

## Monitoring emisji spalin w praktyce

### Instalacja przepływomierzy w „Elektrociepłowni Wybrzeże S.A.”

**Wcielony w życie system handlu uprawnieniami do emisji spalin (sprzedaż nadwyżek uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> zapoczątkowany z dniem 1 stycznia 2005 r. wraz z wejściem w życie dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu i Rady Europy) daje możliwość uzyskania przychodu dla firm zajmujących się produkcją energii elektrycznej. Aby jednak do tego doszło, zainteresowana spółka zobligowana jest, zgodnie z wymaganiami prawnymi w zakresie czystości powietrza, do ciągłego monitoringu emisji pyłowo-gazowych. Nieodzownym procesem monitoringu emisji jest pomiar przepływu spalin w kominach bądź kanałach.**

#### Słowem wstępu

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2004 r. – w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji w środowisku (Dz. U Nr 283, poz. 2842), nasz Klient – Elektrociepłowni Wybrzeże S.A. – zobowiązany jest do wykonywania ciągłych pomiarów emisji zanieczyszczeń.

Stały monitoring emisji zanieczyszczeń, prócz korzyści płynących z rozliczeń, jest także niezbędny do prowadzenia optymalizacji oraz regulacji procesów spalania i pracy elektrofiltrów oraz redukcji tlenków azotu. Typowy układ ciągłego monitoringu emisji spalin składa się z:

- analizatora mierzącego m.in.: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, parę wodną i inne,
- tlenomierza,
- pyłomierza do pomiaru stężeń pyłu,
- przepływomierza mierzącego strumień spalin,
- komputera systemowego z magistralą i analizą danych.

Jednym z elementów systemu monitoringu jest układ mierzący przepływ spalin wydostających się do atmosfery. Dotychczas, typowym rozwiązaniem stosowanym w układzie ciągłego monitoringu emisji spalin była obliczeniowa metoda wyznaczania strumienia objętości spalin lub stosowanie przepływomierzy ultradźwiękowych. Wraz z uzyskaniem przez przepływomierze MT91 firmy FCI certyfikatu QAL-1 (zgodność z normami EN 15267-1:2009, EN 15267-2:2009, EN 15267-3:2007 oraz EN 14181:2004), pojawiła się możliwość wykonywania pomiarów z lepszą dokładnością i powtarzalnością. W niektórych przypadkach zastosowanie przepływomierza MT91 pozwala na wykonanie pomiaru w miejscach, w których nie ma możliwości użycia innych urządzeń pomiarowych.

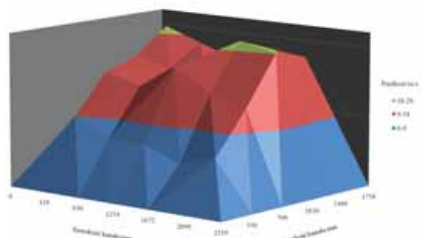
Pierwszą w Polsce firmą, która skorzystała z tej możliwości była spółka Elektrociepłowni Wybrzeże S.A. należąca do Grupy EDF Polska. Warty zanotowania jest fakt, iż jest to pierwsza w Europie instalacja ciągłego monitoringu spalin oparta o termiczne przepływomierze masowe.

#### Problem do rozwiązania

Mocno nieregularny profil przepływu, niestabilne prądy gazu oraz występujące cząstki stałe w kominach lub kanałach dolotowych do kominów mogą stanowić poważną przeszkodę dla przepływomierzy jednopunktowych oraz ultradźwiękowych. Bardzo często głównym problemem dla precyzyjnego pomiaru standardowym przepływomierzem są ograniczone odcinki proste, które jak wiemy są jednym z warunków wymaganych przy dokładnym pomiarze jednopunktowym. Rozpatrując kanały spalin lub kominy, których średnice przekraczają 3000 mm, wymagane odcinki proste stają się już tylko nieosiągalnym marzeniem.

Kolejnym utrudnieniem występującym podczas pomiaru spalin jest znaczne zapylenie. Pył transportowany wraz ze strumieniem spalin zatyka lub odkłada się bowiem na wszelkich elementach pomiarowych stanowiących dlań przeszkodę.

Wszystkie te niekorzystne warunki generowały brak wystarczającej dokładności pomiarowej oraz problemy z wykonywaniem pomiaru przy stosowaniu metody ultradźwiękowej (szczególnie przy minimalnym przepływie). Specjaliści z Elektrociepłowni Wybrzeże S.A. zdecydowali się więc poszukać lepszego rozwiązania. Podstawowymi celami stawianymi nowej instalacji pomiarowej, poza rozwiązaniem przytaczanych problemów, były: zmniejszenie ryzyka przekroczeń dopuszczalnej emisji, uzyskanie wyników emisji zanieczyszczeń on-line (przed modernizacją układu pomiarowego wyniki otrzymywane były najwcześniej po 24 godzinach – po wpro-



Profil prędkości w kanale spalinowym wyznaczony podczas badań testowych rurką Pitota

wadzeniu do systemu pomiarowego) oraz poprawienie skuteczności i dokładności prognoz emisyjnych przez otrzymanie wartości jednogodzinowych.

#### Z pomocą przyszły termiki

Rozpoczynając opracowywanie oferty, na każdym etapie prac projektowych, wraz ze wszystkimi niezbędnymi wyliczeniami, przedstawialiśmy koncepcję w postaci rysunku lub szkicu zabudowy przepływomierzy w istniejącym kanale bądź kominie. Chcieliśmy bowiem aby przedstawiciele naszego Klienta mieli od samego początku jasność co do poszczególnych elementów układu oraz zakresu koniecznych do wykonania prac.

W oparciu o analizę warunków w jakich prowadzony jest pomiar, przedstawiciele elektrociepłowni zdecydowali się na zakup przepływomierzy termicznych firmy FCI. Urządzenia miały być przeznaczone do pomiaru strumienia spalin na kominie E1 o średnicy wewnętrznej 5500 mm, kanałach dolotowych K7 (2510×3520mm), K9 (2465×3510mm), K10 lewym i prawym (oba 2510×1750mm) do komina E2 oraz dwóch przewodach spalinowych w kominie wieloprzewodowym – P3 i P4 o średnicach wewnętrznych 3400 mm.

Ilość czujników w każdym z punktów pomiarowych została wyznaczona w oparciu o program doboru oraz doświadczenie nasze i partnerów z FCI. Po wizji lokalnej stwierdzono, że w kominach zabudowane zostaną przepływomierze 6 punktowe (3 sondy z dwoma czujnikami), a w kanały zostaną wsunięte sondy 4 lub 3 punktowe tworząc przepływomierze 8 lub 12 punktowe. Większa ilość czujników zdecydowanie polepsza dokładność pomiarową, niweluje problemy związane z niewielkimi odcinkami prostymi oraz bardzo różnym profilem prędkości (w zależności od wielkości przepływu).

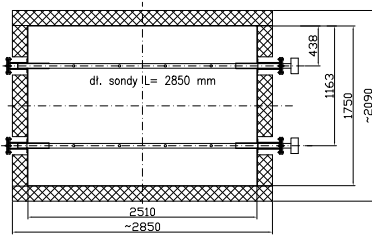
Największym wyzwaniem spośród wszystkich punktów pomiarowych okazały



Sonda 2,8 m

się dwa bliźniacze kanały o wymiarach 2510×1750mm, których całkowite odcinki proste nie przekraczały 3,5 m. Zastosowanie 8 punktowego przepływomierza (2 sondy z wbudowanymi 4 czujnikami pomiarowymi każda) umożliwiło pomiar, którego dokładność jest lepsza niż 3,8% + 0,5% zakresu.

### Kilka słów o montażu



Rozmieszczenie sond pomiarowych w kanale spalin o wymiarach 2510×1750mm

Aby układ pomiarowy osiągnął zakładaną dokładność, należało wykonać montaż sond pomiarowych ściśle według zaleceń. W tym celu niezbędnym staje się wykonanie dokumentacji technicznej. Na potrzeby montażu została więc przygotowana pełna dokumentacja zawierająca projekt zabudowy, przyłączy procesowych oraz projekt elektryczny. W przypadku montażu przepływomierzy w kominach betonowych, niezbędna jest ekspertyza techniczna obiektu, która została wykonana przez jedną z współpracujących z nami firm. Montaż mechaniczny oraz elektryczny zrealizowaliśmy również przy pomocy naszych sprawdzonych podwykonawców.

Sondy przepływomierzy termicznych MT91 zostały zabudowane za pomocą króćców montażowych z przyłączem kołnierzym. Obudowa sond skonstruowana na potrzeby projektu wykonana została z włókna szklanego. Zastosowanie włókna skutecznie zmniejsza bowiem podatność sond na korozję, która w niewielkiej odległości od kominu stanowi poważne zagrożenie dla metalowych skrzynek. W dogodnym dla pracowników miejscu, zainstalowana została rozłączna elektronika zbierająca sygnały z poszczególnych czujników (obsługa ułatwiona została dzięki dużemu wyświetlaczowi LCD). Układ został skonfigurowany tak, że wyjście analogowe 4-20 mA przesyła informację na temat wielkości przepływu do systemu nadrzędnego, a wyjścia przekaźnikowe informują obsługę o ewentualnej awarii któregośkolwiek z czujników.



Widok istniejącej instalacji w kanale spalinowym

### Korzyści z zastosowania MT91

Kluczową kwestią dla zastosowania urządzeń serii MT91 było posiadanie przez nie Certyfikatu TÜV zgodności z QAL-1, który umożliwia zastosowanie przepływomierzy przy rozliczaniu emisji i daje spółce możliwość sprzedaży nadwyżek uprawnień do emisji.

Równie ważne są możliwości przepływomierzy MT91. O najbardziej istotnych komplikacjach prowadzenia pomiarów w tego typu instalacjach już wspominałem. Innym, znaczącym problemem użycia ultradźwięków jest nieregularny rozkład temperatury w kanale bądź kominie. Wiemy, że systemy pomiarowe oparte o przepływomierze ultradźwiękowe dokonują pomiaru objętości przepływającego medium przy kompensacji temperaturowej zazwyczaj w jednym punkcie. Kompensacja w jednym punkcie nie reprezentuje jednak rozkładu temperatury w całym przekroju kanału bądź kominy, co generuje znaczące błędy pomiarowe. Rozwiązaniem jest metoda termiczna, w której każdy z czujników przepływomierzy wielopunktowych MT91 w rzeczywistości jest osobnym urządzeniem mierzącym objętość skompensowaną i temperaturę. Sygnały wyjściowe z każdego czujnika pomiarowego są przy tym automatycznie uśredniane, co zapewnia dokładny pomiar przepływającego medium.

Kolejnym atutem przemawiającym za pomiarem termicznym jest duża zakresowość, która wynosi aż do 100:1 oraz zdolność przepływomierzy MT91 do pomiaru medium o bardzo niskiej prędkości (od 0,08 Nm/s). Przewagą przepływomierzy termicznych MT91 nad innymi, pracującymi w wielu spółkach zajmujących się produkcją energii elektrycznej, jest także fakt, że w przypadku ewentualnej awarii któregośkolwiek z czujników, istnieje możliwość odłączenia go, nie powodując tym samym przerw w pomiarze. Co więcej, odłączenie uszkodzonego czujnika nie generuje dodatkowego błędu pomiarowego.

Dodatkowym, ważnym atutem termików jest konstrukcja sond, która zapewnia proces samoczyszczenia, co zapobiega oblepieniu czujników pomiarowych, nawet przy bardzo zapyłonym medium. Całkowicie zwilżane powierzchnie są skonstruowane ze stali nierdzewnej 316 lub Hastelloy C-276 (opcja w przypadku zwiększonej zawartości SO<sub>2</sub> w spalinach).



Czujnik pomiarowy po 6 miesięcznej, ciągłej pracy w kanale spalin

Zastosowanie przepływomierzy termicznych MT91 pozwoliło specjalistom Elektrociepłowni Wybrzeże S.A. na poprawienie skuteczności i dokładności prognoz emisyjnych oraz uzyskanie pełnej

zgodności w zakresie wyznaczania emisji (dane godzinowe, oparte o wartości rzeczywiste pomierzonego przepływu strumienia, a nie uśrednioną wartość z 24 godzin). Uzyskanie dostępu do wyników pomiarowych on-line (tym samym dostępu do jednogodzinnych pomiarów objętości strumienia spalin) zapewniło zgodność z obowiązującymi wymogami prawnymi.

### To dopiero początek?

Pierwsza instalacja MT91 w kanałach i kominach wyprowadzających spaliny była zarówno dla nas jak i dla Elektrociepłowni Wybrzeże S.A. swoistym przetarciem ścieżek w obszarze rozliczania emisji przy użyciu przepływomierzy termicznych. Zabudowane w kanałach spalinowych oraz kominach urządzenia pracują do tej pory bez jakichkolwiek zarzutów, co pozwala na stwierdzenie, że zarówno pod względem zakresowości jak i niezawodności, przepływomierze serii MT91 firmy FCI stają się liderem na rynku ciągłego monitoringu emisji spalin. Jako jedyne rozwiązanie bowiem, przepływomierz wielopunktowy serii MT91 dostarcza informacje o rzeczywistym rozkładzie prędkości i temperatury spalin w kanale lub kominie. Inne metody pomiaru po prostu nie są w stanie tego zapewnić.

Zakończona sukcesem inwestycja daje nam powody do dumy, a Klientowi możliwość sprawnego procesu monitorowania emisji spalin. Wkrótce powinniśmy rozpocząć realizację kolejnych układów tego typu, zwiększając tym samym potencjał polskich emitentów CO<sub>2</sub> na rynku uprawnień do emisji spalin.



Autor artykułu:  
Wojciech Misz

Absolwent Politechniki Śląska, Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii o specjalności Energetyka Procesowa i Ochrona Środowiska. W Introlu pracuje od marca 2008 na stanowisku projektanta. Do jego podstawowych zadań należy projektowanie przemysłowych układów pomiaru przepływu.

tel. 032/7890098  
e-mail: przeplywy@introl.pl