

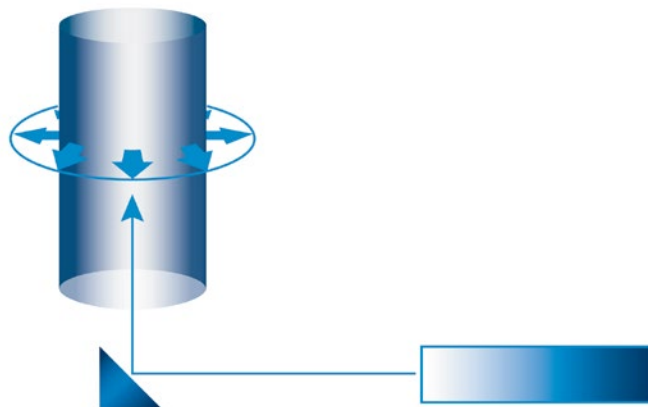
Nová technologie měření turbidity vody – zkušenosti z EU

Úvod

Množství nerozpuštěných látek přítomných v pitné vodě představuje základní indikátor její kvality. Bahno, písek, bakterie, spory a chemické sraženiny, to vše přispívá k zákalu neboli turbiditě vody. Pitná voda, která je vysoce zakalená, může být nejen nechutná, ale také nebezpečná. Požití i jen velmi nízkých koncentrací určitých bakterií a dalších mikroorganismů může mít závažné zdravotní následky. Proto je přesné a citlivé měření turbidity základním předpokladem pro zajištění, aby pitná voda tyto znečišťující látky neobsahovala.

Organizace zabývající se ochranou veřejného zdraví a bezpečnosti na celém světě uznávají důležitost měření kvality pitné vody pomocí turbidity. Směrnice EU o jakosti vody určené k lidské spotřebě identifikuje turbiditu jako jeden z devíti pevně stanovených monitorovacích parametrů, které musí být měřeny u veškeré vody určené k lidské spotřebě¹. Americká agentura EPA vyžaduje monitorování turbidity u veškeré vyráběné pitné vody². Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje monitorování turbidity častěji a ve více bodech v celém procesu úpravy pitné vody³. I když se limity dané legislativou mezi jednotlivými státy liší, existuje celková shoda na tom, že spolehlivé monitorování turbidity je při výrobě pitné vody nezbytnou součástí.

Turbiditu lze měřit pomocí online, stolních nebo terénních přístrojů. Online měření umožňuje výrobcům pitné vody nepřetržitě monitorovat provoz a zajistit, že výrobní proces funguje správně. Laboratorní stolní přístroje se často používají pro povinné hlášení a ověřování výsledků procesních přístrojů. Obě přístrojové platformy přitom musí poskytnout stejně přesné výsledky. Optimální proces měření turbidity musí být navíc rychlý. Rychlá odezva při měření umožňuje včasnou reakci na potenciální protržení filtru či jiné události spojené s turbiditou.

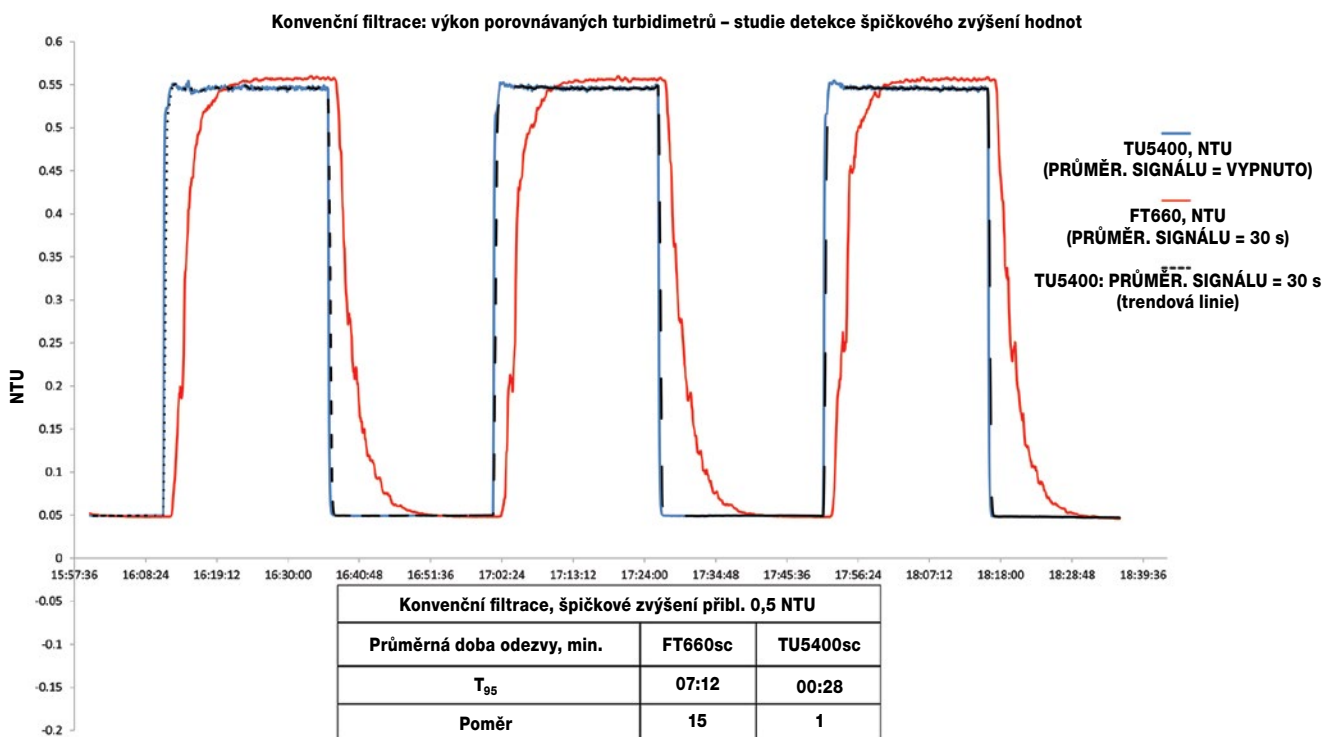


Obrázek 1: Měřicí systém 360° x 90°

¹ Směrnice EU o jakosti vody určené k lidské spotřebě – směrnice rady 98/83/ES ze dne 3. listopadu 1998 o jakosti vody určené k lidské spotřebě [1998] OJ L330.

² Environmental Protection Agency (2009) – National Primary Drinking Water Regulations (Národní primární předpisy týkající se pitné vody) (EPA Publication No. 816-F-09-004) Rockville, MD: U.S. Environmental Protection Agency.

³ World Health Organization (Světová zdravotnická organizace) (2011) – Guidelines for Drinking-water Quality (Pokyny týkající se kvality pitné vody), 4. vyd. Ženeva, Švýcarsko.



Obrázek 2: TU5400 versus FT660 – odezva na špičkové zvýšení koncentrace formazínu 0,5 FNU

Nová technologie

Společnost Hach® vyvinula pro splnění výše uvedených požadavků novou technologii měření turbidity. Řada turbidimetrů TU5000 využívá k zajištění nejrychlejšího a nejpreciznějšího možného měření turbidity měřicí systém $360^\circ \times 90^\circ$ (viz obrázek 1). Namísto měření odrazu jediného 90° světelného paprsku sbírají nové turbidimetry celou sadu 90° měření v rozsahu 360° kolem kyvety se vzorkem. Sběr odraženého světla po celém obvodu kyvety umožňuje významně zvýšit poměr signál-šum (S/N, signal-to-noise), což je základní předpoklad pro přesnější měření turbidity, zejména na spodní hranici rozsahu měření.

Turbidimetry řady TU5 současně využívají malou měřicí kyvetu s objemem 10 mL. Použití takto malé kyvety zkracuje dobu zdržení vzorku v procesních analyzátoch. Kratší doba zdržení vzorku vede k významnému zkrácení doby detekce události, což eliminuje celé minuty zpoždění doby odezvy. Měřicí systémy jsou stejné pro procesní i laboratorní přístroje. Tato konstrukce maximalizuje shodu mezi oběma typy přístrojů. Procesní i laboratorní turbidimetry také obsahují volitelný systém identifikace RFID, který usnadňuje spolehlivé sledování vzorků a porovnávání dat.

Test doby odezvy

Kvůli měření doby odezvy na špičkové zvýšení turbidity, ke kterému dochází při protržení filtru, byl testován procesní turbidimetr TU5400 oproti mimořádně citlivému laserovému nefelometru FT660. Graf na obrázku 2 ukazuje výkon obou těchto procesních turbidimetrů v této konkrétní aplikaci.

Na odtoku z filtrů bylo do proudu vody, který byl přiváděn do obou přístrojů, aplikováno vysoce přesné množství formazínového standardu. Průtokové poměry obou přístrojů byly pečlivě kontrolovány. Intervaly protokolování dat byly stanoveny na 5 s.

Přístroj TU5400 dosáhl maximální výšky píku během 28 s, zatímco u přístroje FT660 trvalo postupné dosažení maximální výšky píku 7 minut a 12 sekund. Přístroj TU5400 se po dosažení špičkového zvýšení signálu také mnohem rychleji vrátil na výchozí úroveň signálu. Toto výrazné zkrácení doby odezvy – 15krát rychlejší než u laserového přístroje – umožňuje obsluhu mnohem rychleji reagovat na události spojené s turbiditou, jako je například protržení filtru.



Obrázek 3: TU5400 s nainstalovaným kontrolérem SC1000 na úpravě pitné vody v Německu



Obrázek 4: Instalace přístroje TU5200 na úpravě pitné vody ve Francii

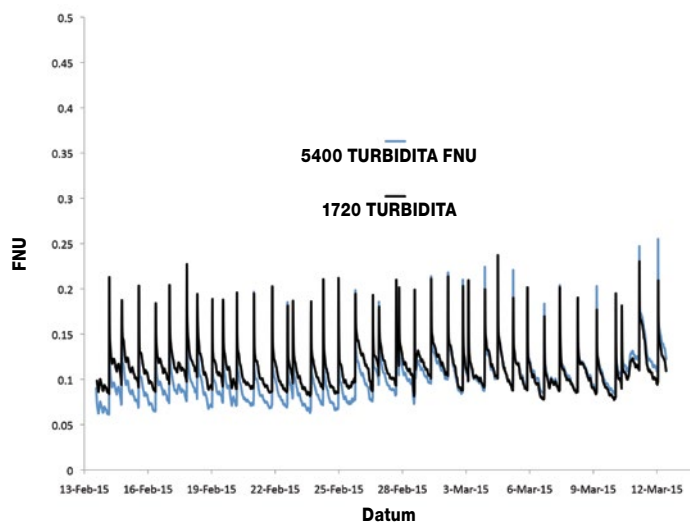
Oblast testování

Na pěti úpravách pitné vody ve Francii, v Německu a ve Spojeném království bylo nainstalováno a testováno více procesních turbidimetrů TU5400 a TU5300 a laboratorních turbidimetrů TU5200. Na každé úpravě byly nové přístroje používány k monitorování turbidity po dofiltrování upravené pitné vody. Online měření byla současně získávána z přístroje TU5400 nebo TU5300 a z analyzátoru v té době používaného na každé úpravě. Odebrané vzorky byly dále měřeny pomocí turbidimetru TU5200. Kalibrace byly prováděny se standardy 20 a 600 NTU. Kyvety byly čištěny ručně speciálním čistícím kartáčkem.

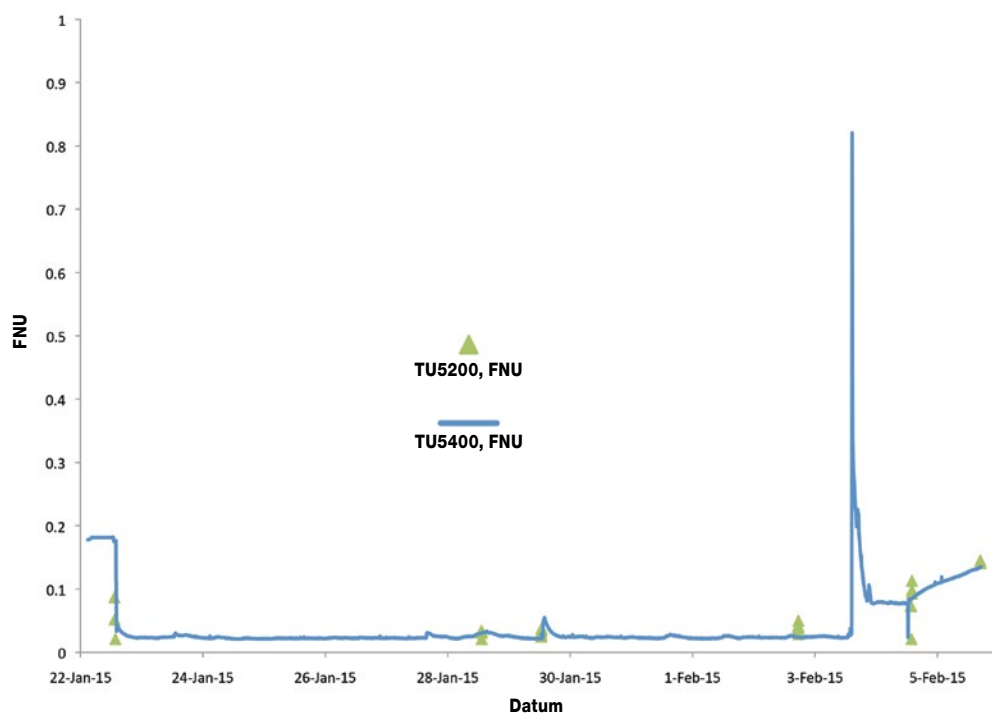
Testování probíhalo s cílem vyhodnotit schopnost nových přístrojů vyřešit několik známých oblastí, ve kterých může dojít v rámci měření turbidity ke zlepšení obsluhy. Testy byly navrženy konkrétně k posouzení shody mezi procesními a laboratorními přístroji, rychlosti odezvy a doby potřebné k údržbě. Procesní i laboratorní přístroje rovněž využívaly systém identifikace vzorků RFID. Hodnocen byl také tento systém a software na porovnávání příslušných dat.

Obrázek 3 ukazuje obvyklou instalaci turbidimetru TU5400. Analyzátor TU5400 byl nainstalován v řadě se stávajícím přístrojem Hach Ultraturb plus sc. Průtok do přístroje TU5400 byl regulován průtokovým regulátorem přístroje a monitorován integrovaným senzorem průtoku. Přístroj byl přišroubován do přístrojového panelu. Podobné instalace byly provedeny na každé úpravě. Přístroj TU5400 byl ovládán buď kontrolérem SC200, nebo SC1000. Přístroj TU5200 byl používán na laboratorním stole. Obrázek 4 ukazuje typické rozměry stolního přístroje.

Porovnání procesních přístrojů ukazuje vynikající shodu mezi stávajícím turbidimetrem a přístrojem TU5400. Obrázek 5 ukazuje měsíční trend dat pro turbidimetr TU5400 a Hach 1720E. Události spojené s turbiditou byly mezi procesními přístroji přesně sledovány. Rozdíly mezi hodnotami procesní turbidity byly ve specifikovaných rozsazích přesnosti obou přístrojů.



Obrázek 5: TU5400-1720E, trend dat na úpravě pitné vody v Británii



Obrázek 6: TU5400-TU5200, trend dat procesních a laboratorních měření na úpravě pitné vody ve Francii

Porovnání procesních dat přístroje TU5400 s daty získanými analýzou odebraných vzorků přístrojem TU5200 rovněž vykazuje vynikající shodu. Obrázek 6 ukazuje data pravidelného odběru vzorků oproti trendu procesních dat. Hodnoty odpovídaly na základní čáře a i během událostí spojených s turbiditou.

Porovnání procesních a laboratorních dat bylo usnadněno systémem sledování vzorků RFID. Štítek RFID vzorku byl naskenován na obou přístrojích – na přístroji TU5400, kde byl vzorek získán, a poté na stolním přístroji TU5200. Procesní hodnoty byly automaticky nahrány do laboratorního přístroje a po provedení laboratorního měření byly hodnoty porovnávány softwarem TU5200. Při každém měření byly vygenerovány datové protokoly, což umožnilo snadný monitoring kontroly kvality. Nástroj na porovnávání dat indikoval, zda se hodnoty shodují, a navrhol vyčištění kyvety, když došlo k jejímu znečištění. Čištění bylo prováděno jednoduchým kartáčkem.

Závěry

Turbidimetry řady TU5000 prokázaly při měření turbidity významné výhody. Měřicí systém 360° x 90° generuje mimořádně vysoký poměr S/N, což zlepšuje přesnost a správnost měření. Došlo také k velkému zvýšení shody dat mezi procesními a laboratorními přístroji. Sledování a porovnávání těchto dat bylo zautomatizováno pomocí volitelného systému RFID. Procesní analyzátoři prokázaly významně rychlejší odezvu na události spojené s turbiditou. S novým měřicím systémem 360°, 10 mL kyvetou a technologií RFID poskytují turbidimetry Hach TU5000 nejcitlivější a nejrychlejší měření turbidity a s nejvyšší shodou naměřených dat, jaká je v současné době k dispozici.