

Kontinuerlig övervakning av järn och mangan optimerar filterprestanda

Problem

Sandfiltrens prestanda vid behandling av dricksvatten kan bedömas genom mätning av järn- och mangangenomslag. Provtagning för laboratorieanalys orsakar dock oacceptabla fördröjningar som förhindrar effektiv filterhantering.

Lösning

Analysatorerna i Hach® EZ-serien kan mäta upp till åtta provströmmar med kontinuerliga data för antingen järn eller mangan. Forskare i Danmark utnyttjar den här funktionen för att radikalt förändra vattenreningen.

Fördelar

Kontinuerlig övervakning ger snabbare varning när det behövs filterbackspolning. Därmed optimeras processen med bättre flöde, minimerad stilleståndstid, högre vattenkvalitet och lägre kostnader. Risken för lägre estetisk vattenkvalitet undviks och det blir lättare för forskarna att utvärdera nya filter och tekniker.

Fördelarna med den kolorimetriska teknik som används i Hachs laboratorier och fotometrar på fältet finns nu även i onlineanalysatorer, vilket ger användaren möjlighet att mäta en mängd olika parametrar dygnet runt. Två av de parametrar som nu kan övervakas kontinuerligt är mangan och järn. I följande text förklaras varför det är viktigt att övervaka dessa parametrar.

Bakgrund

Både järn och mangan finns ofta tillsammans i källvatten (till exempel grundvatten) men mangan förekommer vanligtvis i mycket lägre koncentrationer.

Mangan förekommer naturligt i jord och i de flesta ytvatten och grundvatten och är ett viktigt element för många levande organismer på grund av dess roll i enzymernas funktion. För människor är livsmedel den största källan till mangan. Absorption av mangan i mag-tarmkanalen regleras dock av kroppen för att upprätthålla manganhomeostas, och oralt intagen mangan anses i allmänhet vara ett av de mindre giftiga elementen. Trots detta är riktvärdet för mangan i dricksvatten föremål för pågående debatt i samband med den senaste forskningen.

Järn är en vanligt förekommande metall i jordskorpan och finns huvudsakligen i form av oxider. Järnjonerna Fe^{2+} och Fe^{3+} kombineras enkelt med syre- och svavelhaltiga



25
Mn
54,938
Mangan

26
Fe
55,847
Järn

föreningar för att bilda oxider, hydroxider, karbonater och sulfider. Järn är också ett viktigt spårämne med viktiga roller i blod och enzymer.

Järnkonzentrationen i floder är vanligtvis låg, 0,7 mg/L. I anaerobt grundvatten där järn förekommer i form av Fe^{2+} är koncentrationen vanligen 0,5 - 10 mg/L, men koncentrationer på upp till 50 mg/L är möjliga. Järnnivån i dricksvatten är i vanliga fall mindre än 0,3 mg/L men kan vara högre i länder

där järnsalter används som koagulanter i vattenreningsverk och där gjutjärn, stål och galvaniserade järnrör används i distributionsnätverket.

5 skäl till övervakning

Klagomål

Missfärgning, dålig smak och fläckar från kranvatten är de vanligaste orsakerna till klagomål på dricksvatten från allmänheten. Hanteringen av klagomålen och efterföljande utredningar och åtgärder kan bli mycket dyra. Med turbiditetsmätare kan åtgärder vidtas för att avleda grumligt vatten från distributionsnätverket, men turbiditet kan orsakas av ett stort antal problem, medan förhöjda järn- och mangannivåer är ett resultat av specifika problem. Därför kan mätningen hjälpa till att identifiera orsaker och vidta lämpliga åtgärder.

Hälsa

Hälsoriskerna från järn och mangan är små, men det finns risker förknippade med de bakterier som orsakar förhöjda järnkoncentrationer från korrosion. För människor är den dödliga dosen av järn 200-250 mg/kg kroppsvikt, vilket orsakar omfattande blödningar i magen och tarmarna. Järnförgiftning är dock ovanligt och intaget från dricksvatten är vanligtvis för lågt för att vara en hälsorisk. Järnoxider är däremot kända för att vara effektiva absorbenter av metaller och halvmetaller och kan ligga till grund för ökade halter av arsenik.

Myndighetskrav

För många organisationer (inklusive leverantörer av dricksvatten och dryckesindustrin) är det ett regelkrav att se till att järn- och manganhalter inte överskrider angivna högsta koncentrationer.

I EU:s dricksvattendirektiv 98/83/EG av den 3 november 1998 om kvaliteten på dricksvatten står följande: Såvitt avser minimikraven i detta direktiv är dricksvatten hälsosamt och rent om det a) inte innehåller mikroorganismer, parasiter och ämnen i sådant antal eller sådana koncentrationer att de utgör en potentiell fara för människors hälsa, och b) uppfyller minimikraven i bilaga I, delarna A och B. I bilaga 1, del C "Indikatorparametrar" finns en standard på 0,05 mg/L för mangan och 0,2 mg/L för järn. De flesta av de tidigare indikatorparametrarna har dock flyttats till bilaga 4, som berör information till konsumenter. Syftet med detta är att indikatorparametrarna inte ger hälsorelaterad information utan snarare ger information som kan vara av intresse för konsumenter (t.ex. smak, färg och hårdhet).

Utsläppskrav på avloppsreningsverk innehåller ofta också gränser för järn (ofta som totalt järn) där järnsalter används som koagulanter vid fosfatborttagning.

I USA har US EPA etablerat SMCL (Secondary Maximum Contaminant Levels) för föroreningar som påverkar dricksvattnets utseende men inte utgör en hälsorisk. SMCL går inte att genomdriva rikstäckande, så offentliga

vattenreningsanläggningar behöver inte mäta värdet om det inte krävs på delstatsnivå.

SMCL för järn är 0,3 mg/L, med eventuella estetiska problem som rostliknande färg, sediment, metallsmak och rödaktig eller orange missfärgning. SMCL för mangan är 0,05 mg/L, med eventuella estetiska problem som svart till brun färg, svart missfärgning och en bitter metallsmak.

US EPA tror att om dessa föroreningar finns i vatten på nivåer över standarderna kan föroreningarna göra att man slutar använda vatten från den allmänna vattenförsörjningen även om vattnet faktiskt är säkert att dricka. Sekundära standarder har därför upprättats för att ge vattensystem viss vägledning när det gäller att hålla dessa kemikalier på nivåer som ligger under vad de flesta märker med blotta ögat.

Det är också viktigt att notera att de estetiska problem som anges ovan kan leda till att boskap och andra djur slutar dricka vattnet.

Beläggning och korrosion

Gjutjärnsrör och utrustning som används i industrianläggningar som hanterar ånga eller kylvatten är känsliga för olika typer av korrosion. Mekanisk och kemisk korrosion kan erodera och lösa upp järn från stálytor, och det obundna järnet kan avlagras på andra ytor i vattenhanteringssystemet där det orsakar ytterligare korrosion.

Kostnadsbesparingar på kemikalier

Vid vattenreningsanläggningar som använder järnsalter som koagulanter kan sådana kemikalier utgöra en betydande kostnad. Även om det är viktigt att använda tillräckligt med koagulanter för att ta bort fasta ämnen är det också nödvändigt att inte överdosera eftersom det kan överbelasta filtren och lämna kvar järnsalter i vattnet, vilket skulle vara en onödig kostnad.

Kontinuerlig övervakning – så fungerar det

Analysatorerna i EZ-serien bygger på kolorimetriska online-tekniker för att mäta viktiga vattenkvalitetsparametrar exakt och tillförlitligt. Smarta, automatiserade funktioner bidrar till förbättrade analysprestanda, minimerad stilleståndstid och minimala åtgärder från operatören. Rengöringen sker automatiskt och både kalibrerings- och valideringsfrekvensen kan ställas in av användaren. EZ1000-serien kan mäta flera strömmar samtidigt, upp till maximalt åtta. Detta minskar kostnaden per provtagningspunkt, men antalet måste anges vid beställningstillfället.

EZ1000 järnanalysator använder TPTZ-reagens för att bilda en mörk blåfärg i en reaktion som mäter löst järn Fe(II), Fe(III) och totalt löst järn Fe(II+III), med en cykeltid på 15 minuter och ett mätområde på 0 - 1 mg/L.

EZ1000 mangananalysator mäter löst mangan Mn(II) med formaldoximmetoden vid 450 nm, med ett mätområde på 0 - 1 mg/L Mn och en cykeltid på 10 minuter. Kunder som

även vill mäta totalt mangan kan välja mangananalysatorn EZ2000 som har en intern provnedbrytningsenhet som ger ytterligare ett steg före analys för att mäta icke-lösliga eller komplexa metalltyper.

Fördelarna med kontinuerlig övervakning

I allmänhet kan laboratorieanalyser av processparametrar bidra till att upptäcka trender och identifiera potentiella problem. Det finns dock en tidsfördröjning mellan provtagningen och resultatet, och vid enstaka provtagning riskerar man att missa en spik i koncentrationen. Kontinuerlig övervakning ger därför en snabbare varning om förhöjda nivåer och hjälper till att identifiera orsakerna.

Analysatorn i EZ1000-serien kan ha en standardutsignal på 4 - 20 mA med larmbearbetning, så att alla ökningar i uppmätta koncentrationer upptäcks nästan omedelbart. Det innebär att larm kan utlösas och lämpliga åtgärder kan vidtas i rätt tid.

Fallstudie: VIA University College

I ett forsknings- och utvecklingsprojekt som finansieras av Danish Environmental Protection Agency och drivs av VIA University College, omvandlas vattenrening helt och hållet genom att radikalt omforma processen för vattenproduktion. Projektet har ett flertal partner, däribland Aarhus Water, VandcenterSyd, Vand & Teknik, Amphi-Bac, Dansk Kvartsin-dustri och NIRAS. Syftet med projektet är att skapa kompakta vattenverk med

- större behandlingskapacitet
- effektivare produktion
- kortare startperioder
- energibesparingar
- bättre vattenkvalitet.

I Danmark baseras dricksvattenförsörjningen på grundvatten och myndigheternas ställning är att dricksvatten ska tas från rent grundvatten som bara behöver enkel behandling med luftning, eventuell pH-justering och sedan filtrering före distribution. Sandfiltrering har använts i Danmark i över

100 år, och resultatet av filterutvecklingsprojektet kommer att meddelas på IWA Water Congress (i Danmark) år 2020.

Sandfilter används ofta vid vattenreningsverk runt om i världen, och bidrar till att avlägsna svävande fasta ämnen och patogener och förbättra smak och färg utan ytterligare kemikalier. Filtren bibehåller optimala prestanda genom regelbunden backspolning för att avlägsna ansamlade partiklar och förbättra flödes hastigheten. Backspolningsprocessen avbryter dock behandlingsprocessen. Övervakning är därför nödvändigt för att optimera filtreringsprestanda. Turbiditet och flödes hastighet kan övervakas kontinuerligt för att ge en indikator på filterprestanda, men kemisk analys ger bättre insikt i processförhållanden.

2018 infördes en ny dricksvattenlag i Danmark för att överensstämja med EU-förordningar avseende parametrar, provtagningsfrekvens och provtagningsställen. Tidigare behövdes mätning både vid vattenverkets utlopp (nedre gränsen) och vid konsumentens kran. Efter anpassningen till EU krävs mätning vid konsumentens kran med följande gränser: järn 0,2 mg/L, mangan 0,05 mg/L.

Traditionellt tas enstaka manuella prover för laboratorieanalys av en rad parametrar, inklusive järn och mangan. Om du inte avlägsnar föroreningar genom backspolning måste filtret bytas, vilket är tidskrävande och ger dyra driftstopp. Filtrets prestanda och behovet av backspolning kan därför utvärderas genom att mäta genomsläppet av järn och mangan i filtret och i filtrets olika lager.

I projektet utförs kontinuerliga onlinemätningar både före och efter filtret med en Hach EZ1024 för totalt löst järn (Fe(II) och Fe(III)) och en Hach EZ1025 för mangan. Instrumenten installerades i november 2018 och tar fyra prover per timme. Till en början var varje instrument inställt på att ta två prover från filterinloppet och två från utloppet varje timme, dygnet runt. De första resultaten visar god korrelation med jämförbara laboratorieresultat.

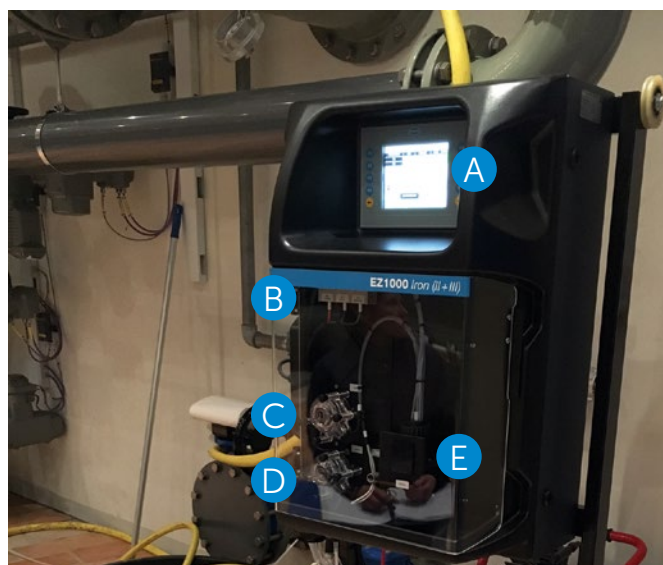
Projektledaren Loren Ramsay från VIA University College säger: "Övervakning är en viktig del av forskning inom behandling av dricksvatten. För att övervakningen ska bli korrekt måste den bestå av återkommande mätningar på flera platser i behandlingsprocessen. Autoanalysatorer av järn och mangan med flerkansalkapacitet passar våra behov perfekt. Vi är övertygade om att projektets resultat kommer att vara till stor nytta inom dricksvattenrening".



Det vetenskapliga arbetet utfördes på Lundeværket, en del av Vandcenter Syd i Danmark, som är ett typiskt danskt vattenverk.

Sammanfattning

I takt med att givartekniken utvecklas optimeras en mängd olika behandlingsprocesser i vattensektorn tack vare kontinuerlig övervakning och realtidsstyrssystem. Det bidrar till att förbättra prestanda och samtidigt sänka kostnaderna. Efter utvecklingen av Hachs kontinuerliga analysatorer i EZ-serien är det nu möjligt att optimera prestandan hos sandfilter vid behandling av dricksvatten för att förhindra genomsläpp av järn och mangan och hantera timingen av backspolning mer effektivt. Kontinuerlig övervakning av mangan och järn möjliggör dessutom utvecklingen av nya förbättrade filtreringssystem, precis som är fallet i Danmark.



EZ1024 Järnanalysator (II+III) på plats

*Komponenter: **A** industridator, **B** högprecisionsmikropump, **C** provpump, **D** avloppspump, **E** fotometer*