

UZDATNIANIE WODY WIŚLANEJ DLA OBIEGÓW WODNO-PAROWYCH BLOKÓW ENERGETYCZNYCH W ELEKTROWNI KOZIENICE S.A.

Elektrownia Kozienice S.A. o mocy elektrycznej 2880 MW to dwa bloki energetyczne o mocy 535 i 560 MW oraz osiem bloków o mocy 215 - 225 MW. Turbiny bloków 500 MW zasilane są parą z kotłów walczkowych typu AP-1650/540°C/17,2MPa ze wspomaganą cyrkulacją, turbiny bloków 200MW parą z kotłów walczkowych typu OP650/540°C/13,5MPa z naturalną cyrkulacją.

Straty obiegów wodno-parowych bloków energetycznych uzupełniane są wodą zdemini-zowaną o niżej podanych parametrach:

Przewodnictwo elektryczne właściwe	$\leq 0,1 \mu\text{S/cm}$
Zawartość krzemionki	$\leq 20 \text{ ppb}$
Zawartość sodu i potasu	$\leq 10 \text{ ppb}$
Zawartość OWO	$\leq 200 \text{ ppb}$.

Do 2005 roku straty uzupełniane były wodą zdemini-zowaną ze stacji uzdatniania wody o wydajności $Q_{\text{max}} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ zasilanej wodą podziemną czwartorzędową. Instalacja ta pracowała od 1972 roku.

Uwzględniając zużycie techniczne urządzeń, budynków, koszty eksploatacyjne oraz pogłębiający się deficyt wód podziemnych, a także Ustawę Prawo Wodne Dz.U.Nr 115/2001 poz. 1229 z późniejszymi zmianami, zalecającą wykorzystanie wód podziemnych przede wszystkim do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, na cele socjalno-bytowe, potrzeby produkcji artykułów żywnościowych i farmaceutycznych, w 2000 roku elektrownia KOZIENICE S.A. podjęła decyzję o budowie nowej stacji uzdatniania wody DEMI II o wydajności $Q_{\text{max}} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$ zasilanej wodą powierzchniową – wiślaną.

Podstawowe parametry fizyko-chemiczne wody wiślanej podane są w tabeli nr 1

Tabela nr 1

Lp	Oznaczenie(zanieczyszczenie)	Jednostka	Wartość		Wartość średnia
			min	max	
1.	Odczyn	pH	7,3	8,5	7,8
2.	Zawiesina ogólna	g/m ³	11	224	70
3.	ChZT _{Cr}	gO ₂ /m ³	11	27	21
4.	Twardość ogólna	gCaCO ₃ /m ³	128	310	225
5.	Przewodnictwo elektryczne właściwe	μS/cm	382	1440	892
6.	Chlorki	g/m ³	26	279	151
7.	Siarczany	g/m ³	27	83	54
8.	Sód	g/m ³	22	211	81
9.	Krzemionka	g/m ³	0,4	13	7,5
10.	OWO	g/m ³	5,4	12,5	7,8

W styczniu 2001 roku elektrownia ogłosiła przetarg nieograniczony na wykonanie projektu dla nowej stacji uzdatniania wody DEMI II o wydajności $Q_{max} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$ zasilanej wodą wiślaną o w/w parametrach. Zaproponowana technologia miała gwarantować pewną i niezawodną pracę instalacji pod względem ilościowym i jakościowym niezależnie od jakości wody surowej oraz być technologią przyjazną dla środowiska naturalnego.

Przetarg wygrało konsorcjum w składzie

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Energotechnika - Projekt Sp. z o.o. | lider konsorcjum |
| 2. BSiPE Energoprojekt - Warszawa Sp. z o.o. | członek konsorcjum |
| 3. Christ AG - Szwajcaria | członek konsorcjum |

- ✓ Prace projektowe wykonane zostały w okresie lipiec 2001 - czerwiec 2002.
- ✓ Budowa prowadzona była w okresie sierpień 2002 - grudzień 2003.
- ✓ Rozruch instalacji prowadziła Energotechnika - Projekt w okresie luty - wrzesień 2004.
- ✓ Pierwszego Października 2004 instalację przekazano do eksploatacji. Przez pierwsze sześć miesięcy nowa stacja uzdatniania wody pracowała razem ze starą, którą w czerwcu 2005 wyłączono z eksploatacji.

W nowo wybudowanej stacji woda uzdatniana jest wg niżej podanej technologii:

- pobór wody z kanałów zrzutowych wody chłodzącej bloków 200 lub 500 MW w zależności od temperatury, latem z bloków 200 MW, zimą z bloków 500 MW
- wstępna filtracja w filtrach szczelinowych samoczyszczących 1000 μm,

- dezynfekcja podchlorynem sodu,
- koagulacja chlorkiem żelazowym PIX111,
- sedymentacja w osadniku lamelowym $\varnothing 8000$ V = 300 m³ wspomagana polielektrolitem,
- filtracja w filtrach żwirowo –antracytowych $Q_{\max} = 140$ m³/h - 4 sztuki,
- filtracja w filtrach węglowych dwukomorowych $Q_{\max} = 137$ m³/h - 4 sztuki,
- filtracja w filtrach świecowych namywanych $Q_{\max} = 205$ m³/h - 3 sztuki,
- filtracja w filtrach bezpieczeństwa 5 μ m $Q_{\max} = 205$ m³/h - 3 sztuki,
- odsalanie (demineralizacja) podstawowe na modułach osmotycznych RO typu BW30LE440 Q = 50-60 m³/h/moduł - 5 modułów,
- desorpcja dwutlenku węgla w eliminatorach CO₂, $Q_{\text{nom}} = 140$ m³/h - 2 sztuki,
- końcowe doczyszczanie na jonitach w trzech ciągach, kationit - anionit - dwujonit.

Ciągi kationit - anionit pracują w systemie UP.CO.RE, natomiast dwujonity w systemie kolektorowym.

Maksymalna wydajność ciągu wynosi $Q = 140$ m³/h.

Magazynowanie wody ma miejsce w trzech zbiornikach V = 1000 m³ każdy.

Przewidziano możliwość pracy SUW w przypadku awarii modułów osmotycznych.

W tym przypadku instalacja pracuje w niżej podanym układzie:

- filtry węglowe - kationity - desorbery CO₂ - anionity - dwujonity.

Cykl międzyregeneracyjny ciągu skraca się wówczas do kilku godzin, jednak jest on wystarczający na pokrycie strat na blokach energetycznych.

W przypadku katastrofy ekologicznej na Wiśle istnieje możliwość zasilania instalacji wodą głębinową ze stacji uzdatniania wody na potrzeby socjalno-bytowe. Wydajność instalacji w tej wersji wynosi ok. 80 m³/h. Schemat ideowy SUW pokazany jest na rys nr 1.

Nadzorowanie i sterowanie procesem technologicznym odbywa się poprzez centralny system sterowania mikroprocesorowego z nastawni głównej SUW. Podstawowe urządzenia wyposażone są w analizatory chemiczne pracujące w systemie „on line” oraz aparaturę kontrolno-pomiarową, co zapewnia pełną wizualizację oraz rejestrację pracy.

Jakościowe parametry wody po poszczególnych stopniach uzdatniania podane są w tabeli nr 2

Tabela nr 2

Lp	Stopień uzdatniania (urządzenie)	Mierzona wielkość	Wartość dopuszczalna	Wartość osiągnięta
1.	Zbiornik sedymentacyjny	Zawiesina ogólna *	5 g/m ³	≤ 2g/m ³ NTU ≤ 1,5
2.	Filtry żwirowo -antracytowe	Zawiesina ogólna**	0,5 g/m ³	≤ 0,1 g/m ³ SDI ≤ 4
3.	Filtry węglowe	Wolny chlor	brak	Brak
4.	Filtry namywane	REDOX OWO SDI	300 mV ≤ 3 g/m ³ 3	≤ 250 mV ≤ 2 g/m ³ ≤ 3
5.	Moduły osmotyczne	Krzemionka Zasolenie	800 ppb 50 μS/cm	≤ 50 ppb ≤ 30 μS/cm
6.	Desorbery	CO ₂	10 ppm	≤ 2 ppm
7.	Dwujonity	Krzemionka Sód Zasolenie OWO	20 ppb 10 ppb 0.1 μS/cm 200 ppb	≤ 10 ppb ≤ 5 ppb ≤ 0,1 μS/cm ≤ 50 ppb

* pomiar mętności „on line”

** pomiar SDI mierzony manualnie

Woda zasilająca moduły osmotyczne musi spełniać następujące wymagania:

- ✓ SDI ≤ 4
- ✓ OWO ≤ 3 g/m³
- ✓ Potencjał Redox ≤ 300 mV

Aby uzyskać takie parametry wodę poddaje się wstępnemu uzdatnianiu, tj. dezynfekcji, koagulacji, sedymentacji oraz kilkustopniowej filtracji.

Dezynfekcja prowadzona jest podchlorynem sodu. Koagulacja prowadzona jest samym chlorem żelazowym lub chlorkiem żelazowym i kwasem solnym (kwas solny dawkuje się w celu obniżenia pH wody).

Woda wstępnie uzdatniona powinna posiadać ściśle określone parametry niezależnie od jakości wody surowej. Aby to uzyskać dawkuje się różne ilości koagulantu.

W tabeli nr 3 podane są niektóre zanieczyszczenia wody wiślanej oraz dawki koagulantu w przeliczeniu na czyste żelazo.

Tabela nr 3 (wartości z roku 2007)

Miesiąc	pH		Zawiesina (g/m ³)		OWO (g/m ³)		FeCl ₃ (gFe/m ³)	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Styczeń	7,7	8,2	11	44	5,2	13,2	20	28
		7,9		20		9,2		26
Luty	7,7	7,9	21	78	7,4	8,8	21	27
		7,8		47		8,2		23
Marzec	8,0	8,3	18	36	6,5	8,8	21	25
		8,1		28		7,8		22
Kwiecień	8,2	8,6	22	44	5,9	7,4	24	40
		8,3		25		6,6		35
Maj	7,5	8,4	38	50	5,8	9,6	27	39
		7,9		43		7,7		33
Czerwiec	7,5	8	38	64	5,6	10,2	23	41
		7,8		51		7,2		30
Lipiec	7,4	7,8	32	58	5,7	7,1	26	46
		7,6		48		6,2		34
Sierpień	7,4	8,4	54	104	6,9	13,6	37	49
		7,9		75		8,1		39
Wrzesień	7,2	8,6	16	57	5,4	8,7	31	47
		7,9		43		6,7		39
Październik	7,9	8,2	13	17	7,2	7,8	35	44
		8,1		14		7,4		39
Listopad	7,4	8,2	16	40	5,5	10,3	25	39
		7,7		24		7,2		31
Grudzień	7,7	8,1	18	22	5,6	5,9	30	38
		7,9		19		5,7		33

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości średnie.

Jak widać z powyższej tabeli, nie ma prostej zależności pomiędzy jakością wody surowej, a ilością dozowanego koagulanta. Parametrem wynikowym są jak najniższe wielkości NTU po zbiorniku sedymentacyjnym oraz SDI po filtrach żwirowo-antracytowych. W okresie jesienno-zimowym dobre wyniki uzyskuje się dozując kwas solny i oraz chlorek żelaza (PIX 111). Kwas solny dawkuje się ze względów ekonomicznych (cena) oraz technologicznych (mała pojemność zbiorników magazynowych koagulanta). PIX dozuje się w takich ilościach aby obniżyć pH wody do ok. 6,5, a kwasem solnym do pH = 6,1 ÷ 6,2. W okresie wiosenno-letnim koagulację prowadzi się przy pH = 5,8 ÷ 6,0 z tym, że zwiększa się ilość koagulanta, a zmniejsza ilość kwasu solnego, aż do całkowitego jego wyeliminowania.

Parametrami wg których na bieżąco koryguje się dawkę koagulanta są mętność w wodzie po zbiorniku sedymentacyjnym (pomiar ciągły) oraz SDI po filtrach żwirowo-antracytowych (pomiar manualny).

Woda wstępnie uzdatniona, tj. pozbawiona zawiesin oraz ok. 75% substancji organicznych podawana jest na moduły osmotyczne, gdzie następuje podstawowe odsalanie. Usuwanych jest 90 ÷ 95% rozpuszczonych soli. Zastosowano nisko-energetyczne moduły osmotyczne z odzyskiem równym 75%.

Powstały w procesie odwróconej osmozy dwutlenek węgla, którego zawartość wynosi $30 \div 40 \text{ g/m}^3$ usuwany jest w desorberach dwutlenku węgla.

Końcowe doczyszczanie do parametrów wody zdeminielizowanej odbywa się na jonitach. Zastosowano pełną demineralizację jonitową, a więc wymienniki kationitowe, anionitowe oraz dwujonitowe.

Podsumowanie

Zastosowana technologia gwarantuje uzdatnianie wody wiślanej niezależnie od jej bardzo często zmieniających się parametrów fizyko-chemicznych. Jest ona również technologią proekologiczną ponieważ w porównaniu z innymi rozwiązaniami wymaga znacząco mniejszej ilości chemikaliów.

Wg projektu łączne zużycie chemikaliów na wyprodukowanie 1m^3 wody zdeminielizowanej zakładano na poziomie 289 g/m^3 . Rzeczywiste zużycie na podstawie wyników uzyskanych za lata 2005-2007 wniósł $281,6 \text{ g/m}^3$. W tabeli nr 4 podana jest łączna ilość chemikaliów użyta do produkcji wody zdeminielizowanej w latach 2005-2007 oraz ich zużycie jednostkowe. W okresie tym wyprodukowano $3\ 150\ 280 \text{ m}^3$ wody zdeminielizowanej.

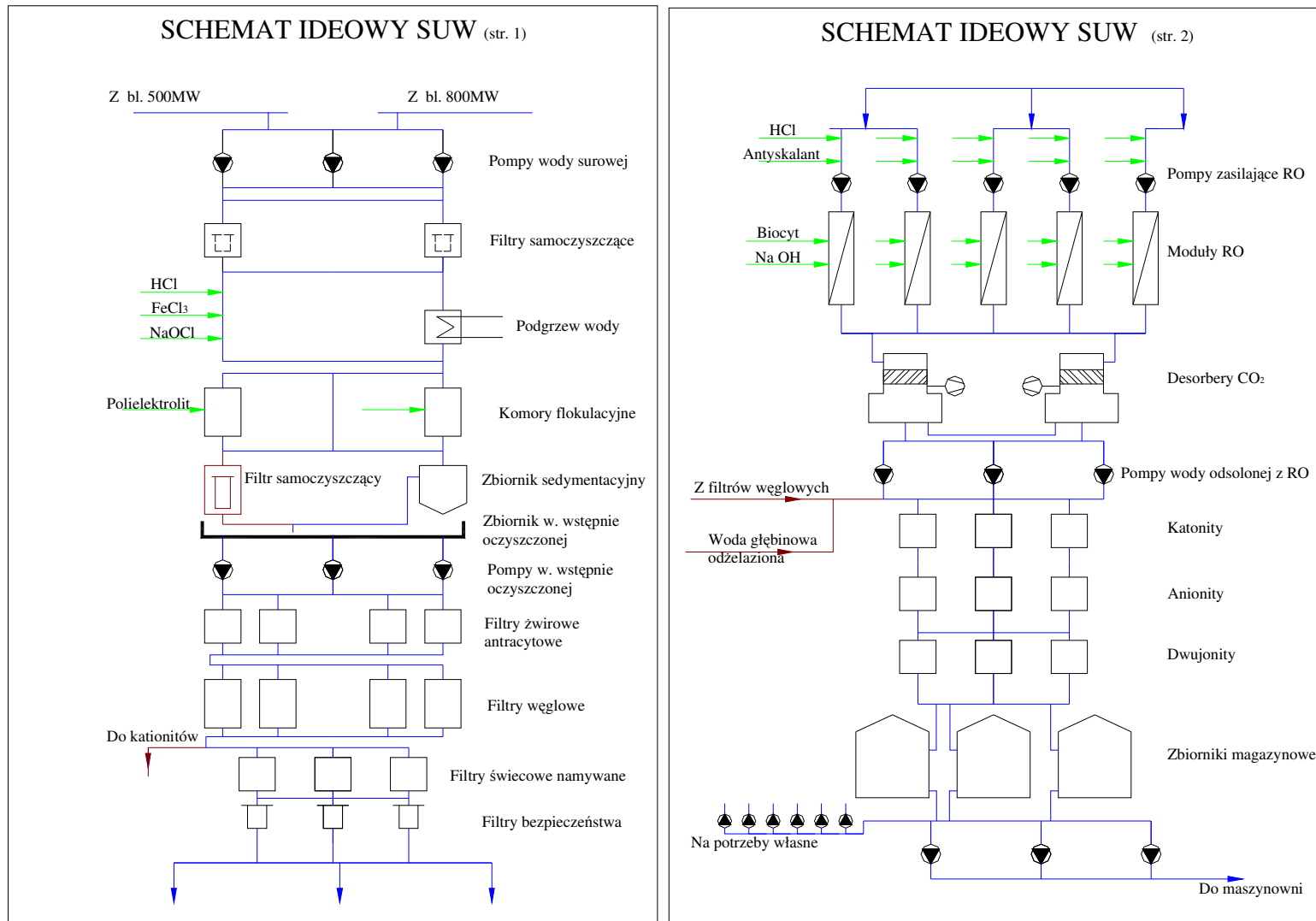
Tabela nr 4

Lp	Nazwa	Ilość (kg)	Jednostkowe zużycie (g/m^3)
1.	Chlorek żelaza PIX111 (100%)	537 935	170,8
2.	Podchloryn sodu (100%)	40 966	13
3.	Antyskalant	19 028	6
4.	Polielektrolit	2 252	0,7
5.	Biocyd	340	0,1
6.	Ecosorb	18 680	6
7.	Kwas solny (100%)	172 068	55
8.	Ług sodowy (100%)	95 567	30
9.	RAZEM	888 843	281,6

Jest to ok. 1/3 tej ilości, jaka zużywana jest w tradycyjnych technologiach, a więc dekarbonizacji wapnem, filtracji i jonitowej demineralizacji.

Przy rocznym zapotrzebowaniu na wodę zdeminielizowaną w Elektrowni Kozienice S.A. na poziomie $1\ 100\ 000 \text{ m}^3$ dzięki zastosowaniu tej technologii zużywa się zatem o 750 - 800 Mg chemikaliów mniej niż przy tradycyjnych technologiach.

Rys. nr 1



Rys. nr 2

Redukcja OWO w procesie uzdatniania wody

