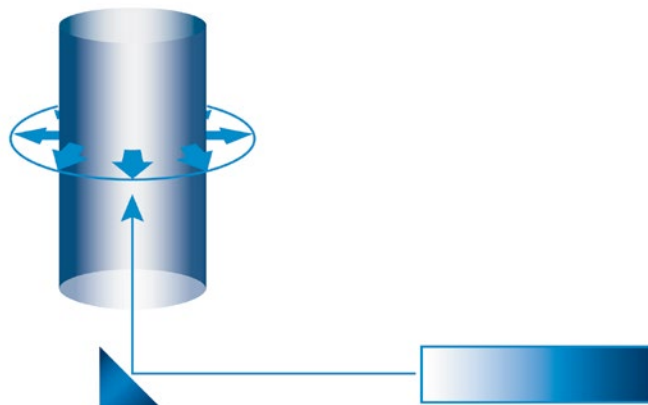


# Nowa technologia pomiaru mętności wody – przykład z UE

## Wprowadzenie

Ilość substancji nierozpuszczalnych obecnych w wodzie pitnej jest jednym z najważniejszych wskaźników jej jakości. Na mętność wody wpływa obecność mułu, piasku, bakterii, zarodników i osadów substancji chemicznych. Woda pitna o dużej mętności może być niesmaczna lub nawet niebezpieczna dla zdrowia. Spożycie nawet niewielkiej ilości określonych szczepów bakterii lub innych mikroorganizmów może spowodować poważne problemy zdrowotne. Aby woda pitna była wolna od tych zanieczyszczeń, kluczowe znaczenie ma regularne i precyzyjne przeprowadzanie pomiarów mętności.



Rysunek 1: Technika pomiarowa 360° x 90°

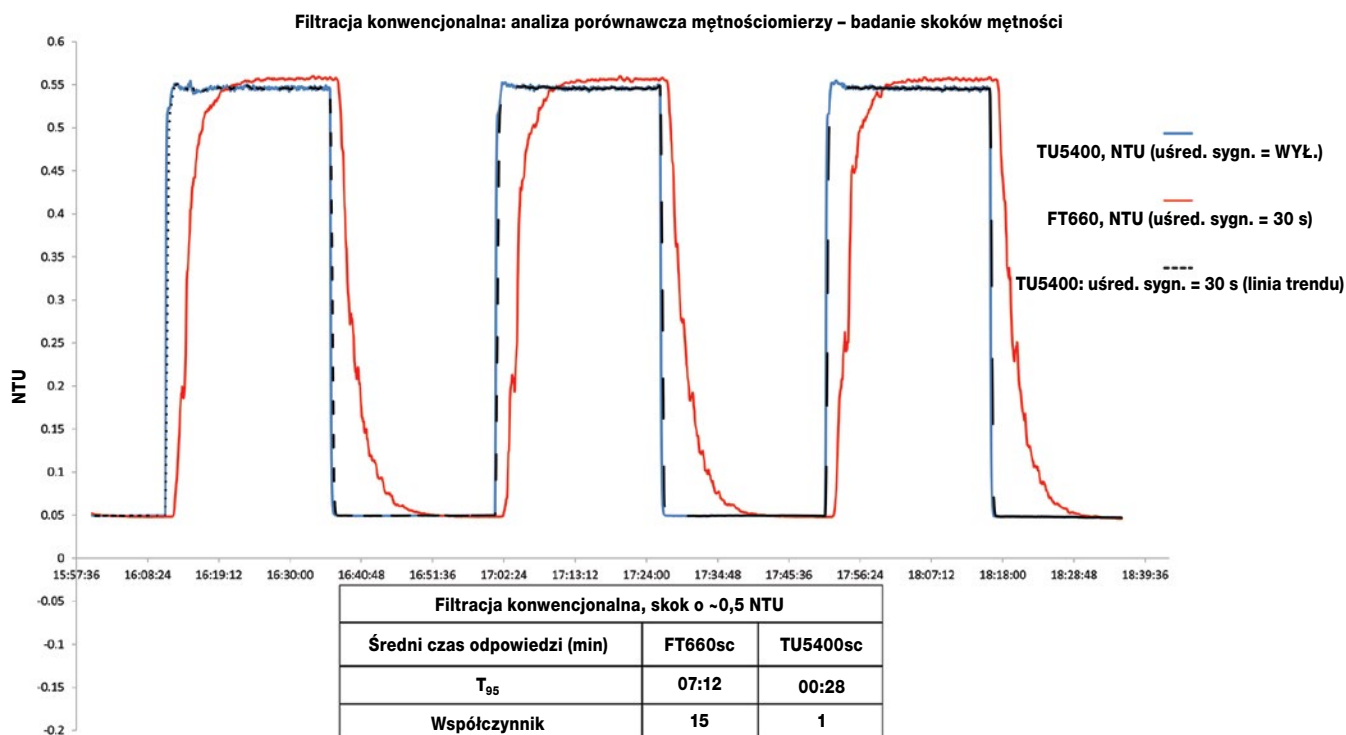
Określanie jakości wody pitnej na podstawie pomiaru mętności jest uznawane przez organizacje zajmujące się ochroną zdrowia i bezpieczeństwa publicznego na całym świecie. Dyrektywa Unii Europejskiej, dotycząca wody pitnej, wymienia mętność jako jeden z dziewięciu statycznych parametrów, które muszą być monitorowane w przypadku wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi<sup>1</sup>. Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (USEPA) wymaga monitorowania mętności we wszystkich instalacjach uzdatniania wody pitnej<sup>2</sup>. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca częste monitorowanie mętności wody w kilku punktach procesu uzdatniania<sup>3</sup>. Choć wymagania prawne różnią się w poszczególnych krajach, powszechnie uznaje się, że monitorowanie mętności wody jest jednym z najważniejszych elementów w procesie produkcji wody pitnej.

Mętność można mierzyć przy użyciu przyrządów online, laboratoryjnych lub przenośnych. Pomiar online umożliwia producentom wody pitnej stałe monitorowanie prawidłowego działania instalacji. Przyrządy laboratoryjne są często używane w celu zapewnienia zgodności z obowiązującymi przepisami dotyczącymi raportowania oraz do weryfikacji wyników uzyskanych z przyrządów procesowych. Obie platformy pomiarowe powinny zapewniać takie same, dokładne wyniki badań. Optymalny proces pomiaru mętności powinien być również szybki. Umożliwia to szybkie reagowanie w przypadku awarii filtrów lub innych zdarzeń mających wpływ na mętność wody.

<sup>1</sup> Dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca wody pitnej – Dyrektywa Rady 98/83/WE z 3 listopada 1998 roku dotycząca jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [1998] OJ L330.

<sup>2</sup> Agencja Ochrony Środowiska (2009) – Krajowe przepisy dotyczące wody pitnej (publikacja EPA nr 816-F-09-004) Rockville, MD: Agencja Ochrony Środowiska USA.

<sup>3</sup> Światowa Organizacja Zdrowia (2011) – Wytyczne dotyczące jakości wody pitnej, wyd. 4. Genewa, Szwajcaria.



Rysunek 2: porównanie czasu odpowiedzi dla mierników TU5400 i FT660 pod wpływem skokowego wzrostu zawartości formazyny do 0,5 FNU

## Nowa technologia

Firma Hach® opracowała nową technologię pomiaru mętności zapewniającą zgodność z opisanymi wymogami. Mętnościomierze serii TU5000 wykorzystują technikę pomiarową 360° x 90° (patrz Rysunek 1) umożliwiającą najszybsze wykonywanie pomiarów mętności z najwyższą możliwą dokładnością. Zamiast pomiaru pojedynczego odbicia wiązki światłnej pod kątem 90° nowe mętnościomierze rejestrują serię pomiarów wiązki odbitej pod kątem 90° w zakresie 360° wokół kuwety z badaną próbką wody. Rejestrowanie światła odbitego w pełnym okręgu wokół próbki znacząco zwiększa stosunek sygnału do szumu, co zapewnia większą dokładność pomiaru mętności, szczególnie w dolnym zakresie pomiarowym.

W mętnościomierzach serii TU5 używane są małe kuwety pomiarowe o pojemności 10 mL. Pozwala to skrócić czas przebywania próbek w analizatorach procesowych. Krótszy czas prowadzi z kolei do skrócenia czasu wykrywania zdarzeń, a zatem również i czasu reakcji. Zarówno w przyrządach procesowych, jak i laboratoryjnych stosowana jest ta sama technologia pomiarowa. Konstrukcja TU5 zapewnia najlepszą zgodność wyników otrzymanych jednocześnie z obu modeli. Zarówno przyrządy procesowe, jak i laboratoryjne wykorzystują także opcjonalny układ RFID ułatwiający niezawodne śledzenie próbek oraz porównywanie danych.

## Test odpowiedzi

Mętnościomierz procesowy TU5400 porównano z niezwykle czułym nefelometrem laserowym FT660 w celu określenia czasu odpowiedzi obu urządzeń na skokowe wzrosty mętności, jakie mogą występować np. w przypadku awarii filtra. Na wykresie przedstawionym na Rysunku 2 przedstawiono działanie obu procesowych mętnościomierzy w takiej aplikacji.

Do wpływającego do obu przyrządów strumienia wody oczyszczonej po filtrach dodano niezwykle dokładnie odmierzoną ilość wzorcowego roztworu formazyny. Dokładnie kontrolowano również szybkość przepływu wody przez obydwa przyrządy. Częstotliwość rejestrowania danych została ustawiona na 5 s.

Miernik TU5400 osiągnął wartość maksymalną po upływie 28 s, podczas gdy miernik FT660 stopniowo dochodził do wartości maksymalnej aż osiągnął ją po upływie 7 min i 12 s. W przypadku TU5400 powrót do wartości bazowej po ustabilizowaniu sygnału był również znacznie szybszy. Znacząco, bo aż 15-krotnie skrócony czas odpowiedzi, umożliwia operatorom o wiele szybsze reagowanie na zdarzenia, takie jak awaria filtra.



Rysunek 3: instalacja TU5400 wraz z SC1000 w stacji uzdatniania wody w Niemczech



Rysunek 4: miernik TU5200 zainstalowany w stacji uzdatniania wody pitnej we Francji

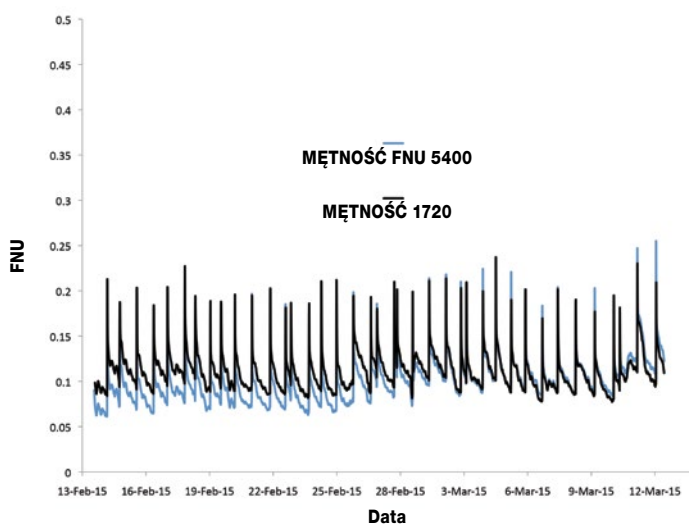
## Badania w terenie

W pięciu stacjach uzdatniania wody pitnej we Francji, Niemczech i Wielkiej Brytanii zainstalowano wiele mętnościomierzy procesowych TU5400 i TU5300 oraz mętnościomierzy laboratoryjnych TU5200. W każdej z instalacji nowe przyrządy używane były do monitorowania mętności wody pitnej po zakończeniu procesu uzdatniania. Pomiarów online dokonywano równocześnie przy użyciu mierników TU5400 lub TU5300 oraz analizatorów używanych aktualnie w każdej ze stacji. Próbkę reprezentatywną mierzono przy użyciu miernika TU5200. Kalibrację wykonano za pomocą wzorców 20 i 600 NTU. Kuwety pomiarowe czyszczono ręcznie przy użyciu specjalnej szczotki.

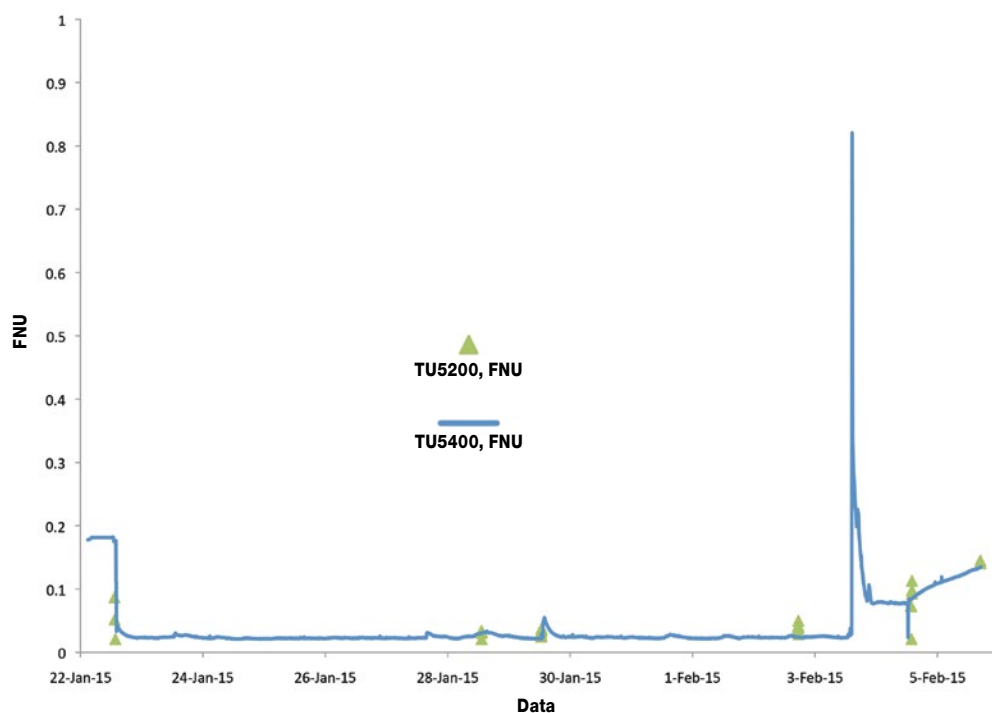
Wykonane testy miały na celu ocenę możliwości nowych przyrządów w zakresie udoskonalenia pomiarów mętności. W szczególności istotna była ocena dopasowania pomiarów wykonanych przy użyciu przyrządów procesowych i laboratoryjnych, szybkości odpowiedzi oraz czasu potrzebnego na czynności konserwacyjne. Mierniki procesowe i laboratoryjne wykorzystują także system RFID do identyfikacji próbek. Ocenie poddano także ten system wraz z powiązaniem oprogramowaniem do porównywania danych.

Na Rysunku 3 przedstawiono typową instalację przyrządu TU5400. Zamontowano go obok istniejącego już innego miernika Hach - Ultraturb plus sc. Przepływ w TU5400 kontrolowano przy użyciu odpowiedniego regulatora oraz monitorowano za pomocą zintegrowanego czujnika przepływu. Przyrząd przykręcono do panelu z pozostałym sprzętem. Podobną instalację wykonano w każdej z omawianych stacji. Do sterowania przyrządem TU5400 użyto przetwornik SC200 lub SC1000. Tymczasem TU5200 pracował na stole laboratoryjnym. Rysunek 4 przedstawia powierzchnię zajmowaną przez przyrząd laboratoryjny.

Porównanie urządzeń procesowych wykazało doskonałą zgodność wyników uzyskanych z używanego dotychczas mętnościomierza oraz miernika TU5400. Na Rysunku 5 przedstawiono miesięczny trend danych dla mętnościomierzy TU5400 oraz Hach 1720E. Obydwa przyrządy procesowe doskonale śledziły zmiany mętności wody. Różnice w zmierzonych wartościach mętności nie przekraczały poziomu dokładności opisanego w danych technicznych obu urządzeń.



Rysunek 5: trend danych z instalacji TU5400-1720E w stacji uzdatniania wody pitnej w Wielkiej Brytanii



Rysunek 6: porównanie trendów danych procesowych i laboratoryjnych z instalacji TU5400-TU5200 w stacji uzdatniania wody pitnej we Francji

Porównanie danych procesowych zarejestrowanych przy użyciu miernika TU5400 z próbkami uzyskanymi z miernika TU5200 wykazało doskonałą zgodność wyników. Na Rysunku 6 przedstawiono wyniki pomiarów pobieranych okresowo próbek reprezentatywnych względem trendu danych procesowych. Wartości te są ze sobą zgodne zarówno w punkcie wyjściowym, jak i podczas skokowej zmiany mętności wody.

Porównanie danych procesowych z danymi laboratoryjnymi ułatwia system RFID służący do identyfikacji próbek. Znacznik RFID każdej próbki był skanowany na obu przyrządach – TU5400 użyty do pobrania próbki oraz laboratoryjnym TU5200. Wartość procesowa była automatycznie przesyłana do miernika laboratoryjnego, a następnie porównywana z wynikiem laboratoryjnym przez oprogramowanie TU5200. Dla każdego z pomiarów generowane były rejestry danych ułatwiające monitorowanie w ramach kontroli jakości. Narzędzie do porównywania danych sygnalizowało zgodność danych oraz konieczność wyczyszczenia kuwety pomiarowej. Do czyszczenia używano zwykłej szczotki.

## Wnioski

Mętnościomierze serii TU5000 wykazały znaczny postęp w zakresie pomiaru mętności. Technologia detekcji 360° x 90° umożliwia uzyskanie bardzo wysokiego stosunku sygnału do szumu, co zwiększa precyzję i dokładność wykonywanych pomiarów. Znacznie zwiększono zgodność wyników uzyskiwanych przy użyciu urządzeń procesowych oraz laboratoryjnych, a śledzenie i porównywanie danych zautomatyzowano przy użyciu technologii RFID dostępnej jako wyposażenie opcjonalne. Analizatory procesowe charakteryzowały się istotnie krótszym czasem odpowiedzi na skokowe zmiany mętności wody. Dzięki nowoczesnej technice pomiarowej 360°, małym kuwetom pomiarowym o pojemności 10 ml oraz technologii RFID mętnościomierze Hach TU5000 zapewniają największą czułość, najkrótszy czas reakcji oraz najlepszą zgodność wyników w pomiarach mętności.