

**Aleksander Rozmarynowski, Radosław Maleńki, Arctic Paper Kostrzyn S.A.  
Jerzy Piszczek, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice**

## **MODERNIZACJA NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH MŁYNÓW CELULOZY w ARCTIC PAPER KOSTRZYN S.A.**

### **MODERNISATION OF CELLULOSE DEFIBRIZERS ELECTRIC DRIVES IN ARCTIC PAPER KOSTRZYN S.A. PAPER MILL**

**Abstract:** The paper include a couple of facts of Kostrzyn Paper Mill history, several definition concerned to papier-mache preparation and description of the existing standing of cellulose disc defibrizers electric drivers, assumptions for modernisation and finally expected project results and achievements. Main project part is replacement of obsolete electric motors by the modern, high efficient ones. It is estimated that about 4% of present electricity consumption could be saved due to project implementation.

#### **1. Rys historyczny**

Fabrykę celulozy w Kostrzynie nad Odrą (gmina Kostrzyn, powiat gorzowski, województwo lubuskie), leżącym wówczas na terenie Niemiec zbudował niemiecki koncern Phrix w latach trzydziestych XX w. Produkcję celulozy bielonej wiskozowej rozpoczęto w 1938 roku ilością 7 000 ton przy zatrudnieniu około 300 pracowników. Rozbudowa i modernizacja w kolejnych latach spowodowała wzrost produkcji do 20 tysięcy ton celulozy rocznie w 1941 roku. Wkrótce II wojna światowa zakłóciła pracę fabryki. W wyniku działań wojennych zakład w dużej części uległ zniszczeniu i w roku 1945 nastąpił demontaż celulozowni.

W latach pięćdziesiątych trwała odbudowa fabryki celulozy. Pierwszą nitkę produkcyjną Kostrzyńskie Zakłady Celulozowo-Papiernicze uruchomiły 19 grudnia 1958, a już rok później kolejną. Lata 60-te to etap dalszej rozbudowy zakładu – budowy nowoczesnej papierni i bielarni celulozy. Pierwszą maszynę papierniczą o zdolności produkcyjnej 38 000 ton rocznie uruchomiono w 1968 roku. Rozpoczęto wówczas produkcję niepowlekanego papieru bezdrzewnego. Rok później uruchomiono drugą maszynę papierniczą o zdolności produkcyjnej 40 000 ton rocznie papieru niebielonego. Wzrost ilościowy i jakościowy produkcji wpłynął na rozwój przetwórstwa papierniczego i zwiększenie asortymentu produktów.

Kostrzyńskie Zakłady Papiernicze (KZP PP) przedsiębiorstwo państwowe przekształciło się w Jednoosobową Spółkę Skarbu Państwa utworzoną Aktem Notarialnym z dnia 17 grudnia 1990 r. 7 października 1993 r. minister przekształceń własnościowych sprzedał 80% akcji KP SA szwedzkiemu koncernowi papierniczemu TREBRUK AB, a pozostałe 20% akcji otrzymała załoga.

W wyniku prac inwestycyjno – modernizacyjnych przekształcono istniejący kombinat papierniczy w nowoczesny zakład produkujący wysoko jakościowy papier (zamknięcie celulozowni, modernizacja wydziału obróbki papieru, modernizacja i przebudowa maszyn papierniczych). W chwili obecnej zdolność produkcyjna zakładu wynosi około 230 000 ton papieru rocznie, a planuje się jej zwiększenie do 350 000 ton papieru rocznie.

#### **2. Papier**

Najkrócej rzecz ujmując, papier składa się z masy celulozowej, wypełniacza, wody i środków chemicznych. Składniki te są łączone z sobą zgodnie z recepturą indywidualną dla każdego konkretnego papieru. Poszczególne gatunki papieru są wytwarzane w sposób, który zapewnia, że będą one posiadać wymagane właściwości.

##### *masa papiernicza*

Masa papiernicza to mieszanka składników niezbędnych do wyprodukowania określonego gatunku papieru.

##### *masa celulozowa mechaniczna*

Wytwarzana poprzez wyodrębnianie włókien celulozowych z drewna metodą mielenia mechanicznego.

masa długowłóknista

Masa celulozowa wytwarzana z drewna iglastego, np. sosny lub świerku.

masa krótkowłóknista

Masa celulozowa wytwarzana z drewna liściastego.

mielenie

Obróbka mechaniczna masy mająca na celu poprawienie zdolności włókien do tworzenia papieru. Mielenie odbywa się w młynie lub holerdrze.

smarność

Smarność masy określa jej zdolność do odwadniania w znormalizowanych warunkach. Wyraża się ją w stopniach Schoppera-Rieglera (SR) w skali 0-100 SR. Im wyższy stopień SR tym masa bardziej zmielona.

**3. Projekt****3.1. Stan dotychczasowy**

Produkcja papieru w ARTIC PAPER KOSTRZYŃ SA odbywa się na dwóch maszynach papierniczych MP1 i MP2. Rozwłóknianie (mielenie) masy celulozowej dla obu maszyn realizowane jest przez 12 młynów tarczowych typu ST 860 P, po 6 szt. na każdą maszynę papierniczą. Młyny pracują w grupach po 3 szt., w następującym układzie:

Maszyna Papiernicza nr 1 (MP1)

młyn masy krótkowłóknistej (krótkiej) nr 1 (**M1kr**) – silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1980

młyn masy krótkiej nr 2 (**M2kr**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1982

młyn masy krótkiej nr 3 (**M3kr**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1988

młyn masy długowłóknistej (długiej) nr 1 (**M1dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1980

młyn masy długiej nr 2 (**M2dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1980

młyn masy długiej nr 3 (**M3dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1980

Maszyna Papiernicza nr 2 (MP2)

młyn masy krótkiej nr 1 (**M1kr**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1980

młyn masy krótkiej nr 2 (**M2kr**) - silnik SCDDm 1310tE - rok prod. 1990

młyn masy krótkiej nr 3 (**M3kr**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1984 (przezwojony w 2001)

młyn masy długiej nr 1 (**M1dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1978 (przezwojony w 1999)

młyn masy długiej nr 2 (**M2dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1988

młyn masy długiej nr 3 (**M3dl**) - silnik SCDDm 1310t - rok prod. 1987

Zestaw młyn – silnik opisany jest następującymi parametrami:

- typ młyna: ST 860 P

- wydajność młyna: 60 - 180 t/24h

- typ silnika: SCDDm 1310t, SCDDm 1310tE

- moc silnika: 500 kW

- prędkość obrotowa silnika: 585 obr/min.

Obciążenie poszczególnych silników zmienia się w granicach 60% - 85%. Unika się obciążenia silników większego niż 90%, ponieważ ewentualne chwilowe przeciążenie jednego z młynów, zadziałanie zabezpieczeń i tym samym wypadnięcie tego młyna, spowodowałoby poważne zakłócenie procesu produkcji papieru, skutkujące znacznym pogorszeniem jakości (wręcz wytworzeniem braku) lub koniecznością zatrzymania maszyny papierniczej.

Każda z maszyn zasilana jest przez grupę młynów masy krótkowłóknistej (krótkiej) i grupę młynów masy długowłóknistej (długiej). W ramach grup przepływ masy zazwyczaj jest szeregowy, ale może być mieszany. Podział obciążenia pomiędzy młyny w grupie jest programowany przez operatora w zależności od wymagań procesu produkcji papieru. Możliwe jest również (i stosowane jest) wyłączanie jednego z młynów w grupie w przypadku spadku zapotrzebowania na dany rodzaj masy celulozowej. Silniki napędzające młyny pracują ze stałą prędkością obrotową, a regulacja układu mielącego realizowana jest automatycznie przez układ oparty na sterownikach swobodnie programowalnych.

Głównymi parametrami regulacji są:

- ilość masy na wyjściu z grupy młynów,

- ciśnienie masy na wyjściu z grupy młynów,

- smarność masy na wyjściu z grupy młynów,

- wskaźnik SEC (specific energy consumption – jednostkowe zużycie energii na tonę masy suchej określane jako jednostkowa energia mielenia) wyrażany w kWh/tonę masy suchej, zadawany w zależności od koniecznej do uzyskania smarność masy na wyjściu z grupy młynów i kontrolowany jako parametr do prowadzenia regulacji pracy młynów (sterowanie tarczami mielącymi).

Parametrami obserwowanymi są ponadto:

- aktualna moc elektryczna pobierana przez każdy z silników,
- aktualne obciążenie każdego z młynów,
- aktualny podział obciążenia pomiędzy młyny w grupie,
- ciśnienia masy na wejściu i wyjściu z każdego młyna w grupie,
- stężenie masy na wejściu do grupy młynów,
- wskaźnik długości czynnej ostrza w młynie
- czas pracy każdego młyna.

Zadaniem układu regulacji jest zapewnienie odpowiedniej ilości masy, o pożądanej smarności i właściwego ciśnienia na wyjściu z układu mielącego. Regulacja ilości i ciśnienia masy na wyjściu realizowana jest przez upustowy zawór regulacyjny zwiększający lub zmniejszający recyrkulację masy.

Nadzór nad uzyskaniem odpowiedniej smarności prowadzony jest, jak wspomniano powyżej, poprzez kontrolę wskaźnika SEC.

Parametry:

- ilość masy na wyjściu z grupy młynów,

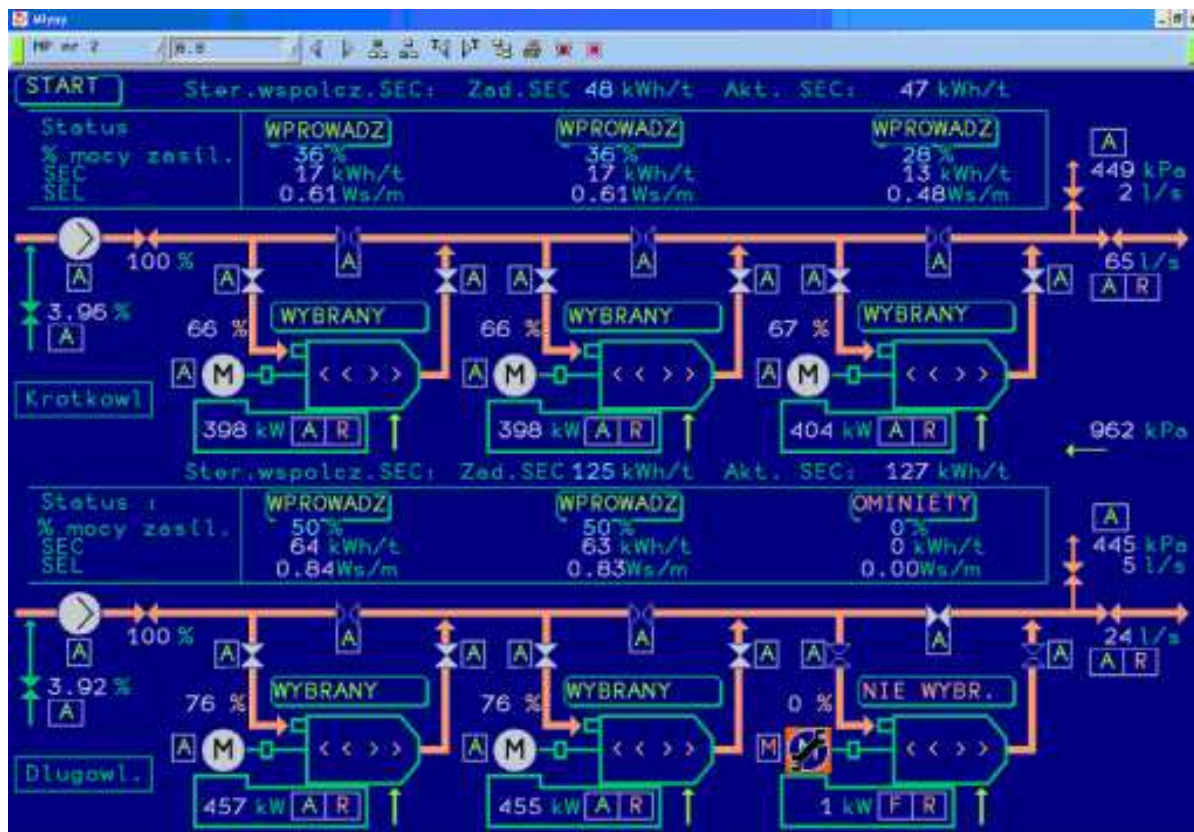
- ciśnienie masy na wyjściu z grupy młynów,
- smarność masy na wyjściu z grupy młynów
- wskaźnik SEC
- aktualna moc elektryczna pobierana przez każdy z silników,
- aktualne obciążenie każdego z młynów,
- aktualny podział obciążenia pomiędzy młyny w grupie,
- stężenie masy na wejściu do grupy młynów,
- czas pracy każdego młyna,

są rejestrowane w bazie danych z częstotliwością zapisu 10 s lub 1 min. Rejestry zawierające dane zapisywane z częstotliwością 1 min. obejmują okres przekraczający 13 miesięcy. Baza jest przechowywana na dyskach.

Schematy grup młynów dla MP1 i MP2 z zaznaczonymi miejscami pomiaru poszczególnych wielkości przedstawiono na rysunkach.

Ponadto w odrębnej bazie danych rejestrowane są ilości mas celulozowych trafiających z magazynu do młowni. Baza obejmuje okresy roczne i jest przechowywana na dysku.





Do określenia stanu bazowego użyto:

- ilość masy na wyjściu z grupy młynów,
- stężenie masy na wejściu do grupy młynów,
- dla wyznaczenia ilości masy suchej. Ilość masy suchej jest efektem użytecznym pracy napędu.
- aktualna moc elektryczna pobierana przez każdy z silników,
- czas pracy każdego młyna, dla wyznaczenia zużycia energii ogółem przez grupy młynów.

Jednostkowa cena energii elektrycznej zużywanej w napędach będących przedmiotem wniosku wynosi 200,- zł/MW (netto).

### 3.2. Stan projektowany

W ramach projektu planuje się modernizację polegającą na zastąpieniu obecnie pracujących silników typu SCDDm 1310t i SCDDm 1310tE nowoczesnymi, energooszczędnymi silnikami typu Sh 630 L10 o mocy 500 kW, prędkości obrotowej 592 obr/min, sprawności nominalnej nie niższej niż 95,4%. Ze względu na inne w stosunku do aktualnie eksploatowanych silników posiadanie skrzynki przyłączeniowej na obudowie silników energooszczędnych konieczna jest korekta kablowych linii zasilających silniki oraz korekta posadowień silników.

Ponadto z uwagi na modernizację jednej z maszyn papierniczych wymienia się tylko 10 napędów, ponieważ wraz z wspomnianą modernizacją zostaną zakupione dwa całkowicie nowe i kompletne (czyli wraz z napędami) młyny.

Modernizację urządzeń napędzanych (młynów) już przeprowadzono wyposażając je w nowoczesny i precyzyjny układ automatycznej regulacji wydajności i parametrów masy. Naturalnym działaniem jest więc modernizacja silników, których zadaniem jest zapewnienie stabilnego i bezawaryjnego napędu młynów. Regulacja prędkości obrotowej silników napędzających młyny nie jest konieczna.

Zastąpienie obecnie pracujących silników nowoczesnymi maszynami energooszczędnymi przyniesie efekty w postaci zmniejszenia zużycia energii elektrycznej szacowanego na ok. 4% bieżącego zużycia, co przełoży się na obniżenie kosztów energii elektrycznej zużywanej na przygotowanie masy papierniczej oraz spowoduje zmniejszenie emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego związanej z wytwarzaniem tejże energii.

Do gromadzenia informacji służących monitorowaniu pracy napędów po modernizacji używany będzie ten sam system, z którego dane posłużyły do określenia stanu bazowego. Wykorzystane będą te same wielkości mierzone. Wielkości będą rejestrowane w plikach bazy danych z częstotliwością zapisu co 1 min. i przechowywane na dyskach.

### 3.3. Finansowanie

Dzięki wspólnym staraniom ARCTIC PAPER KOSTRZYŃ SA i Centrum Wdrożeń PEMP udało się pozyskać finansowanie zewnętrzne dla projektu. Jednym ze źródeł finansowania jest Fundacja EkoFundusz, która w ramach dopłat do projektów o charakterze powtarzalnym, we

współpracy z Centrum Wdrożeń PEMP, uruchomiła linię dofinansowania modernizacji/wymiany napędów elektrycznych o mocach większych niż 200 kW.

Ten projekt uzyskał wstępną decyzję o przyznaniu 350 tys. zł w formie dotacji. Kolejnym źródłem jest nieoprocentowana pożyczka z funduszy PEMP, przeznaczonych na wspomaganie projektów demonstracyjnych. Pożyczka w wysokości 350 tys. zł zostanie spłacona w ciągu trzech lat.

Rzeczowy i czasowy harmonogram finansowania prezentują poniższe tabele.

LP.	ZADANIE	TERMIN (miesiąc, rok)		KOSZT [zł]	STOPIEŃ ZAAWANSO- WANIA FINANSO- WEGO [%]	ŹRÓDŁA FINANSOWANIA	
		ROZPOCZĘCIA	ZAKOŃCZENIA			7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>a. Zadania zakończone:</b>						
	<b>b. Zadania w trakcie realizacji:</b>						
	<b>c. Zadania planowane do realizacji:</b>						
1.	Projekt modernizacji zabezpieczeń Silniki energooszcz. Sh 630 L10	wrzesień-2007	październik-2007	2 000	0%		SR. WŁASNE
2.1	3 sztuki	wrzesień-2007	grudzień-2007	570 000	0%	140 000	EKOFUNDUSZ
2.2	1 sztuka	wrzesień-2007	grudzień-2007	190 000	0%	175 000	PEMP
2.3	korekta kablowych linii zasilających	wrzesień-2007	grudzień-2007	30 000	0%		SR. WŁASNE
2.4	korekta posadowień silników	wrzesień-2007	grudzień-2007	22 000	0%		SR. WŁASNE
2.5	Roboty demontażowe/montażowe	wrzesień-2007	grudzień-2007	14 000	0%		SR. WŁASNE
3.1	5 sztuk	kwiecień-2008	październik-2008	950 000	0%	210 000	EKOFUNDUSZ
3.2	1 sztuka	kwiecień-2008	październik-2008	190 000	0%	175 000	PEMP
3.3	korekta kablowych linii zasilających	kwiecień-2008	październik-2008	45 000	0%		SR. WŁASNE
3.4	korekta posadowień silników	kwiecień-2008	październik-2008	33 000	0%		SR. WŁASNE
3.5	Roboty demontażowe/montażowe	kwiecień-2008	październik-2008	21 000	0%		SR. WŁASNE
<b>RAZEM:</b>				<b>2 067 000</b>		<b>700 000</b>	

ŹRÓDŁA FINANSOWANIA	ŚRODKI FINANSOWE (ZŁ)							UDZIAŁ (w %)	
	WYKORZYSTANE W LATACH: .....	PRZYZNANE NA LATA: .....			PLANOWANE NA LATA: 2007 2008 2009				RAZEM
		.....	.....	.....	2007	2008	2009		
ŚRODKI WŁASNE					513 000	854 000		<b>1 367 000</b>	66%
KREDYTY (SKĄD) 1. Pożyczka PEMP 2. .... (...) .....					175 000	175 000		<b>350 000</b>	17%
DOTACJE (SKĄD) 1. .... 2. .... (...) .....									
EKOFUNDUSZ	XXXXXXX	XX	XX	XX	140 000	210 000		<b>350 000</b>	17%
<b>RAZEM</b>					<b>828 000</b>	<b>1 239 000</b>		<b>2 067 000</b>	<b>100%</b>

KOSZTY EKSPLOATACYJNE	PRZED REALIZACJĄ	PO REALIZACJI
Koszty energii elektrycznej	5 842 632,27	5 608 926,80
Koszty remontów i konserwacji	51 000,00	51 000,00
<b>RAZEM KOSZTY</b>	<b>5 893 632,27</b>	<b>5 659 926,80</b>

### 3.4. Efekty

#### 3.4.1. Energetyczne

Oszacowane na podstawie przyjętych założeń zmniejszenie zużycia energii elektrycznej wynosi: **1 168 527 kWh/rok**.

#### 3.4.2. Ekonomiczne

Wynikające ze zmniejszenia zużycia energii zmniejszenie kosztów energii elektrycznej, a także koszty remontów i konserwacji (określone jako przeciętne z kilkuletniego okresu eksploatacji) przedstawiono w poniższej Tabeli.

Roczne oszczędności wynoszą: 233 705,47 zł. Daje to prosty okres zwrotu nakładów z uwzględnieniem dofinansowania zewnętrznego ok. 6 lat.

#### 3.4.3. Ekologiczne

Dla wyznaczenia osiągniętego efektu ekologicznego przyjęto zmniejszenie zużycia energii obliczone jako różnicę pomiędzy zużyciami energii elektrycznej przed i po modernizacji oraz następujące wskaźniki emisji:

CO<sub>2</sub> - 1,014 kg/kWh SO<sub>2</sub> - 2,200 g/kWh Pył - 1,810 g/kWh NO<sub>x</sub> - 1,230 g/kWh

Odpowiadające mu redukcje emisji przedstawiono w poniższej tabeli.

RODZAJ ZANIECZYSZCZEŃ (EMISJI)	JEDNOSTKA	WIELKOŚĆ DOTYCH- CZASOWA	WIELKOŚĆ PLANOWANA (DOCELOWA)	ZMIANA BEZ- WZGLĘDNA	ZMIANA WZGLĘDNA (%)
-	-	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c=a-b</b>	<b>d=c/a x 100%</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
dwutlenek siarki	Mg/rok	64,269	61,698	<b>2,571</b>	4,0%
tlenki azotu	Mg/rok	35,932	34,495	<b>1,437</b>	4,0%
dwutlenek węgla	Mg/rok	29 622,140	28 437,260	<b>1 184,880</b>	4,0%
pyły	Mg/rok	52,876	50,761	<b>2,115</b>	4,0%