



# INSTYTUT BIOPOLIMERÓW I WŁÓKIEN CHEMICZNYCH INSTITUTE OF BIOPOLYMERS AND CHEMICAL FIBRES

ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź, e-mail: [ibwch@ibwch.lodz.pl](mailto:ibwch@ibwch.lodz.pl), <http://www.ibwch.lodz.pl>,  
tel sekret. +42 6376744, fax sekret. +42 6376214 tel centr. +42 6376510, fax centr.+42 6376501



---

Laboratorium Ochrony Środowiska  
tel. 042 6380351, e-mail: [michniewicz@ibwch.lodz.pl](mailto:michniewicz@ibwch.lodz.pl), [nls@ibwch.lodz.pl](mailto:nls@ibwch.lodz.pl)

Umowa/Zlecenie Nr:  
6/BAT/2011 z dnia 17.08.2011r.

Zleceniodawca:  
Ministerstwo Środowiska  
ul. Wawelska 52/54  
00-922 Warszawa

Kierownik tematu:  
dr inż. Małgorzata Michniewicz

## **SPRAWOZDANIE** z pracy: „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży celulozowo-papierniczej”

**Etap: I/2011**

**Odzysk ciepła i schładzanie wód obiegowych oraz ścieków**



Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej, pochodzących z opłat rejestracyjnych,  
na zlecenie Ministra Środowiska



dr inż. Danuta Ciechańska  
Dyrektor

Autorzy pracy:

mgr inż. Michał Janiga

dr inż. Małgorzata Michniewicz

## Spis treści

	Strona
1. Wprowadzenie .....	3
2. Chłodzenie wód obiegowych i ścieków .....	5
3. Efekty wynikające z zastosowania systemów chłodzenia wód obiegowych i ścieków .....	9
4. Podsumowanie .....	9
5. Źródła informacji .....	10

Praca pt.: *Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży celulozowo-papierniczej*, realizowana na zlecenie Skarbu Państwa – Ministra Środowiska, stosownie do umowy nr 6/BAT/2011, jest kontynuacją pracy na ten sam temat wykonywanej w latach 2006 ÷ 2010 w związku z obowiązkiem krajów członkowskich UE systematycznego śledzenia kierunków rozwoju technik i technologii w poszczególnych sektorach przemysłu. Obowiązek taki wynika z Artykułu 19 dyrektywy o emisjach przemysłowych (IED) 2010/75/UE z 24 listopada 2010r. (zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń – IPPC).

## 1. Wprowadzenie

Wytwarzanie papieru jest procesem prowadzonym w środowisku wodnym. Masa włóknista po rozcieńczeniu do stężenia w zakresie od 0,2 do 1,0% zostaje wylana na sito formujące, przez które przesącza się woda pozostawiając na nim pilśń składającą się z włókien i dodatków masowych. Duże rozcieńczenia masy wymagają dużych ilości wody. Przyjmuje się, że wytworzenie 1 kg b.s. masy papieru wymaga zużycia 500 kg wody. Duże zapotrzebowanie procesu wytwarzania papieru na wodę produkcyjną, koszty jej pozyskania i uzdatniania, koszty budowy i eksploatacji urządzeń oczyszczających ścieki oraz wymagania środowiskowe zmusiły wytwórców papieru do racjonalizacji wykorzystania wody już wprowadzonej do obiegu. Główne metody obniżenia zużycia wody świeżej opierają się na oczyszczaniu wód znajdujących się w obiegach maszyny papierniczej i ich recyrkulacji.

Jeszcze 25 lat temu wskaźniki zużycia wody świeżej kształtowały się na poziomie 30÷50 m<sup>3</sup>/tonę papieru, często spotykane były wskaźniki przekraczające 100 m<sup>3</sup>/tonę. Przytoczone wyżej ograniczenia sprawiły, że typowe obecnie zużycie wody świeżej wynosi od 4÷10 m<sup>3</sup> wody na tonę papieru i w dalszym ciągu wykazuje tendencję malejącą, znane są papiernie, w których zużycie wody świeżej wynosi około 1 m<sup>3</sup>/tonę papieru [1].

Domknięcie (lub całkowite zamknięcie) obiegu wodnego niesie ze sobą określone konsekwencje. Jedną z takich konsekwencji jest wzrost temperatury wód obiegowych w obiegu wodno-masowym maszyny papierniczej [2]. Przykładowo: domknięcie obiegu wodnego maszyny papierniczej i ograniczenie zużycia wody świeżej z 60 do 13,5 m<sup>3</sup>/t papieru spowodowało wzrost temperatury wody obiegowej z 20°C do 40°C [2]. Zaobserwowano również, że wraz ze wzrostem stopnia domknięcia obiegu ulegają zmniejszeniu różnice temperatur wody dla okresów letnich i zimowych. W papierni zużywającej wodę świeżą w ilości 40 m<sup>3</sup>/tonę papieru różnica ta wynosiła 10÷12°C, w papierni o zużyciu wody 20 m<sup>3</sup>/tonę nie przekraczała 5°C.

Wzrost temperatury ułatwia odwadnianie masy papierniczej, jednak przy wzroście temperatury powyżej 50°C wywołuje niekorzystne warunki pracy urządzeń i obsługi:

- przyspieszona korozja,
- częste uszkodzenia sita,
- wysoka temperatura w hali maszyny,

- wysoka i wilgotność powietrza w hali maszyny,
- pojawianie się złowonnych wyziewów,
- pogorszenie warunków oświetleniowych,
- śliskość podłóg.

Nadmiar wód technologicznych pochodzących z domkniętych obiegów wodnych papierni (również z wytwórni mas włóknistych), w postaci ścieków, jest odprowadzany do mechaniczno-biologicznych oczyszczalni ścieków. Prawidłowy przebieg oczyszczania ścieków, zwłaszcza z użyciem metod biologicznych, wymaga utrzymania właściwego poziomu temperatury. Metody biologiczne wymagają utrzymania przepływu hydraulicznego i temperatury ścieków na stałym poziomie poniżej 38°C [4]. Podwyższona temperatura ścieków może zatem w znacznym stopniu zakłócić przebieg procesów biologicznego rozkładu zanieczyszczeń. Tradycyjne systemy chłodzenia (chłodnie kominowe lub chłonie wentylatorowe) często nie zapewniają stałego dopływu ścieków o ustalonej temperaturze do urządzeń biologicznych co w konsekwencji niekorzystnie wpływa na efektywność pracy złoza biologicznego.

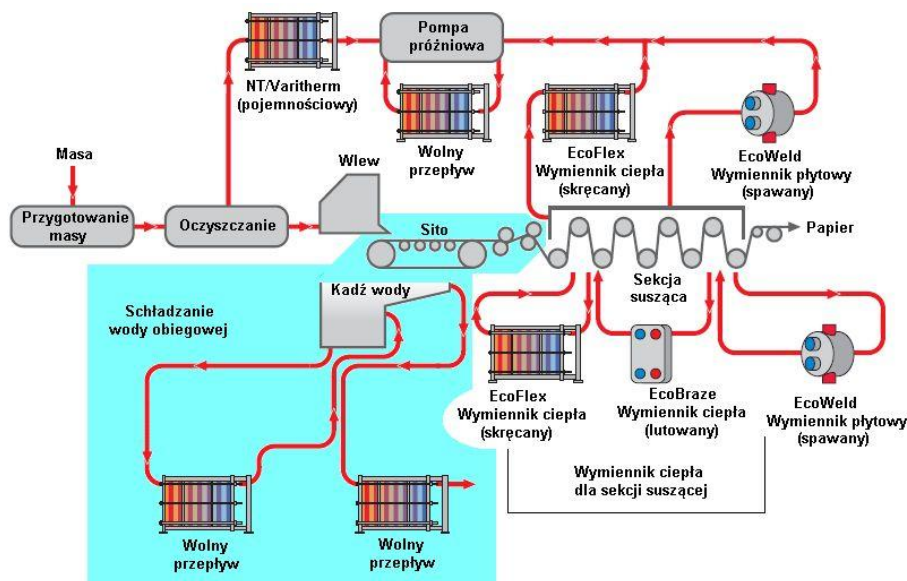
## **2. Chłodzenie wód obiegowych i ścieków**

Klasyczny schemat wytwarzania masy celulozowej i papieru charakteryzują z góry zdefiniowane etapy ich produkcji. Jednakże produkcja ta staje się coraz bardziej wyspecjalizowana. Większość obiektów wymaga stosowania specjalistycznych, przeznaczonych wyłącznie dla nich rozwiązań i materiałów. W papiernictwie wiele procesów wymaga dostarczenia ciepła, które nie jest w pełni wykorzystane. Znane i stosowane od lat systemy odzysku ciepła lub schładzania podlegają modyfikacjom, które czynią z nich nową technikę charakteryzującą się wyższą skutecznością.

### **Schładzanie wód obiegowych**

Jednym z nowych rozwiązań oferowanych producentom papieru są systemy płytowych wymienników ciepła instalowanych w obrębie wód obiegowych (np. rozwiązanie GEA PHE Systems [4]). System schładzania wód obiegowych (Rys. 1) umożliwia obniżenie ich

temperatury do poziomu właściwego dla zastosowanej technologii produkcji papieru oraz wymagań BHP.



Rys. 1. Przykłady zastosowania płytowych wymienników ciepła do chłodzenia wód obiegowych wg GEA PHE Systems

Zastosowanie wymienników ciepła do schładzania wód obiegowych zapewnia utrzymanie ich temperatury na odpowiednim, stabilnym poziomie. Ogrzana woda chłodząca może zostać wykorzystana w układzie technologicznym lub cieplnym maszyny papierniczej.

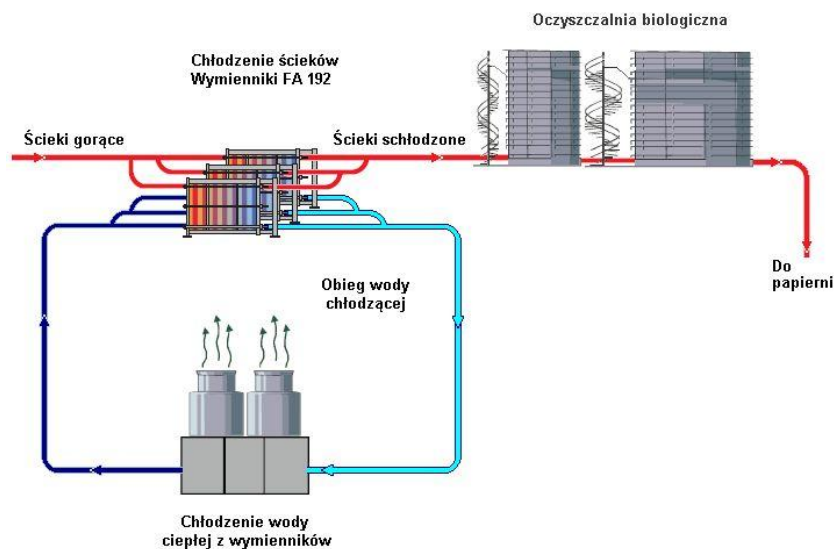
### Schładzanie ścieków

Płytowy system schładzania ścieków pochodzących z produkcji papieru z masy makulaturowej został zaprojektowany i zainstalowany w papierni w Palm - Rys. 2 [4]. Jest to system, w którym ścieki schładzane są w przeciwnym kierunku do strumienia wody chłodzącej. System ten zastąpił tradycyjny system chłodni wentylatorowej, który obecnie wykorzystywany jest do schładzania wody chłodzącej doprowadzanej do wymienników.

Ścieki z produkcji, poddawane oczyszczaniu biologicznemu, schładza się do temperatury 35°C - temperatura ścieków dopływających do wymienników 43°C. Chłodzenie prowadzone jest w trzech przepływowych wymiennikach płytowych typu FA 192 (GEA Ecoflex GmbH). Jednostki te zostały zaprojektowane dla dużych przepływów objętościowych mediów lepkich, ich konstrukcja umożliwia przepływ zawieszin - są odporne na ścieranie. Do wymienników doprowadzana jest recykulowana woda chłodząca. W wyniku schładzania ścieków woda ta

ogrzewa się do temperatury 38°C (z początkowej 28°C). Ilość podawanej wody chłodzącej jest sterowana komputerowo i zależy od warunków klimatycznych. Dla schłodzenia 700 m<sup>3</sup>/h ścieków zużywa się do 800 m<sup>3</sup>/h wody chłodzącej.

System chłodzenia umożliwia przełączenie kierunku przepływu ścieków, ma to na celu wypłukanie z wymienników ewentualnych osadów.



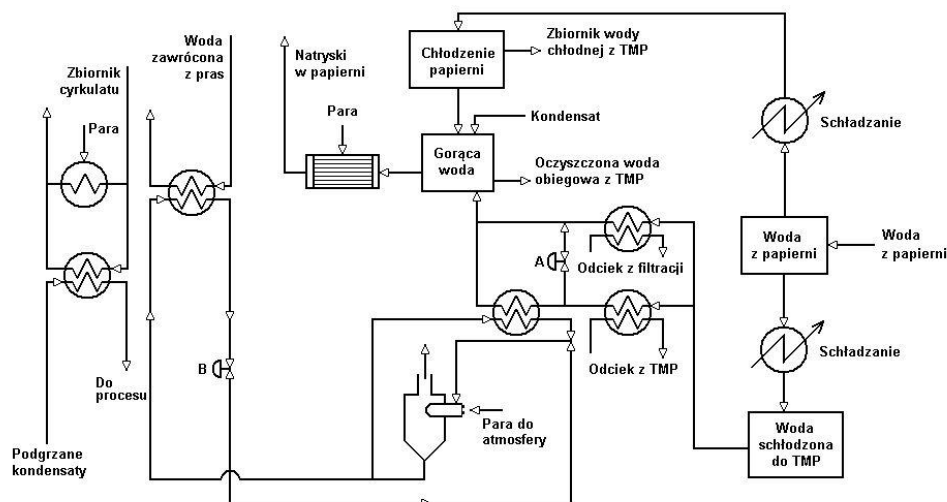
Rys. 2. Schemat schładzania ścieków papierniczych

Zastosowanie nowego rozwiązania pozwoliło na zmniejszenie ilości wody świeżej stosowanej do schładzania ścieków oraz ustabilizowanie temperatury ścieków kierowanych do komór biologicznych, dzięki czemu uzyskano stabilizację pracy oczyszczalni.

### Zintegrowany systemy zagospodarowania ciepła

Zintegrowany system gospodarowania ciepłem został wdrożony w papierni produkującej papier gazetowy z masy TMP [5]. Papiernia wykorzystywała systemy podgrzewania wody technologicznej, z których odpływy kierowane były do kanału. W 2004r. wykonano modernizację - wg schematu z Rys. 3 , której celem było ustabilizowanie temperatury wody technologicznej, odzysk ciepła oraz ustabilizowanie na właściwym poziomie temperatury odprowadzanych z papierni ścieków.

Dzięki wykonaniu modernizacji obiegu wykorzystano energię cieplną niesioną w wodzie obiegowej papierni oraz energię cieplną zmagazynowaną w zbiorniku cyrkulacyjnym wody ciepłej.

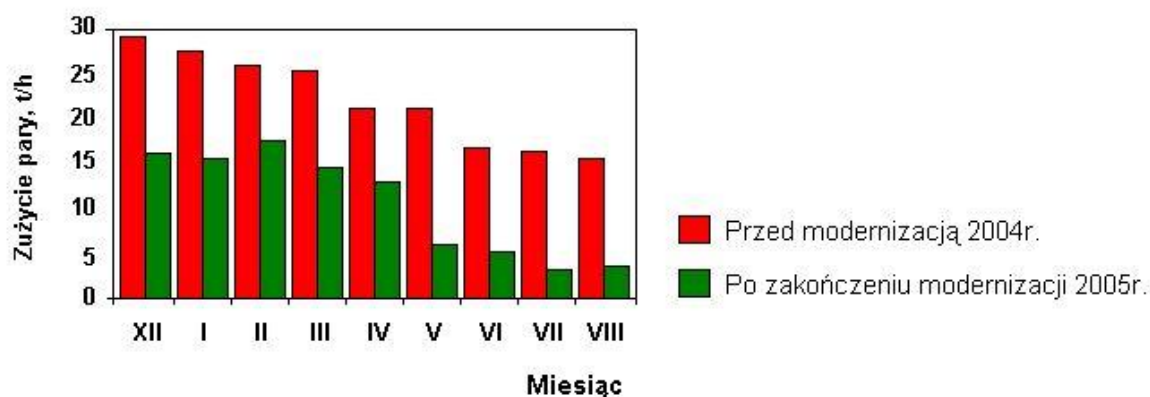


Rys. 3. Zintegrowany system chłodzenia wód w papierni wytwarzającej papier gazetowy z masy TMP

Podczas realizacji projektu natknięto się na problemy wywołane obecnością w wodach żywic, pochodzących z przerabianego w wytwórni masy TMP drewna sosnowego oraz zawiesiny włókien i wypełniaczy obecnych w wodzie obiegowej. Zanieczyszczenia te powodowały odkładanie na ściankach wymienników osadów. Zastosowana chemizacja procesu (koagulacja) oraz filtracja i flotacja DAF umożliwiły usunięcie powyższej niedogodności.

Wykonana modernizacja papierni pozwoliła na zmniejszenie, w ciągu ok. 9 miesięcy, zużycia pary technologicznej o około 0,9 GJ/tonę papieru. Ustabilizowała się również temperatura ścieków, na poziomie właściwym dla ich oczyszczania.

Porównanie zużycia pary w okresie grudzień - sierpień 2004 tj. przed modernizacją i dla tych samych miesięcy 2005 - okres po zakończeniu modernizacji przedstawia rys. 4 [5].



Rys. 4. Porównanie zużycia pary w okresie przed i po zrealizowaniu modernizacji

### **3. Efekty wynikające z zastosowania systemów chłodzenia wód obiegowych i ścieków**

Zastosowanie systemów chłodzenia lub wymiany ciepła wód obiegowych i ścieków może przynieść wymierne efekty ekologiczne dla środowiska i ekonomiczne dla papierni.

Do efektów tych należą:

- stabilizacja temperatury strumienia wody lub ścieków,
- poprawa bilansu energetycznego papierni dzięki odzyskowi ciepła,
- stabilizacja procesu biologicznego oczyszczania ścieków i uzyskanie wyższych redukcji zanieczyszczeń,
- ograniczenie niekorzystnych efektów związanych ze wzrostem temperatury w otoczeniu maszyny papierniczej.

### **4. Podsumowanie**

Wdrażanie w papierniach technik zmierzających do osiągnięcia właściwej, zoptymalizowanej gospodarki ciepłem wpływają na: utrzymanie właściwych warunków pracy obsługi maszyny, odzysk ciepła, zapewnienie właściwej temperatury oczyszczanych ścieków. W zależności od przyjętych systemów gospodarowania ciepłem widoczne są następujące efekty:

1. Wraz ze wzrostem temperatury masy poprawia się odwadnialność wstęgi papieru, istotnemu pogorszeniu ulegają jednak inne parametry i elementy procesu produkcyjnego. W konsekwencji pogorszenia warunków pracy w otoczeniu maszyny papierniczej mogą wystąpić trudności z prowadzeniem prawidłowego nadzoru procesu wytwórczego. Dzięki schłodzeniu wód obiegowych zapewnia się właściwe warunki pracy obsługi, odzysk ciepła, dostosowanie temperatury nadmiaru wód obiegowych do wymagań biologicznego oczyszczania ścieków.
2. Wprowadzenie odpornego na zakłócenia systemu schładzania ścieków, opartego na wymiennikach płytowych, wpływa, bez względu na wielkość strumienia, na stabilizację temperatury ścieków oraz obniżenie zużycia chłodzącej wody świeżej:
  - temperatura schłodzonych ścieków podawanych do oczyszczalni biologicznej może zostać ustabilizowana na poziomie ok. 35°C,
  - zmniejszeniu ulega zużycie wody świeżej stosowanej do chłodzenia ścieków.



3. Zastosowanie zintegrowanego systemu gospodarowania energią ciepłą w papierni produkującej masę TMP i papier gazetowy (wytwórnia zintegrowana) [5] umożliwiło ograniczenie kosztów zużycia energii cieplnej oraz przyczyniło się do redukcji zużycia wody i surowców:

- uzyskano zmniejszenie zużycia pary na poziomie 0,9 GJ/t papieru,
- odzyskiwanie wszystkich filtratów z prasy i wykorzystanie ich w papierni pozwoliło na zmniejszenie zużycia wody świeżej,
- filtracja i flotacja wód pozwoliła na odzysk włókna,
- odpowiednia temperatura ścieków kierowanych do oczyszczalni biologicznej przyczyniła się do stabilizacji pracy oczyszczalni i poprawy skuteczności oczyszczania.

## 5. Źródła informacji

1. „Zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń (IPPC). Dokument referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle celulozowo-papierniczym”, Sevilla, grudzień 2001.
2. Szwarcsztajn E. i in.: „Konsolidacja i wykończanie wstęgi papieru”, (praca zbiorowa), WNT, 1983. Leszczyński Cz.: „Wzrost temperatury wody obiegowej”, Rozdział: 2.4.1.3.
3. Materiały informacyjne firmy: GEA PHE Systems Poland „Palm paper factory in Eltmann: Free Flow plate heat exchangers by GEA Ecoflex provide reliable process water cooling”, [http://www.gea-phe.com/poland/themes/nawosci-i-informacje/wydarzenia/wydarzenia/?tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=24&cHash=76118eeabc](http://www.gea-phe.com/poland/themes/nawosci-i-informacje/wydarzenia/wydarzenia/?tx_ttnews[tt_news]=24&cHash=76118eeabc)
4. Materiały informacyjne firmy: GEA Ecoflex GmbH, Karl-Schiller-Str. 1-3, 31157 Sarstedt, Germany, [www.gea-phe.com](http://www.gea-phe.com)
5. Wearing J., Pierson K.: „White-water strategies for integrated TMP newsprint mills - Implementation of a comprehensive system for energy and water conservation At Alberta Newsprint”, Pulp & Paper Kanada, 108:4, 48-51, (2007).