu jej wykorzystania. Mnoży się ją przez tzw. współczynniki różnicujące, zależne od jakości ujmowanej wody, warunkujące sposób jej uzdatniania oraz części obszaru kraju, w którym leży ujęcie wody i związanej z nią dostępnością zasobów wodnych regionu. Idea polega na tym, że wody zanieczyszczone wymagają bardziej zaawansowanej technologii uzdatniania i wówczas współczynnik różnicujący jest niższy. Mając na uwadze podział na regiony należy dodać, że najwyższe współczynniki różnicujące dla ujmowanych wód powierzchniowych, wynoszące 1,2, obowiązują na terenach podległych regionalnym zarządom gospodarki wodnej w Gliwicach, Krakowie i Wrocławiu, a więc na terenach, gdzie ze względu na występowanie surowców energetycznych, położonych jest najwięcej elektrowni. W tabeli 1 pokazano, jak zmieniła się w ostatnich latach wysokość opłat za pobór wody do celów przemysłowych przy założeniu, że elektrownia konwencjonalna pobiera ok. 8,0 mln m³ wody rocznie.

Tabela 1 **Roczne opłaty za pobór wody powierzchniowej, wnoszone przez elektrownię konwencjonalną przy założeniu zużycia na poziomie 8 mln m³ wody/rok**

rok	jednostkowa stawka opłaty za pobór 1 m ³ wody powierzchniowej [zł/m ³] [3-12]	współczynniki różnicujące [-]	faktyczna stawka opłaty za pobór 1 m ³ wody powierzchniowej [zł/m ³]	roczna kwota do zapłaty za 8 mln m ³ pobranej wody powierzchniowej [zł/rok]
2005	0,045	1,0 ; 1,2	0,054	432 000
2006	0,045	1,0 ; 1,2	0,054	432 000
2007	0,046	1,0 ; 1,2	0,0552	441 600
2008	0,046	1,0 ; 1,2	0,0552	441 600
2009	0,047	1,0 ; 1,2	0,0564	451 200
2010	0,049	1,0 ; 1,2	0,0588	470 400
2011	0,051	1,0 ; 1,2	0,0612	489 600

* przy założeniu, że współczynnik różnicujący związany z jakością ujmowanej wody i technologią uzdatniania wynosi 1,0 a współczynnik związany z regionalizacją i dostępnością do zasobów wodnych: 1,2

Ponadto corocznie zmieniają się jednostkowe stawki opłat za 1 kg substancji wprowadzanych ze ściekami do wód lub do ziemi, obowiązujące elektrownie z zamkniętymi obiegami chłodzącymi oraz jednostkowe opłaty za wprowadzanie do wód lub do ziemi wód chłodniczych, dotyczące otwartych obiegów chłodzących. W tabeli 2 wyliczono hipotetyczną wysokość opłat przy założeniu, że elektrownia z zamkniętym obiegiem chłodzenia odprowadza do wód powierzchniowych ścieki przemysłowe o parametrach zgodnych z określonymi w pozwoleniu zintegrowanym. W przypadku najmniejszych nawet przekroczeń kary za odprowadzanie ścieków o niewłaściwych parametrach wielokrotnie przekroczyłyby wysokość opłat. Przy wyliczeniach założono tę samą przybliżoną wielkość ładunku odprowadzonego do odbiornika powierzchniowego w kolejnych latach, co ułatwiło pokazanie tendencji wzrostowej dla opłat środowiskowych, ponoszonych przez elektrownie.

Tabela 2 Przykładowe roczne opłaty za wprowadzenie substancji do wód lub do ziemi, wnoszone przez elektrownię konwencjonalną z zamkniętym obiegiem chłodzącym, przy założeniu odprowadzania ścieków o parametrach zgodnych z wytycznymi zawartymi w pozwoleniu zintegrowanym (t.j. bez przekroczeń)

rok	jednostkowa stawka opłaty za 1 kg substancji wprowadzanych ze ściekami do wód [zł/kg] [3-12]		hipotetyczny ładunek odprowadzony netto [kg/rok]	częstkowa kwota opłaty wynikająca z wyliczenia [zł/rok]	sumaryczna roczna kwota opłaty [zł/rok]
2008	BZT ₅	3,45	460	1 587,00	29 384,00
	ChZT	1,38	14 000	19 320,00	
	Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻	0,040	200 000	8 000,00	
	zawiesiny og.	0,42	7 000	2 940,00	
	fenole lotne	36,80	0	0	
	metale ciężkie	100,64	100	10 064,00	
2009	BZT ₅	3,54	460	1 628,40	30 056,00
	ChZT	1,41	14 000	19 740,00	
	Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻	0,041	200 000	8 200,00	
	zawiesiny og.	0,43	7 000	3 010,00	
	fenole lotne	37,72	0	0	
	metale ciężkie	103,16	100	10 316,00	
2010	BZT ₅	3,69	460	1 697,40	31 329,00
	ChZT	1,47	14 000	20 580,00	
	Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻	0,043	200 000	8 600,00	
	zawiesiny og.	0,45	7 000	3 150,00	
	fenole lotne	39,30	0	0	
	metale ciężkie	107,49	100	10 749,00	
2011	BZT ₅	3,82	460	1 757,20	32 405,00
	ChZT	1,52	14 000	21 280,00	
	Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻	0,045	200 000	9 000,00	
	zawiesiny og.	0,47	7 000	3 290,00	
	fenole lotne	40,68	0	0	
	metale ciężkie	111,25	100	11 125,00	

Uwaga: Zgodnie z art. 295 ust. 1 ustawy Prawo ochrony środowiska z dn. 27.04.2001 (Dz. U. 2001.62.627 z późniejszymi zmianami), w tym przypadku sumaryczna roczna kwota opłaty stanowi sumę opłat wynikających z odprowadzonego ładunku ChZT i metali ciężkich

Ponadto elektrownie zobowiązane są do uiszczania opłat za wprowadzanie wód opadowych lub roztopowych. Łącznie średniej wielkości elektrownia ponosi roczne opłaty środowiskowe rzędu 0,5 do 1,0 mln zł z tytułu gospodarki wodnej, prowadzonej zgodnie z obowiązującym prawem z zakresu ochrony wód.

Nowoczesne techniki uzdatniania wody do celów energetycznych

Gospodarka wodna nowoczesnego zakładu energetycznego wymaga zastosowania nowoczesnych technik uzdatniania wody. Coraz częściej zakłady energetyczne decydują się na wprowadzenie zaawansowanych technologii, opartych m.in. na technikach membranowych, wykorzystujących fizyczne zjawisko zatrzymania fazy rozproszonej na przegrodzie porowatej, stanowiącej specyficzny rodzaj „filtra”. Zarówno technikami membranowymi, jak i w sposób tradycyjny uzyskać możemy ten sam efekt końcowy, czyli właściwą jakość wyprodukowanej wody. Należy jednak pamiętać, że tradycyjna stacja

uzdatniania generuje zazwyczaj strumień ścieków o wysokim stopniu zasolenia. Zasolenie to pochodzi zarówno od substancji usuwanych z wody w procesie jej uzdatniania, jak i z roztworów poregeneracyjnych. Ścieki takie najczęściej nie nadają się do ponownego wykorzystania, bowiem ich parametry zbliżają się do wartości określonych decyzją administracyjną, obowiązującą dany zakład. Instalacje membranowe, znacznie rzadziej czyszczone chemicznie, powodują powstanie strumienia ścieków pochodzących głównie z zasolenia obecnego w wodzie surowej. Ponadto umożliwiają zastosowanie wód zasolonych, takich jak odsoliny z zamkniętych obiegów chłodzących, do procesu produkcji wody zmiękczonej czy nawet zdemineralizowanej [13].

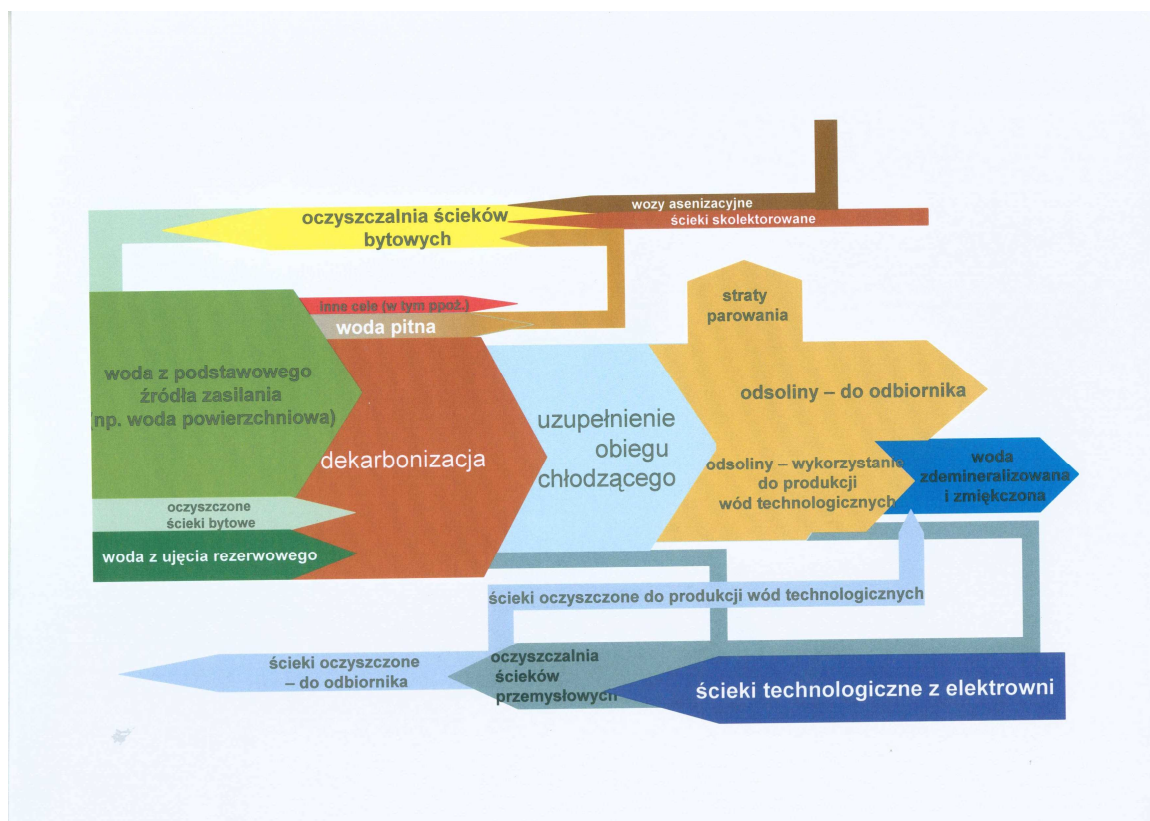
Jak wynika z wyliczeń wskazanych w tabelach 1 i 2, zakup wody rzecznej generuje o wiele wyższe koszty, niż odprowadzanie ścieków o parametrach zgodnych z wymogami prawa. Tak więc stosowanie technik, umożliwiających wielokrotne wykorzystanie wody, wydaje się zasadne nie tylko z punktu widzenia ochrony środowiska wodnego, lecz także ma swoje ekonomiczne uzasadnienie.

Elektrownia „Łagisza”, jako jedna z pierwszych w Polsce, zdecydowała się na zastosowanie technik membranowych w procesie produkcji wody zdemineralizowanej [2, 13]. Instalacje membranowe funkcjonują już od 14 lat. Nie oznacza to, że sposób produkcji od początku istnienia instalacji nie uległ zmianie. Ewolucję układu technologicznego, polegającą na stopniowym włączaniu nowych strumieni ścieków do produkcji wody, zaprezentowano w artykule ubiegłorocznym [13]. Materiał ten zawiera również szczegółowy opis gospodarki wodnej Elektrowni „Łagisza”, zgodny z rysunkiem 1, przedstawiającym bilans wodny elektrowni, w której do produkcji wód technologicznych – oprócz surowej wody rzecznej – wykorzystuje się wszystkie strumienie ścieków, od oczyszczonych ścieków bytowych (do produkcji wody zdekarbonizowanej), po odsoliny z obiegu chłodzącego oraz oczyszczone techniką ultrafiltracji pozostałe ścieki przemysłowe (woda zdemineralizowana i zmiękczone).

Warto zapamiętać

„Skojarzenie” obiegów wodnych funkcjonuje w Elektrowni „Łagisza” już od 14 lat. Dzięki zastosowaniu technik membranowych pojawiły się także i inne wymierne korzyści w postaci poprawy jakości produkowanych wód technologicznych. Jak wiadomo, lepsza jakość wody przekłada się na mniejszą awaryjność urządzeń energetycznych. Poprawiła się stabilność parametrów produkowanej wody zdemineralizowanej [2], obniżone zostały stężenia substancji osadotwórczych, jak krzemionka ogólna, żelazo ogólne czy substancje organiczne. Wprowadzenie technik membranowych spowodowało także znaczne obniżenie stężenia chlorków, których obecność w wodzie kotłowej jest przyczyną korozji. Znacznie spadło zużycie chemikaliów niebezpiecznych dla środowiska naturalnego, jak kwas solny (o 83%) czy ług sodowy (o 88%). Przeciwwagą dla ww. korzyści stanowią utrzymujące się na stałe wysokim poziomie ceny modułów membranowych, mające znaczny udział w kosztach produkcji wody. Dlatego bardzo ważna jest optymalizacja procesu produkcji polegająca na doborze odpowiedniej częstotliwości czyszczeń mechanicznych i chemicznych instalacji oraz stałej kontroli parametrów wody surowej, a w przypadku stosowania do produkcji ścieków

technologicznych lub odsolin – utrzymywania stopnia ich zasolenia na optymalnym poziomie. Podjęcie takich działań skutkować będzie wydłużeniem zdolności produkcyjnej modułów membranowych.



Rys. 1. Bilans wodny elektrowni wykorzystującej oczyszczone ścieki przemysłowe i bytowe do procesów produkcji wód technologicznych – rysunek poglądowy



Fot.1 Urządzenia gospodarki wodnej Elektrowni Łagisza – węzeł wstępnego oczyszczania ścieków przemysłowych



Fot. 2. Urządzenia gospodarki wodnej Elektrowni Łagisza – przygotowanie wody dodatkowej do obiegu chłodzącego



Fot. 3 Urządzenia gospodarki wodnej Elektrowni Łagisza - widok na oczyszczalnię ścieków przemysłowych

Literatura

- [1] Jamrocha T., Poprawa bilansu wodnego elektrowni z wykorzystaniem naturalnych tendencji chemii wody w obiegu chłodzącym, Materiały VIII Forum Dyskusyjnego „Diagnostyka i chemia dla energetyki”- Szczyrk 25-27.05.2011, s. 161-171.
- [2] Sąkol-Sikora D., Doświadczenia w prowadzeniu instalacji membranowych, służących do produkcji wody do celów energetycznych i ciepłych, Instal, 2011, praca w druku.
- [3] Ustawa Prawo ochrony środowiska z dn. 27.04.2001r. (Dz.U.2001.62.627 z późniejszymi zmianami).
- [4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 20.12.2005r w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska, Dz. U. 2005.260.2176.
- [5] Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 14.10.2008r w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska, Dz. U. 2008.196.1217.
- [6] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn 15.09.2004 r. w sprawie wysokości górnych jednostkowych stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2005, MP 2004.39.693.
- [7] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 17.11.2005 r. w sprawie wysokości górnych jednostkowych stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2006, MP 2005.74.1040.
- [8] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 04.10.2006r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2007, MP 2006.71.714.
- [9] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 20.09.2007 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2008, MP 2007.68.754.
- [10] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 07.10.2008 r. w sprawie wysokości górnych jednostkowych stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2009, MP 2008.79.698.
- [11] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 18.08.2009 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2010, MP 2009.57.780.
- [12] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dn. 04.10.2010r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2011, MP 2010.74.945.
- [13] Sąkol-Sikora D., Modernizacja gospodarki wodnej w Elektrowni Łagisza. Oszczędzać wodę, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, 2010,6, s. 50-55.