

Nova tehnologija merjenja motnosti v vodi – izkušnje po Evropi

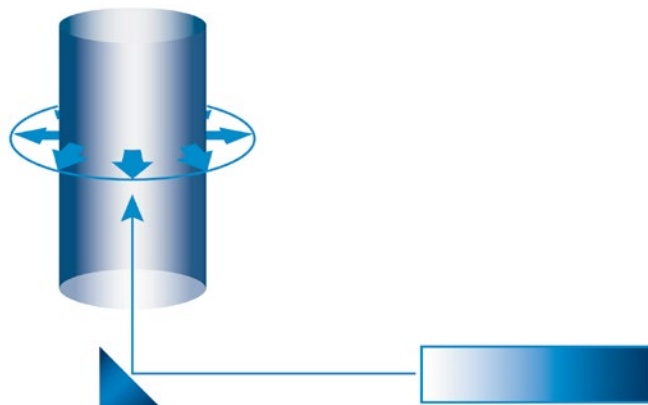
Uvod

Količina netopnih snovi v pitni vodi je pomemben kazalnik njene kakovosti. Mulj, pesek, bakterije, spore in kemijske oborine v vodi prispevajo h kalnosti oziroma motnosti vode. Zelo motna pitna voda je lahko neokusna pa tudi nezdrava. Zaužitje nekaterih bakterij in drugih mikroorganizmov je lahko za zdravje močno škodljivo tudi pri manjših koncentracijah. Točno in natančno merjenje motnosti je zato ključnega pomena pri oskrbi s pitno vodo brez tovrstnih onesnaževal.

Pomen ocenjevanja kakovosti pitne vode z merjenjem motnosti priznavajo tudi organizacije, odgovorne za javno zdravje in varnost, z vsega sveta.

Direktiva EU o pitni vodi motnost uvršča med devet fiksnih parametrov za spremljanje, ki jih je treba meriti pri vsej vodi, namenjeni za prehrano ljudi¹. Ameriška agencija za varstvo okolja US EPA zahteva spremljanje motnosti za vso pripravljeno pitno vodo², Svetovna zdravstvena organizacija pa priporoča pogosto spremljanje motnosti na različnih točkah vzdolž celotnega postopka čiščenja vod³. Predpisane omejitve se po državah sicer razlikujejo, vendar so si zakonodaje enotne v tem, da je spremljanje motnosti bistven del priprave pitne vode.

Motnost lahko merimo z online, namiznimi ali terenskimi instrumenti. Online meritve proizvajalcem pitne vode omogočajo sprotno spremljanje postopkov, s čimer zagotavljajo pravilno delovanje proizvodnje. Laboratorijski namizni instrumenti se pogosto uporabljajo za zakonsko predpisano poročanje in za potrjevanje rezultatov procesnih instrumentov. Instrumenti z obeh platform morajo zagotavljati enako točne rezultate. Optimalno procesno merjenje motnosti mora biti obenem tudi hitro. Hitra odzivnost namreč omogoča hitro ukrepanje v primeru preboja filtra ali drugih dogodkov, povezanih z motnostjo.

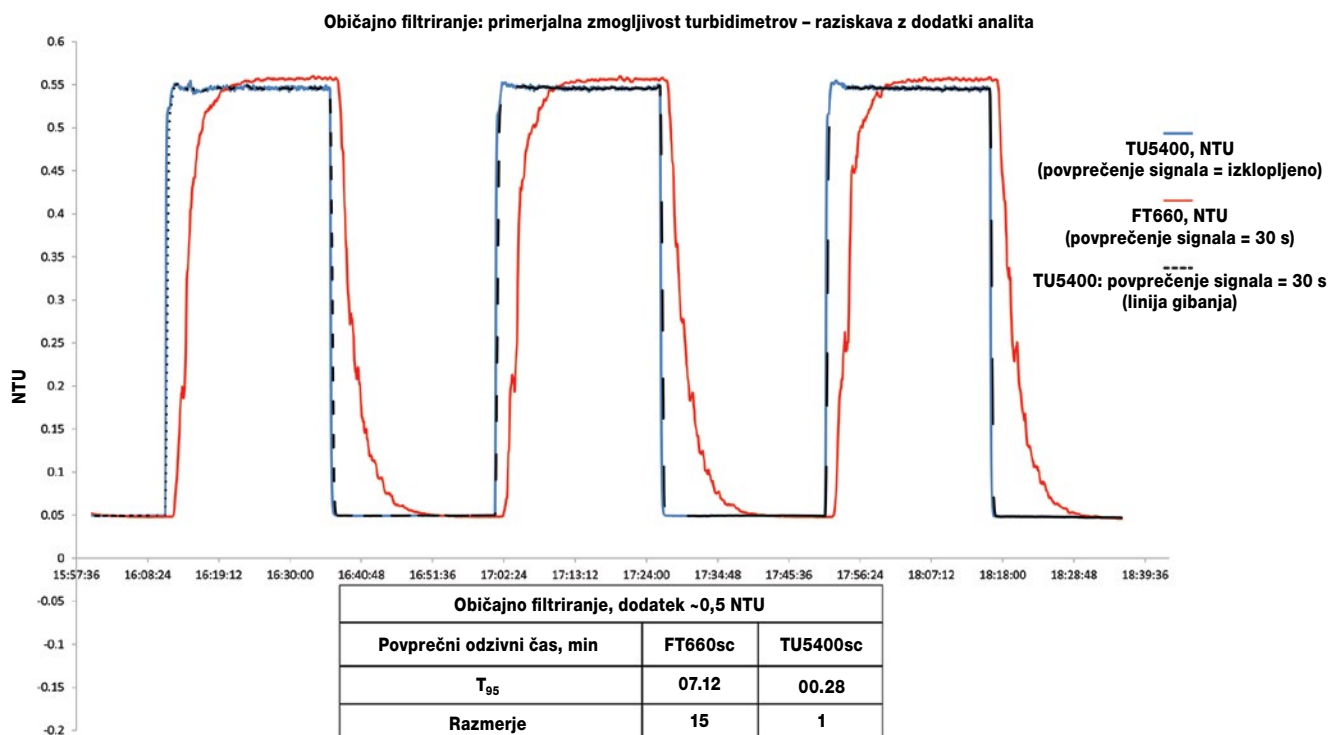


Slika 1: sistem merjenja 360° x 90°

¹ Direktiva EU o pitni vodi – Direktiva Sveta 98/83/ES z dne 3. novembra 1998 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi [1998] UL L330.

² Ameriška Agencija za varstvo okolja (2009) – National Primary Drinking Water Regulations (EPA Publication No. 816-F-09-004) Rockville, MD: U.S. Environmental Protection Agency (Osnovni nacionalni predpisi glede pitne vode /Izdaja EPA št. 816-F-09-004/; Rockville, Maryland: Agencija za varstvo okolja ZDA).

³ Svetovna zdravstvena organizacija (2011) – Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Ed. Geneva, Switzerland. (Smernice za kakovost pitne vode, 4. izd.; Ženeva, Švica).



Slika 2: primerjava odziva na dodatek formazina 0,5 FNU pri TU5400 in FT660

Nova tehnologija

Pri družbi Hach® smo v odziv na te zahteve razvili novo tehnologijo merjenja motnosti. Turbidimetri serije TU5000 uporabljajo sistem merjenja v območju 360° x 90° (glejte sliko 1), ki zagotavlja najhitrejše in obenem najtočnejše meritve motnosti na trgu. Novi turbidimetri namesto običajnega merjenja odboja svetlobnega žarka pod kotom 90° analizirajo nabor več meritev pod kotom 90°, zbranih z območja 360° okoli kivete. Zbiranje odbite svetlobe v polnem krogu omogoča bistveno boljše razmerje signal/šum (S/N), kar je osnova za natančnejše merjenje motnosti, še zlasti v spodnjemu delu merilnega območja.

Poleg tega turbidimetri serije TU5 uporabljajo majhno 10-mL merilno celico. Ker je celica majhna, je zadrževalni čas pri procesnih analizatorjih krajši. Krajši zadrževalni čas pa omogoča bistveno hitrejše zaznavanje dogodkov in lahko za več minut skrajša odzivni čas. Merilni sistemi so pri procesnih in laboratorijskih instrumentih enaki. Zaradi take zasnove je boljše tudi ujemanje med obema vrstama instrumentov. Tako v procesne kot tudi v laboratorijske turbidimetre je vgrajen izbirni sistem RFID, ki omogoča zanesljivo sledenje vzorcem in primerjavo podatkov.

Preizkus odzivnosti

Procesni turbidimeter TU5400 smo primerjali z izjemno občutljivim laserskim nefelometrom FT660, pri čemer smo pri obeh instrumentih merili odzivni čas na nenadno povečanje motnosti, kot bi ga lahko opazili ob preboju filtra. Graf na sliki 2 prikazuje delovanje obeh procesnih turbidimetrov med preizkusom.

Ob iztoku filtra smo v tok, ki je bil speljan do obeh instrumentov, dodali zelo točno odmerjeno količino standarda formazina. Pretok do obeh instrumentov smo skrbno nadzorovali. Interval za beleženje podatkov je bil nastavljen na 5 s.

Turbidimeter TU5400 je zgornji vrh dosegel v 28 sekundah, FT660 pa je zgornji vrh postopno dosegel po 7 minutah in 12 sekundah. Po vsakem dodatku standarda se je instrument TU5400 tudi bistveno hitreje povrnil na osnovno vrednost. Bistveno krajši, kar 15-krat hitrejši odzivni čas upravljalcev omogoča veliko hitrejše odzivanje na dogodke, povezane z motnostjo, na primer na preboj filtra.



Slika 3: namestitev instrumenta TU5400 z enoto SC1000 v nemški čistilni napravi za pripravo pitne vode



Slika 4: namestitev TU5200 v francoski napravi za pripravo pitne vode

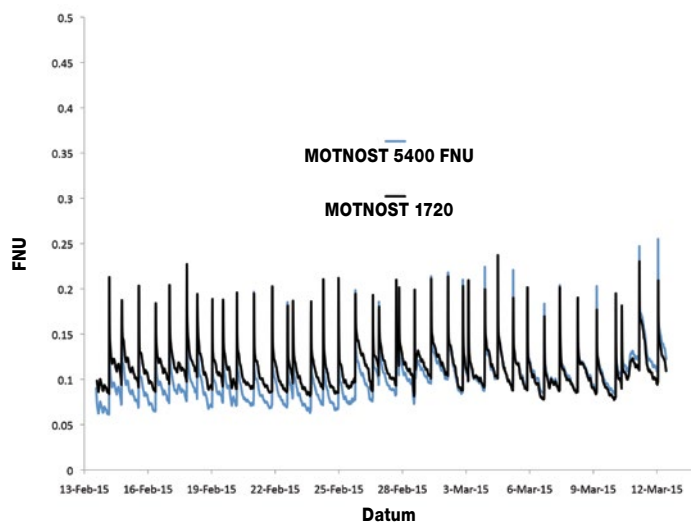
Praktični preizkus

V pet čistilnih naprav za pripravo pitne vode v Franciji, Nemčiji in Združenem kraljestvu smo namestili več procesnih turbidimetrom TU5400 in TU5300 ter laboratorijskih turbidimetrom TU5200 in jih preizkušali. V vseh čistilnih napravah so nove instrumente uporabljali za spremljanje motnosti v končni pitni vodi po filtriranju. V vseh enotah so se poleg meritev s turbidimetrom TU5400 ali TU5300 in analizatorjem, ki sta se uporabljala, sočasno opravljale tudi online meritve. Turbidimeter TU5200 se je uporabljal za merjenje zajemnih vzorcev. Umerjanje so opravljali s standardi motnosti z 20 in 600 NTU. Kivete so čistili ročno s posebno krtačko za čiščenje.

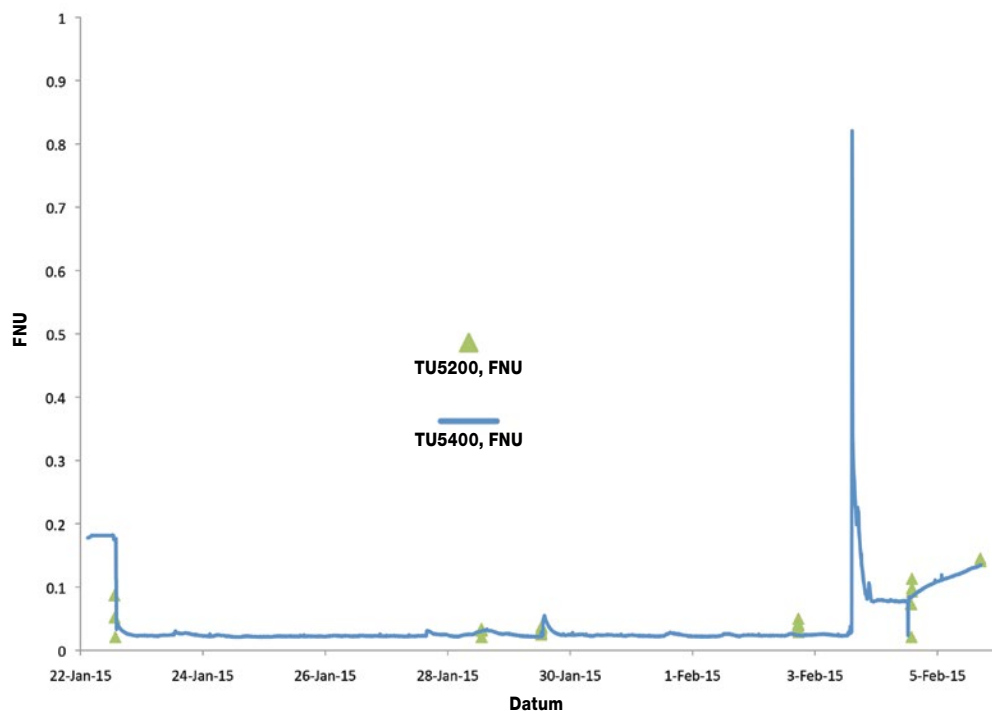
S preizkušanjem so ocenjevali, kako dobro se novi instrumenti obnesejo na nekaterih znanih področjih, kjer so pri merjenju motnosti potrebne izboljšave. Preizkusi so se v zasnovi osredotočali na ujemanje med procesnimi in laboratorijskimi meritvami, hitrost odziva in čas vzdrževanja. Procesni in laboratorijski instrumenti so bili opremljeni s sistemom RFID za identifikacijo vzorcev. Predmet ocene sta bila tudi ta sistem ter povezana programska oprema za primerjavo podatkov.

Na sliki 3 je prikazana običajna namestitev turbidimetra TU5400. Analizator TU5400 je bil nameščen vzporedno z obstoječim instrumentom Hach Ultraturb plus sc. Pretok do turbidimetra TU5400 se je nadziral z regulatorjem pretoka instrumenta ter spremljal z vgrajenim senzorjem pretoka. Instrument je bil z vijaki pritrjen na panel za instrumente. Namestitve so bile v vseh čistilnih napravah podobne. Za krmiljenje turbidimetra TU5400 se je uporabljala kontrolna enota SC200 ali SC1000. Turbidimeter TU5200 se je upravljal v laboratoriju, kjer je bil postavljen na pult. Površina, ki jo zaseda namizni instrument, je razvidna na sliki 4.

Primerjava med procesnimi instrumenti je pokazala odlično ujemanje med obstoječim turbidimetrom in TU5400. Na sliki 5 je prikazano mesečno gibanje podatkov pri turbidimetrih TU5400 in Hach 1720E. Oba procesna instrumenta sta točno zaznavala dogodke, povezane z motnostjo. Odstopanja med vrednostmi pri procesnem merjenju motnosti so bila znotraj navedenih točnosti obeh instrumentov.



Slika 5: gibanje podatkov pri turbidimetrih TU5400 in 1720E v britanski čistilni napravi za pripravo pitne vode



Slika 6: primerjava gibanja procesnih (TU5400) in laboratorijskih podatkov (TU5200) v francoski napravi za pripravo pitne vode

Odlično ujemanje je pokazala tudi primerjava med podatki procesnih meritev s TU5400 in podatki meritev zajemnih vzorcev s TU5200. Na sliki 6 je prikazana primerjava med podatki rednih zajemnih vzorcev in procesnimi podatki. Vrednosti so se ujemale tako pri osnovni vrednosti kot tudi pri dogodkih, povezani z motnostjo.

Pri primerjavi med procesnimi in laboratorijskimi podatki smo si pomagali s sistemom RFID za vzorce. Oznaka RFID vzorca je bila skenirana z obema instrumentoma – s TU5400 na mestu odvzema vzorca in pozneje z namizno enoto TU5200. Procesna vrednost se je samodejno prenesla v laboratorijski instrument, po laboratorijski meritvi pa sta se vrednosti primerjali s pomočjo programske opreme instrumenta TU5200. Pri vsakem instrumentu so se vodili podatkovni dnevniki, v katere so se beležile vse meritve, kar je omogočalo enostavno spremljanje in nadzor kakovosti. Orodje za primerjavo rezultatov je javljalo, ali se vrednosti ujemajo, in priporočalo čiščenje, če so bile kivete umazane. Za čiščenje se je uporabljala preprosta krtačka.

Zaključki

Pri turbidimetrih serije TU5000 so bile opazne bistvene izboljšave na področju merjenja motnosti. Sistem merjenja 360° x 90° zagotavlja zelo visoko razmerje signal/šum, s čimer daje natančnejše in točnejše rezultate. Bistveno izboljšano je tudi ujemanje podatkov med procesnimi in laboratorijskimi instrumenti, dodatna možnost RFID pa omogoča tudi avtomatizirano sledenje in primerjavo teh podatkov. Pri procesnih analizatorjih je bilo opaženo bistveno hitrejšo odzivanje na dogodke, povezane z motnostjo. Turbidimetri TU5000 družbe Hach z novim merilnim sistemom v območju 360°, 10-mL kivetami in tehnologijo RFID zagotavljajo najbolj občutljivo in najhitrejšo merjenje ter najbolj skladne meritve motnosti na trgu.