

Wybrane elementy procesu modernizacji komina żelbetowego w Elektrowni Ostrołęka

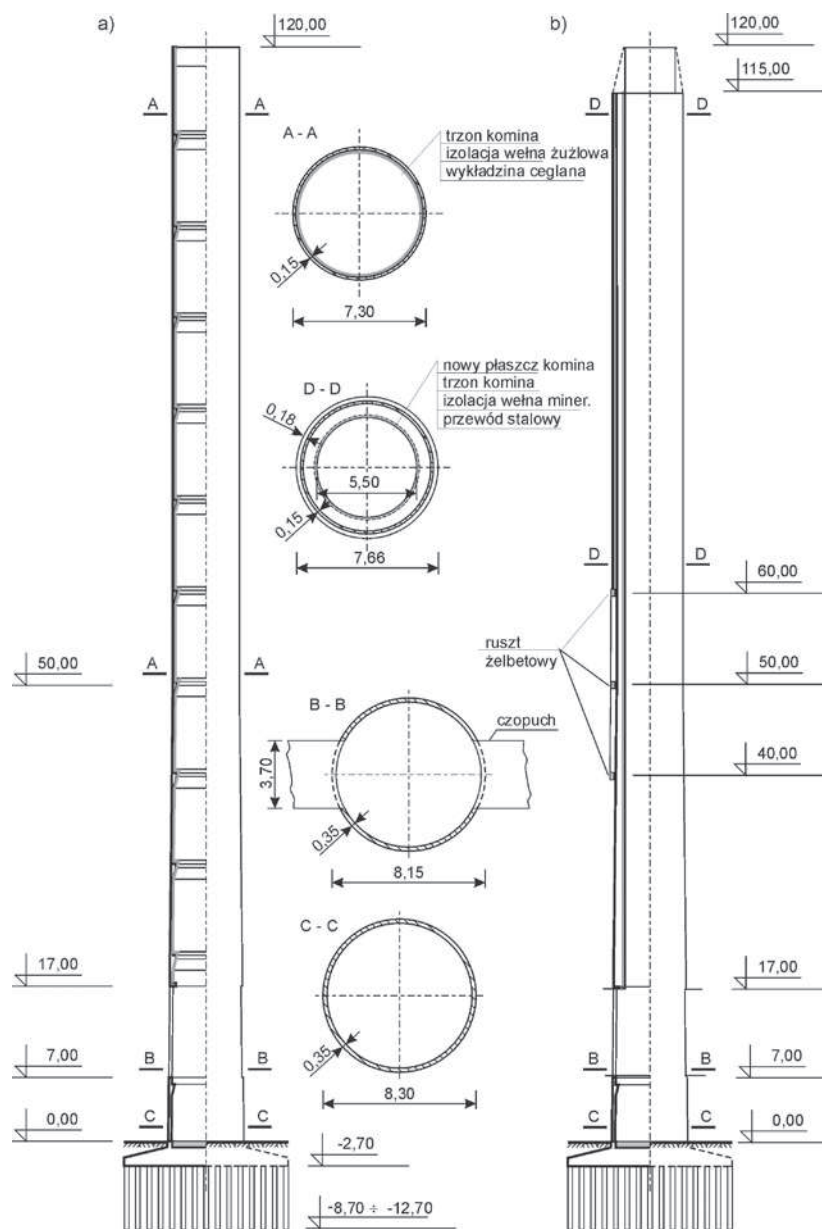
Mgr inż. Leszek Hawro, SAVEX, Zgorzelec, prof. dr hab. inż. Piotr Konderla, prof. dr hab. inż. Ryszard Kutylowski, Politechnika Wroclawska

1. Wprowadzenie

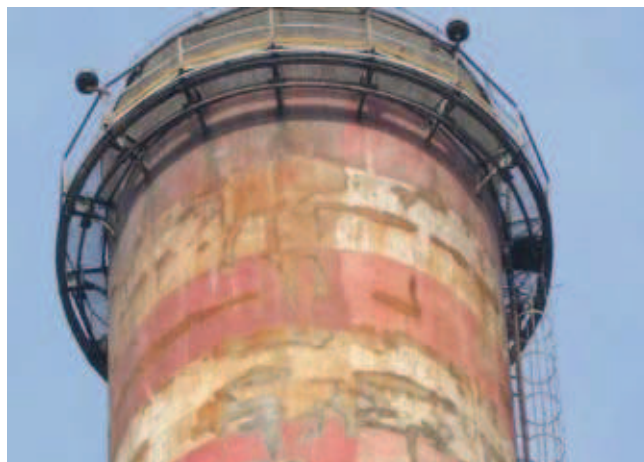
Przedmiotowy komin żelbetowy o wysokości 120 m znajduje się na terenie Elektrowni Ostrołęka. Wybudowany został w latach 1968–1970, a jego konstrukcja jest typowa dla okresu, w którym powstał. Na rysunku 1a przedstawiono konstrukcję komina w wersji projektowej. W niniejszej pracy szczegółowo omówiono wstępny proces analityczny prowadzący do wyboru technologii prac wykonawczych, oraz omówiono ich realizację. Główne elementy technologii modernizacji komina oraz problemy związane z posadowieniem komina przedstawiono na poprzedniej Konferencji [1]. Zasadnicze prace wykonawcze miały miejsce już po opublikowaniu [1], w związku z tym przedstawione są one w niniejszym artykule.

2. Omówienie procesu przygotowań do remontu komina

Komin po 40 latach eksploatacji był zdegradowany. W czasie jego eksploatacji wykonywane były jedynie drobne prace naprawcze. W ostatnich latach, w szczególności w górnej części komina zaobserwowano szybko postępujący proces degradacji i występowanie dość znacznych uszkodzeń trzonu komina. Najbardziej prawdopodobnym powodem tych niekorzystnych zjawisk były błędne decyzje inwestycyjne. Zre-



Rys. 1. Schemat konstrukcji komina (a) przed modernizacją, (b) po modernizacji



Rys. 2. Górna część komina przed modernizacją

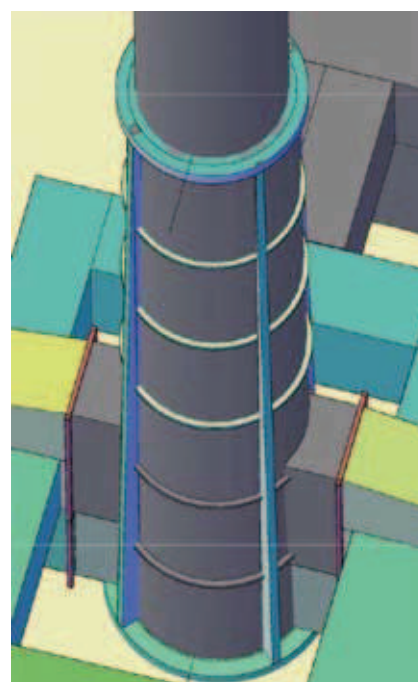
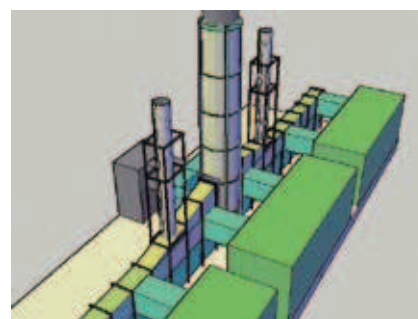
alizowana w roku 2000 instalacja odsiarczania spalin, wraz z nowym kominem wybudowanym w sąsiedztwie przedmiotowego komina, miała wydajność pozwalającą na odsiarczenie 67% produkowanych spalin. Tak więc w nowych warunkach pracy analizowany komin odprowadzał zaledwie 33% nominalnej ilości spalin. To było przyczyną znacznego spadku temperatury spalin i skraplania się wewnątrz komina, co z kolei uruchomiło proces przyspieszonej degradacji wymurówki, a w następnej kolejności materiału żelbetowego trzonu komina, szczególnie w jego górnej części.

W 2006 roku wykonany został przegląd stanu technicznego komina. Stwierdzono wysoką zawartość siarczanów w betonie komina i w wymurówce oraz uszkodzenie betonu komina, w szczególności od strony wewnętrznej. Na podstawie tej oceny stanu technicznego, w 2008 roku opracowano projekt remontu komina. Zakładał on przede wszystkim usunięcie wymurówki i montaż stalowego przewodu kominowego wewnątrz trzonu żelbetowego.

Do podjęcia prac remontowych nie doszło, ponieważ podczas wstępnych prac remontowych stwierdzono znaczną destrukcję trzonu komina od strony zewnętrznej, w szczególności powyżej poziomu +80 m, którego renowacji projekt nie przewidywał. W związku z tym wykonana została dodatkowa ekspertyza [2], we wnioskach której potwierdzono występo-

wanie dużych ubytków powierzchniowych wykładziny ceglanej komina oraz znaczną degradację trzonu komina w jego górnej części. W ekspertyzie stwierdzono, że remont kapitalny komina nie jest uzasadniony ani ze względów technicznych, ani ekonomicznych, gdyż w dłuższym horyzoncie czasowym nie zapewni on ani trwałości, ani niezawodności konstrukcji komina. Z uwagi na postępujący proces degradacji komina zalecono podjęcie w ciągu 2 lat decyzji wyburzenia komina i w jego miejsce wybudowania nowego. Na czas budowy proponowano wybudowanie komina tymczasowego (możliwe było wybudowanie jego w odległości 100 m od istniejącego komina). Ze względów technicznych i ekonomicznych takie rozwiązanie nie było możliwe do zaakceptowania przez kierownictwo Elektrowni. Wobec tego zdecydowano o poszukiwaniu rozwiązania technicznie niekonwencjonalnego, spełniającego postawione założenia, a jednocześnie ekonomicznie konkurencyjnego z rozwiązaniami tradycyjnymi, z zachowaniem 4-miesięcznego okresu odstawienia komina na czas remontu kapitalnego bloku nr 2.

Z początkiem roku 2009 podjęto odpowiednie kroki mające na celu wypracowanie racjonalnego sposobu remontu komina umożliwiającego dalszą jego wieloletnią eksploatację przy założeniu, że okres wyłączenia komina z eksploatacji w trakcie tej operacji będzie możliwie krót-



Rys. 3. Pierwsza koncepcja rewitalizacji komina

ki. Działania były dwutorowe: z jednej strony prowadzono poszukiwania efektywnej technologii remontu, a z drugiej wykonana została kompleksowa ocena stanu technicznego komina [3].

W kwietniu 2009 roku przedsiębiorstwo Savex zaproponowało nietypową koncepcję remontu będącego w istocie rzeczy modernizacją kominą (rys. 3). Zaproponowano wzmocnienie dolnego odcinka trzonu kominą rusztem, a powyżej poziomu +50 m do pełnej wysokości kominą przewidziano wykonanie w ślizgu nowego płaszczka zewnętrznego kominą. Całość nowych elementów konstrukcyjnych, z uwagi na znaczny ciężar własny, proponowano podprzeć na niezależnym fundamencie. Na czas modernizacji kominą od strony wewnętrznej przewidywano zainstalowanie dwóch tymczasowych stalowych kominów stanowiących bypassy dla odprowadzenia spalin. Zaproponowana koncepcja wyeliminowałaby konieczność naprawy zdegradowanego i niespełniającego swej roli górnego odcinka trzonu kominą. Nowy płaszcz dawałby rękojmię wieloletniej beznakładowej eksploatacji. Ponadto, jeśli okazałoby się, że dolna część kominą jest jednak w złym stanie to zaproponowany ruszt stanowiłby dobry sposób wzmocnienia tej części kominą. Należy dodać, że koncepcja wzmocnienia układem żeber pewnych obszarów chłodni kominowych była z powodzeniem wielokrotnie stosowana, między innymi w Elektrowni Turów, Elektrowni Adamów i Hucie Miedzi „Głogów”.

W ramach ekspertyzy [3] dokonano wstępnej oceny powyższej koncepcji modernizacji kominą oraz przeprowadzono analizę możliwości wykonania robót tym sposobem, z uwzględnieniem spełnienia kryterium bezpieczeństwa konstrukcji w trakcie wykonywania robót, jak również w okresie eksploatacji. Wykonano bardzo dokładne badania materiałowe, gruntowe, geodezyjne, fotogrametryczne i termowizyjne. Przeprowadzono obliczenia dla różnych wariantów konstrukcji wzmocnienia w fazie wykonywania robót i w fazie eksploatacji. Analizowano bardzo szczegółowo nośność fundamentu palowego. Sprawdzano nośność konstrukcji trzonu kominą w dolnej części.

Analizy trwały do końca 2009 roku, kiedy to podjęto ostateczną decyzję odnośnie sposobu modernizacji kominą w taki sposób, aby mógł on być bezpiecznie eksploatowany przez wiele kolejnych lat. Wstępna koncepcja naszkicowana powyżej była stopniowo modyfikowana osiągnięciem swoją końcową realizacyjną wersję opisaną w punkcie 3.

3. Koncepcja realizacyjna modernizacji kominą

Na prace modernizacyjne kominą przyjęte w projekcie i następnie zrealizowane składały się następujące działania [1] (rys. 1b):

- 1) Wykonanie rusztu podpierającego złożonego z trzech obwodowych żeber połączonych ośmioma żebrami wzdłuż tworzących na obwodzie płaszczka kominą. Ruszt znajduje się pomiędzy poziomami od +40 m do +60 m ponad poziom terenu.
- 2) Wykonanie nowego płaszczka grubości 18 cm od poziomu +60m do poziomu +115 m. Nowy płaszcz od strony połączenia ze starym płaszczem ma kasetony o wymiarach 0,9 x 0,9 m o grubości 5 cm rozmieszczone co 1,2 m wypełnione lekkim materiałem o nazwie Foamglass. Nowy i stary płaszcz kominą są punktowo połączone w obszarach styku za pomocą sztywnych stalowych łączników.
- 3) Usunięcie górnego fragmentu trzonu kominą powyżej poziomu +115 m.
- 4) Wyburzenie stropu na poziomie +7,0 m oraz wykucie prostokątnego otworu w trzonie kominą na poziomie terenu (o wymiarach 3,0 x 6,0 m), co umożliwi swobodny transport materiałów z i do wnętrza kominą. Wymiary otworu zdeterminowane były wymiarami carg stalowego wkładu kominowego.
- 5) Demontaż wymurówki ceglanej i izolacji z wełny żuźlowej.
- 6) Oczyszczanie powierzchni wewnętrznej trzonu kominą, usunięcie luźnych i zdegradowanych fragmentów betonu oraz neutralizacja powierzchni. Założono, że w trakcie oczyszczania obu powierzchni trzonu

kominą usunięte będzie 25% masy trzonu od poziomu +50 m do poziomu +115 m. Odpowiada to usunięciu 1,5 cm grubości płaszczka od zewnątrz i 2,25 cm od wewnątrz.

7) Wykonanie urządzeń umożliwiających montaż nowego przewodu kominowego, a następnie wykonanie nowego stalowego przewodu kominowego wraz z jego zaizolowaniem.

Przedstawiona koncepcja spełniała podstawowe kryterium ekonomiczne, które zakładało, że kominą będzie wyłączony z eksploatacji nie dłużej niż 4 miesiące. Ponadto analizując możliwe do zastosowania warianty modernizacji kominą, główny nacisk kładziono na bezpieczeństwo konstrukcji na każdym etapie prac. Wybrano wariant możliwie najbezpieczniejszy. Jedynie w okresie nieprzekraczającym trzech miesięcy realizacji modernizacji kominą był przeciążony, przy czym w okresie nieco ponad jednego miesiąca (betonowanie w ślizgu nowego płaszczka) całkowity ciężar własny konstrukcji zwiększył się o około 30% w stosunku do obciążenia sprzed remontu. Analizując stan bezpieczeństwa w krótkim 6-miesięcznym okresie czasu norma dopuszcza redukcję obciążenia wiatrem o 30%, czego wynikiem był fakt, że teoretycznie całkowite obliczeniowe obciążenie fundamentu nie uległo zmianie.

W trakcie betonowania nowego płaszczka monitorowano osiadanie gruntu. Wzrosło ono równomiernie o 1 mm (od roku 1990 pomierzone osiadania były rzędu 4,5 mm [3]). Warto podkreślić jest to, że po zakończeniu prac modernizacyjnych całkowite pionowe obciążenie kominą jest minimalnie mniejsze od obciążenia sprzed modernizacji.

4. Realizacja robót remontowych i modernizacyjnych

Prace remontowe i modernizacyjne były wykonane w okresie od stycznia 2010 roku do grudnia 2010 roku. Generalnym wykonawcą robót była firma Savex, a jego najważniejszy



Rys. 4. Zbrojenie środkowego żebra pierścieniowego i zbrojenie pełnej części nowego płaszcza

mi podwykonawcami byli: Gleitbau GmbH, Salzburg, Austria (dostarczenie i obsługa urządzenia ślizgowego), Izomar-Pomorze Sp. z o.o. Toruń oraz Bis Izomar Sp. z o.o. Warszawa (dokumentacja techniczna i wykonanie wkładu stalowego komina wraz z jego zabezpieczeniem antykorozyjnym), MB-Projekt oraz BB-System Lubin (technologia i wykonanie urządzeń montażu wkładu stalowego), Sika Poland Sp. z o.o. Warszawa (dostawa materiałów, opracowanie receptur materiałów specjalnych oraz technologii napraw). W trakcie prac koncepcyjnych, projektowych i wykonawczych sprawowany był nadzór naukowy przez Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej. Prace realizowano zgodnie z wcześniej szczegółowo opracowanym harmonogramem. Celem nadrzędnym

przy opracowaniu harmonogramu była konieczność takiego planowania robót, aby nie przekroczyć warunku czteromiesięcznego okresu wyłączenia komina z eksploatacji, co zmuszało do stosowania nietypowych rozwiązań. Prace remontowe na płaszczu zewnętrznym, wykonanie żeber oraz nowego płaszcza zewnętrznego zostały przeprowadzone na czynnym kominie. Wyłączenie komina z eksploatacji nastąpiło w okresie od końca lipca do końca listopada 2010 roku. W tym czasie wykonano następujące prace wewnątrz komina: skrócenie komina, zdjęcie wymurówki i izolacji, oczyszczenie i zabezpieczenie powierzchni wewnętrznej oraz montaż nowego stalowego przewodu kominowego. Poniżej przedstawiono wybrane etapy prac remontowych i modernizacyjnych ilustrując to odpowiednimi

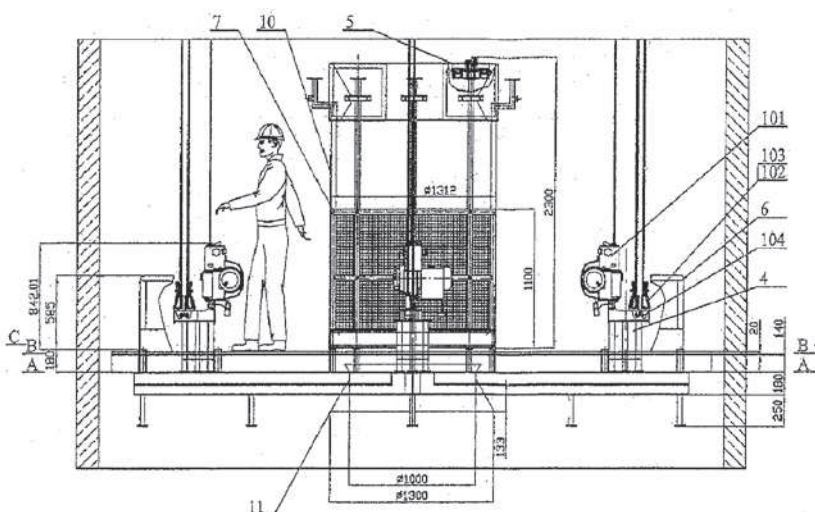
zdjęciami. Na rysunku 4 przedstawiono sposób zbrojenia żeber i zbrojenie początkowej pełnej części nowego płaszcza, na rysunku 5 układ wykonanych pionowych i pierścieniowych żeber, a na rysunku 6 pokazano komin podczas wykonywania betonowania w ślizgu. Na rysunkach 7 i 8 pokazano schemat wiszącego podestu oraz zdjęcia szczegółów betonowania w ślizgu. Po zakończeniu betonowania i usunięciu wymurówki przystąpiono do montażu stalowego przewodu kominowego. Poszczególne cangi wprowadzane były do wnętrza komina przez otwór w płaszczu komina, a następnie obracane (rys. 9), podciągane i spawane z pozostałą częścią, a następnie całość była systematycznie podciągana do góry. Na rysunku 10 pokazano cały komin oraz poszczególne jego fragmenty po modernizacji.



Rys. 5. Fragment wykonanych żeber



Rys. 6. Betonowanie w ślizgu



Rys. 7. Schemat pomostu ślizgowego oraz zbliżenie na element siłownika



Rys. 8. Foamglas i łączniki mocowane



Rys. 9. Montaż carg na starym płaszczu komina (wprowadzanie do wnętrza komina i podciąganie)



5. Podsumowanie

W pracy opisano cały przebieg procesu modernizacji komina począwszy od momentu stwierdzenia konieczności wykonania odpowiednich prac, aby komin mógł być eksploatowany w dłuższym okresie czasu, poprzez cały złożony proces opracowywania sposobu modernizacji bazując na analizie jego stanu technicznego, aż po wykonanie projektu i wreszcie wykonanie modernizacji komina. Należy bardzo wyraźnie podkreślić, że przede wszystkim ze względu na ograniczenia czasowe związane z możliwością wyłączenia z eksploatacji komina tylko na cztery miesiące, technologia modernizacji musiała być specjalnie opracowana. Pomysł modernizacji poprzez budowę nowego płaszcza na zdegradowanej części komina został zgłoszony do Urzędu Patentowego. Podsumowując należy stwierdzić, że oryginalna technologia została z powodzeniem zastosowana w praktyce i komin zgodnie z planem po czterech miesiącach został ponownie włączony do eksploatacji w końcu listopada 2010 roku. Do dziś funkcjonuje on w sposób prawidłowy i bezawaryjny. Koszty, jakie trzeba było ponieść na remont i modernizację komina były znacznie niższe od kosztów, jakie trzeba by ponieść przy wyburzeniu istniejącego i wybudowaniu no-



Rys. 10. Komin po modernizacji

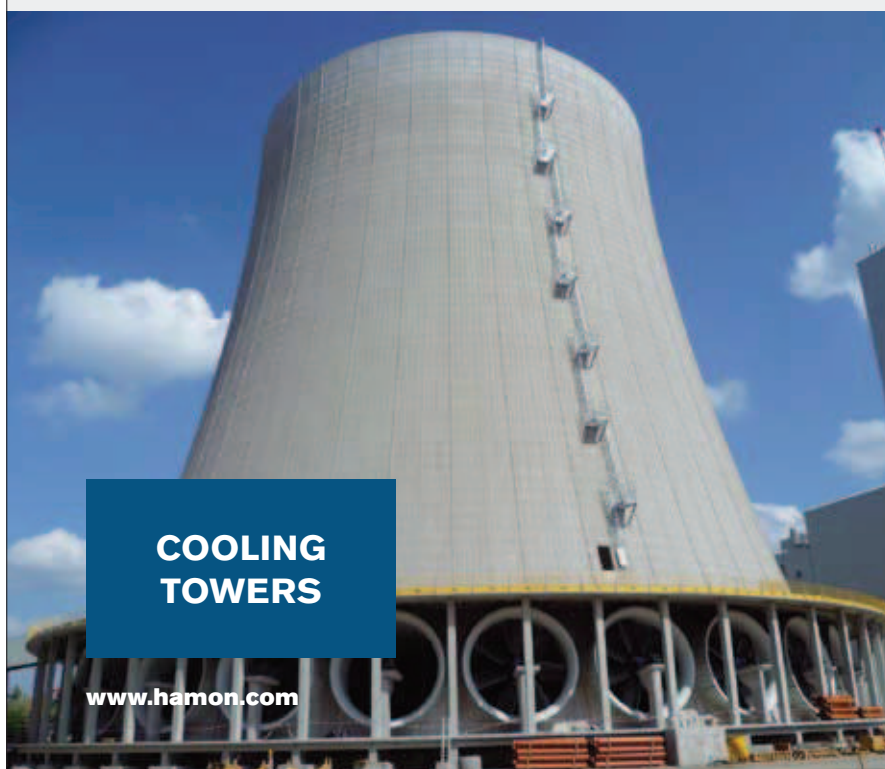
wego komin. W takim przypadku należałoby wybudować komin tymczasowy, gdyż w przeciwnym razie do rachunku ekonomicznego należałoby doliczyć straty wynikłe z wyłączenia komin z eksploatacji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hawro L., Konderla P., Kutylowski R., Modernizacja komin żelbetowych w Elektrowni Ostrołęka. Przegląd Budowlany nr 5/2010, s. 58–62
 [2] Ekspertyza stanu technicznego komin żelbetowych h=120 m El. B Zespołu

Elektrowni Ostrołęka S.A. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa, listopad 2008
 [3] Badania konstrukcji żelbetowego komin h=120 m w ENERGA Elektrownia Ostrołęka S.A., Raport serii SPR nr 6/2009 Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, maj 2009

Hamon Thermal



COOLING
TOWERS

www.hamon.com

Hamon is a multinational Group with over 100 years experience in the design and supply of cooling technologies to the power industry, as well as other energy intensive sectors. Hamon engineers, manufactures, delivers and erects all cooling towers types for power and industry.

Be smart, select Hamon

HAMON THERMAL GERMANY GmbH
 Alte Wittener Strasse 30, 44803 Bochum
 Postfach 10 11 06, 44711 Bochum
 Tel +49 234 93550
 info@hamon.de

HAMON THERMAL EUROPE
 Axisparc - Rue Emile Francqui, 2
 1435 Mont-St-Guibert
 Tel +32 10 39 05 00
 info.hteb@hamon.com

Integrated
solutions
for a clean
environment

