

Dricksvattnets kvalitetsförändring i ledningsnätet

Bengt Zagerholm



VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor. VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

<i>Ola Burström</i> , ordförande	Skellefteå
<i>Roger Bergström</i>	Svenskt Vatten AB
<i>Bengt Göran Hellström</i>	Stockholm Vatten AB
<i>Staffan Holmberg</i>	Haninge
<i>Pär Jönsson</i>	Östersund
<i>Peeter Maripuu</i>	Vaxholm
<i>Stefan Marklund</i>	Luleå
<i>Peter Stahre</i>	VA-verket Malmö
<i>Jan Söderström</i>	Sv kommunförbundet
<i>Asle Aasen</i> , adjungerad	NORVAR, Norge
<i>Thomas Hellström</i> , sekreterare	Svenskt Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Dricksvattnets kvalitetsförändring i ledningsnätet
Title of the report:	Drinking water quality changes in distribution system
Rapportens beteckning Nr i VA-Forsk-serien:	2002-3
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-89182-61-8
Författare:	Bengt Zagerholm, DHI AB
Utgivare:	Svenskt Vatten AB
VA-Forsk projekt nr:	99-120
Projektets namn:	Dricksvattnets kvalitetsförändring i ledningsnätet
Projektets finansiering:	VA-Forsk, medverkande kommuner, DHI AB
Rapporten beställs från:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se . Bilagor kan erhållas från Svenskt Vatten.
Rapportens omfattning Sidantal:	194
Format:	A4
Sökord:	Vattenledningsnät, dricksvattenkvalitet, kvalitetsmätning on-line
Keywords:	Drinking water system, drinking water quality, quality measuring on-line
Sammandrag:	Rapporten redovisar resultat från utförda on-linemätningar av kvalitetsparametrar på vattenledningnätet hos fem medverkande kommuner. Tillsammans med hydrauliska modellberäkningar och analyser har mätningarna kunnat påvisa betydelsefulla variationer som är beroende av vattnets transport i ledningar och uppehåll i reservoarer.
Abstract:	This report present result from quality measurements on-line in drinking water distribution system within five participating cities in Sweden. Together with hydraulic modelling and analyses on-line measurement has shown important variations caused by the waters movement in pipes and residence time in the reservoir.
Målgrupper:	VA-förvaltningar, konsulter
Utgivningsår:	2002
Omslagsbild:	Bengt Zagerholm

Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultatet av kvalitetsmätningar, analyser och beräkningar på vattendistributionssystem hos fem medverkande kommuner vilka var Göteborg, Borås, Jönköping, Växjö och Malmö. Syftet var att undersöka om betydelsefulla kvalitetsförändringar kan påvisas under vattnets transport i ledningsnätet och/eller vistelse i reservoarer.

Mätningarna har utförts med en specialbyggd vagn. Vattnet tas från en brandpost eller tappkran och leds genom vagnen för att sedan släppas till avlopp. Mätningar har också gjorts i reservoarer genom nedsänkning av en sugledning och pumpning på olika nivåer. De kvalitetsparametrar som mäts är UV-absorbans, totalt kloröverskott, redoxpotential, turbiditet, pH, temperatur, syre och konduktivitet. Samtliga parametrar, förutom konduktivitet, varierar betydande. Konduktiviteten är däremot ett utmärkt spårämne från vattentäkter med olika värden på denna parameter.

Variationen börjar redan i från vattenverket utgående vatten. Halten organiskt material, mätt som UV-absorbans, varierar främst med råvattnet. Utgående kloröverskott varierar dels till följd av dosering men även till följd av uppehållstid i lågreservoaren. Vanligt förekommande variation i pH uppgår ofta till 5 tiondelar till följd av ojämn dosering. Temperaturen varierar förstås med råvattnets temperatur.

I ledningsnätet sjunker kloröverskottet och därmed redoxpotentialen. Turbiditetstoppar kan orsakas av störningar från verket men har annars en koppling mot förändrade flödesförhållanden till storlek eller riktning. Även järnkorrosion kan visa sig genom förhöjd turbiditet. Värdet på pH stiger normalt direkt när vattnet lämnat verket, till följd av kontakt med cementbruksinfordring eller en begynnande järnkorrosion. Den fortsatta utvecklingen av pH beror på om mikrobiologisk aktivitet, som sänker pH-värdet, eller järnkorrosion är dominerande. Temperaturen påverkas genom transport i ledningarna beroende på skillnad mellan ursprungs-temperatur och jordlagrens temperatur. Strömningsbilden i ledningsnätet är ofta komplicerad och kräver resultat från en modellberäkning för att kunna tolkas.

Förhållandena i reservoarer är mer entydiga. Ett grovt mått är att det kloröverskott som finns när vattnet går in i reservoaren har halverats när vattnet kommer ut igen. Värdet på pH förefaller minska i reservoarer, detta tolkas som ett resultat av mikrobiologisk aktivitet och kanske även av kontakt med luft. Redox och syre minskar i reservoaren, också ett tecken på mikrobiologisk aktivitet. Tillväxten av heterotrofa bakterier i en reservoar visade på behovet att beakta dålig omblandning vid åldersberäkning. Det är härvid viktigt att beräkningen baseras på verkliga hydrauliska förhållanden under hela mätperioden.

Tillväxt av heterotrofa bakterier har observerats när kloröverskottet minskat och åldern ökar över 50-100 timmar. Här kan möjligtvis finnas en skillnad om vattnet åldras i en reservoar eller i ledningsnätet. Förekomsten av aktinomyceter har inte gett samma intryck av åldersberoende.

Järnkorrosionen har kunnat stämmas av emot en teoretisk beräkningsmodell. I det projekt där mätpunkterna valts för att belysa järnkorrosion har en god överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade värden av järnhalt påvisats.

I fyra av de fem fallen har betydelsefulla förändringar kunnat påvisas. I det femte fallet erhöles tydliga indikationer på att normala variationer vid vattenverket kan användas som spårämne för punkter ute på nätet. I detta fall kunde även mätningar och beräkningar visa att strömningsbilden runt en reservoar med flera anslutningar kan vara svår att förutse.

Summary

In this report results from quality measurements on-line, modelling and analysis in drinking water distribution systems are presented. The work has been carried out in five participating cities in Sweden; Göteborg, Borås, Jönköping, Växjö and Malmö. The purpose was to find out if important quality changes will occur during the transport in the pipes or/and while the water stays in reservoirs.

The measurements have been carried out with a specially designed equipment in a mobile vehicle. Water is taken from a fire hydrant or a usually tap and led through the equipment to the outlet. Measurements have also been done in reservoirs after pumping from different levels. Parameters, which have been measured on-line are: UV-absorbance, chlorine, redox potential, turbidity, pH, temperature, oxygen and conductivity. All parameters, except for conductivity show important changes. Conductivity is however a good tracer from different waterworks when this parameter varies.

The concentration variations occur already when the water leaves the treatment plant. The content of organic matter, characterised as UV-absorbance, varies because of changes in the raw water. The residual chlorine varies because of the dosage, but also because of the residence time in the reservoir at the waterworks. Often pH varies 5 tenths of a pH-unit because of uneven dosage. The temperature, of course, varies with the raw water temperature.

In the distribution system chlorine residual will decrease and because of that also the redox potential. Increased turbidity might be caused by process disturbances in the waterworks or can else be linked to changes in flow or direction. Also iron corrosion can cause increased turbidity. Directly after the waterworks pH will increase, because of contact with concrete in pipes or beginning iron corrosion. The following trend for the pH-value depends on whether microbiologic activity, which will decrease pH, or iron corrosion which will increase pH, is dominating. The temperature will be affected during transport in the pipes depending of the difference between water and soil temperature. Often the flow in a distribution system is complicated. Result from a model calculation can be necessary for an understanding of the effect on water quality.

The environment in reservoirs are more homogeneous. Roughly the chlorine residual in incoming water will be halved before outlet. The pH-value seems to decrease in reservoirs, probably as a result of microbiologic activity and maybe also the contact with air. Redox potential and oxygen decrease in reservoirs. This is also a sign of microbiological activity. Analysed growth of bacteria in a reservoir showed that incomplete mixing could occur. To reproduce that in a calculation it must be based on real hydraulic circumstances for the entire measurement period.

Growth of heterotrophic bacteria has been observed when chlorine residual decrease and age increase over 50-100 hours. It might be a difference if ageing take place in a reservoir or in the pipes. Occurrence of actinomycetes have not been related to the same age dependence.

Analyses from water affected by iron corrosion have been compared with results from a theoretic model. In the case when the measurement points have been selected to study iron corrosion the correlation between measured and calculated iron content is good.

Important water quality changes in four of the five cases have been shown. In the fifth case normally variations at the waterworks could be used for tracing. In this case also measurements and calculations showed that the flow around a reservoir with several connections to the distribution system is difficult to predict.

Förord

”Hoppsan !”, sa driftingenjören när han fick se analysresultatet från punkt 22 med 998 st 7-dygns heterotrofa bakterier per ml. Provet var taget någonstans i zon IX där vattnet möjligen kommer direkt från vattenverket genom den nya direktledningen, eller har passerat tre reservoarer och två tryckstegringsstationer på vägen. Provet var taget kl 10 denna gången eftersom bilen på kontrollrundan fick punktering. Annars tas alltid provet kl 14 i denna punkt.

”Hoppsan!”, sa modellören när han fick se resultatet av åldersberäkningen för punkt 22 i egenkontrollprogrammet. ”Här kan åldern vara 2 timmar eller 2 veckor, beroende på var vattnet kommer ifrån, undrar om det har någon betydelse för kvaliteten ?”.

”Då skulle det vara bra om Du kunde mäta åldern på vattnet” sa kommittén i VA-Forsk.

”Det blir inte lätt” sa den underdånige konsulten. ”Men kanske någon mer tycker att vi mäter det som går, räknar med en modell och tar prov för resten och ser om denna kombination kan ta oss en bit på vägen”.

Tack till VA-Forsk och de medverkande kommuner som ville bidra till att föra två vitt åtskilda utgångspunkter lite närmare varandra.

Tack också till personerna i referensgruppen som bidragit med råd och dåd:
Torsten Hedberg, Chalmers Tekniska Högskola och senare VA-Ingenjörerna.
Bo Berghult, Ann Elfström Broo, Göteborgs Universitet och senare Sweco.
Malte Hermansson, Göteborgs Universitet.

Johan Lindeblom på DHI skötte det mesta av mätningarna.

Bengt Zagerholm, DHI AB

Innehåll

- 1. Projektbeskrivning**
 - 1.1 Upplägg och genomförande**
 - 1.2 Beskrivning av mätutrustning och mätparametrar**
 - 1.3 Åldersberäkningar**
- 2. Mätningar i Göteborg**
 - 2.1 Allmänt**
 - 2.2 Beskrivning av distributionssystemet**
 - 2.3 Mätpunkter**
 - 2.4 Kompletterande provtagning**
 - 2.5 Hydrauliska observationer**
 - 2.6 Mätresultat punktvis**
 - 2.6.1 Tider för mätning och provtagning
 - 2.6.2 Utgående från Lackarebäcks vattenverk
 - 2.6.3 Vid Gråbergets reservoar
 - 2.6.4 Vid Kabelgatans tryckstegringsstation
 - 2.6.5 Utgående från Lackarebäcks vattenverk
 - 2.6.6 I Gråbergets reservoar
 - 2.7 Mätresultat parametervis**
 - 2.8 Analysresultat**
 - 2.8.1 Mikrobiologiska parametrar
 - 2.8.2 Korrosionsrelaterade parametrar
 - 2.9 Samband mellan hydraulik och kvalitet**
 - 2.9.1 Vattnets ursprung i mätpunkterna
 - 2.9.2 Transporttid från Lackarebäck till Gråberget
 - 2.9.3 Flödesbilden runt Gråberget
 - 2.9.4 Ålder kopplad mot kvalitet
 - 2.10 Korrosionberäkningar**
 - 2.11 Sammanfattning och diskussion av mätningarna i Göteborg**
- 3. Mätningar i Borås**
 - 3.1 Allmänt**
 - 3.2 Beskrivning av distributionssystemet**
 - 3.3 Mätpunkter**
 - 3.4 Kompletterande mätning och provtagning**
 - 3.5 Hydrauliska observationer och beräkningar**
 - 3.6 Mätresultat punktvis**
 - 3.6.1 Historik
 - 3.6.2 Tider och urval
 - 3.6.3 Sjöbo vattenverk
 - 3.6.4 Hässleholmens tryckstegringsstation
 - 3.6.5 Vid Önparkens reservoar
 - 3.6.6 Ripgatan
 - 3.6.7 Mätning i Hultabergs reservoar
 - 3.6.8 Mätning i Önparkens reservoar
 - 3.7 Mätresultat parametervis**
 - 3.8 Analysresultat**
 - 3.8.1 Mikrobiologiska parametrar
 - 3.8.2 Korrosionsrelaterade parametrar

- 3.9 **Samband mellan hydraulik och kvalitet**
- 3.10 **Korrosionberäkningar**
- 3.11 **Sammanfattning och diskussion av mätningarna i Borås**

- 4. **Mätningar i Jönköping**
- 4.1 **Allmänt**
- 4.2 **Beskrivning av distributionssystemet**
- 4.3 **Mätpunkter**
- 4.4 **Kompletterande mätning och provtagning**
- 4.5 **Hydrauliska observationer och beräkningar**
- 4.6 **Mätresultat**
- 4.6.1 Tider och urval
- 4.6.2 Utgående från Brunstorps vattenverk
- 4.6.3 Kaxholmen
- 4.6.4 Skärstad
- 4.6.5 Ölmstad
- 4.7 **Mätresultat parametervis**
- 4.8 **Analysresultat**
- 4.8.1 Mikrobiologiska parametrar
- 4.8.2 Korrosionsrelaterade parametrar
- 4.9 **Samband mellan vattnets ålder och kvalitet**
- 4.10 **Korrosionberäkningar**
- 4.11 **Sammanfattning och diskussion av mätningarna i Jönköping**
- 4.11.1 Korrosionsproblematiken
- 4.11.2 Övriga observationer

- 5. **Mätningar i Växjö**
- 5.1 **Allmänt**
- 5.2 **Beskrivning av distributionssystemet**
- 5.3 **Mätpunkter**
- 5.4 **Kompletterande mätning och provtagning**
- 5.5 **Hydrauliska observationer och beräkningar**
- 5.6 **Mätresultat**
- 5.6.1 Tider för mätning och provtagning
- 5.6.2 Utgående från vattenverket, fasta mätinstallationer
- 5.6.3 Mätpunkt 1, Sjöuddens vv
- 5.6.4 Mätpunkt 2, Teleborgs hr
- 5.6.5 Mätpunkt 3, Ingelstad
- 5.7 **Mätresultat parametervis**
- 5.8 **Analysresultat**
- 5.8.1 Mikrobiologiska parametrar
- 5.8.2 Korrosionsrelaterade parametrar
- 5.9 **Samband mellan hydraulik och kvalitet**
- 5.10 **Korrosionberäkningar**
- 5.11 **Sammanfattning och diskussion av mätningarna i Växjö**

- 6. **Mätningar i Malmö**
- 6.1 **Allmänt**
- 6.2 **Beskrivning av distributionssystemet**
- 6.3 **Mätpunkter**
- 6.4 **Kompletterande mätning och provtagning**
- 6.5 **Hydrauliska observationer och beräkningar**
- 6.6 **Mätresultat**
- 6.6.1 Tider och urval

- 6.6.2 Inkommande vatten från Vombverket
- 6.6.3 Inkommande blandvatten, Ringsjön och Vomb
- 6.6.4 Mät punkt 1, Kvarnby industriområde
- 6.6.5 Mät punkt 2, Käglinge
- 6.6.6 Mät punkt 3, inmatning via Vomb1
- 6.6.7 Mät punkt 4, Turbinen
- 6.7 Mätresultat parametervis**
- 6.8 Analysresultat**
- 6.8.1 Mikrobiologiska parametrar
- 6.8.2 Korrosionsrelaterade parametrar
- 6.9 Samband mellan hydraulik och kvalitet**
- 6.10 Korrosionsberäkningar**
- 6.11 Sammanfattning och diskussion av mätningarna i Malmö**

- 7. Generella slutsatser**
- 7.1 Förändring av enstaka kvalitetsparametrar**
- 7.2 Korrosionsrelaterade slutsatser**
- 7.3 Mikrobiologiskt relaterade slutsatser**
- 7.4 Sammanfattande slutsatser**

Bilagor

- 1. Resultat av kvalitetsmätningar och provtagning i Göteborg.
- 2. Resultat av kvalitetsmätningar och provtagning i Borås.
- 3. Resultat av kvalitetsmätningar och provtagning i Jönköping.
- 4. Resultat av kvalitetsmätningar och provtagning i Växjö.
- 5. Resultat av kvalitetsmätningar och provtagning i Malmö
- 6. Korrosionsberäkningar på ledningsnät i Jönköping, Bo Berghult och Ann Elfström Broo, Sweco
- 7. Inledande laboratorieförsök; samband kloröverskott-extinktion, Linda Werner, Göteborgs VA-verk.

1. Projektbeskrivning

1.1 Upplägg och genomförande

Projektet går ut på att utföra kvalitetsmätningar i 5 medverkande kommuner. Syftet är att undersöka om betydelsefulla förändringar i vattenkvaliteten inträffar på vattnets väg mellan vattenverket och abonnenterna. Grundidén är att man jämför mätresultaten från en referenspunkt, normalt vattenverket, med en eller ett par punkter ute på nätet. För mätningarna används DHIs mätvagn vilken beskrivs nedan. Utöver kontinuerlig registrering av de mätbara parametrarna tas även vattenprov för analys av andra parametrar.

För att öka möjligheten att förstå förekommande kvalitetsvariationer föreslås även beräkning av vattnets transport i systemet, främst vattnets historia och ålder i de olika mätpunkterna är av intresse.

De enskilda mätprojekten läggs upp så att ett en aktuell frågeställning i respektive kommun kan belysas. Insatserna gör alltså inte anspråk på att omfatta en allmän kartläggning av kvalitetsförhållandena i respektive system. Detta är i och för sig en önskvärd kunskap men innebär en större insats än vad som är möjligt inom ramen för detta projekt.

1.2 Beskrivning av mätutrustning och mätparametrar

Allmänt

De olika mätinstrumenten är monterade i en vagn som kan dras efter personbil. Se nedanstående bilder, de kvalitetsparametrar som används är:

- UVabsorbans
- turbiditet
- kloröverskott
- pH
- redoxpotential
- konduktivitet
- syre
- temperatur



Utöver kvalitetsparametrarna kan även trycket mätas. Vatten leds in i vagnen från en brandpost eller tappkran via plastslang. I vagnen reduceras trycket och leds till en mätträna där neddopningsarmaturerna är monterade och till de olika mätarna av genomströmningstyp. Flödet kan strypas in totalt och enskilt för de olika instrumenten. Flödet uppgår normalt till 4-6 l/min, knappt 0.1 l/s eller 8 m³/dygn. Mätvattnet släpps sedan ut genom en plastslang till lämplig brunn eller dike.

UVabsorbans är ett mått på organiskt innehåll i vattnet. Mätprincipen går ut på att man mäter hur stor del av ljus vid en speciell våglängd (254 nm) som absorberas i det aktuella vattnet. Mätning av UV-absorbans sker med ett specialbyggt instrument. Vattnet strömmar genom en kyvett med längden 4 cm där transmissionen av UV-ljuset mäts och absorbansen beräknas. Kalibrering görs med släckt lampa (0 % transmission) och mot ultrarent vatten (100 % transmission). Upplösningen är 0.01 enheter/4 cm vilket motsvarar 0.06 enheter mätt som COD_{Mn}. Mätningen baseras på att ljuset ska gå rakt igenom vattnet. Vid hög turbiditet kan detta påverka UV-mätningen, därför bör resultaten av dessa båda parametrar tolkas ihop. Den laboratoriemässiga UV-analysen föregås som standard av filtrering vilket gör att värdet i vissa fall kan bli lägre än för on-line-instrumentet. Dessutom används ofta en kyvettlängd på 1 cm vid laboratorieanalys vilket naturligtvis ger ett annat måttetal.

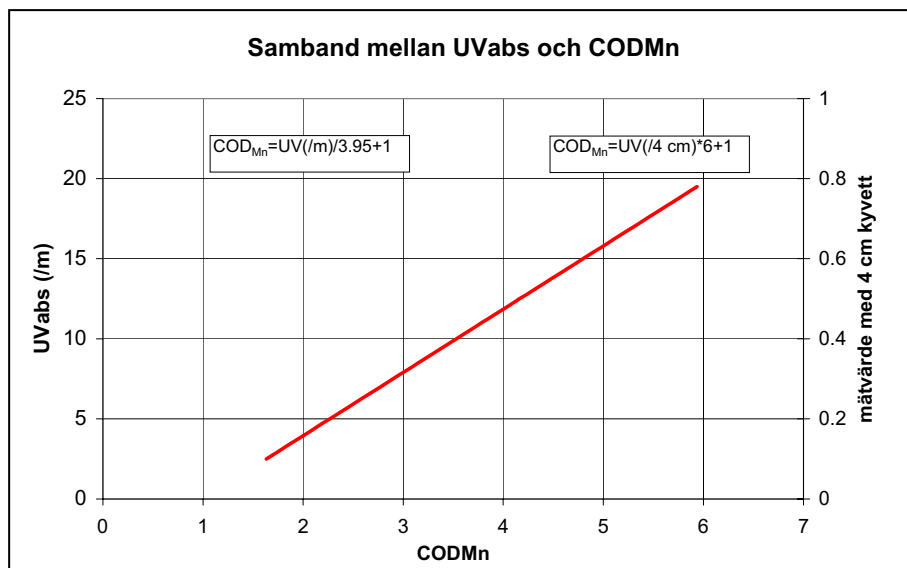
Den mest naturliga förklaringen till att halten organiskt material i dricksvatten på nätet kan variera är att halten i utgående vatten från verket varierar. Detta kan i sin tur bero på att råvattnets kvalitet varierar och att verket inte kan ställa om för att klara t ex en ökad halt organiskt material. Detta är de mer storskaliga och betydelsefulla variationerna.

På utgående dricksvatten från vattenverket förekommer ibland också småskaliga variationer, ofta med dygnsmönster. Ett omvänt mönster förekommer då för klorhalten. Vid vattenverket skapas variationen i utgående klorhalt av olika uppehållstid i lågreservoaren. Vid perioder med liten utpumpning ökar uppehållstiden i reservoaren och den genomsnittliga klorhalten minskar. Något omvänt samband mellan klor och UV har dock inte gått att visa i labbskala, VA-verket i Göteborg har gjort ett försök vilket redovisas i bilaga 7.

Det är känt att UV-absorbansen också kan ha ett pH-beroende. Vid vattenverket är dock i regel variationen i pH inte så regelbunden, det är därför mera långsökt att hitta ett samband mellan UV och denna parameter.

Vid en reservoar ute i distributionssystemet är mönstret ofta annorlunda. Här inträffar det att vatten som kommer ut från reservoaren har både lägre klorhalt och lägre UV-värde. I reservoarer sker ju för det mesta även en pH-sänkning vilket i sin tur påverkar klorets aktivitet. Även här finns alltså en möjlighet att UV värdet skulle vara beroende av pH och eller klor.

I Figur 1.1 visas ett diagram som baseras på det samband mellan UV och COD_{Mn} som Hernebering tog fram genom fältmätningar i 20 st vattenverk (VATTEN nr 43 år 1987).



Figur 1. 1. Samband mellan Uvabsorbans och COD_{Mn} baserat på Hernebring 1987.

Turbiditeten mäts med ett instrument av fabrikat GLI (Satron) som heter Accu 4 med ett mätområde mellan 0.000-100.0 NTU med fyra siffrors noggrannhet. Mätprincipen baseras på att reflektionen från två olika ljuskällor växelvis mäts i två detektorer vinkelrätt mot infalls-vinkeln.

Från grundvattenverk eller ytvattenverk med långsamfilter varierar turbiditeten normalt sett ganska lite. För verk med snabbfilter påverkas ibland turbiditeten av filterspolning speciellt om inte första filtrat förs till avlopp. Ganska nära efter verket avtar ofta turbiditeten när partiklar sedimenterar eller kalkrester löses. Under vattnets transport i ledningsnätet kan turbiditeten öka p.g.a. järnkorrosion. Ofta finns en korrelation mellan turbiditet och järnhalt. Men det förekommer också turbiditet som inte kan förklaras med förhöjd järnhalt. Detta kan t ex utgöras av mangan eller organiskt slam.

Det kan finnas anledning att tolka turbiditet ihop med UV-absorbans. UV-värdet påverkas i viss mån av ökad turbiditet vilken i sig inte behöver tyda på någon ökad halt av organiskt löst material. Vid grumlighetsmätning går mätningen ut på att registrera reflekterat ljus, till skillnad från UVabsorbans-mätning där ljuset som passerar rakt genom provet mäts. Då kommer en hög partikelhalt som blockerar ljusets väg självfallet att påverka mätvärdet.

Enligt dricksvattenkungörelsen är gränsvärdet för turbiditet 0.5 FNU vid vattenverket och 3.0 vid tappställe. För järn är gränsvärdet 0.1 mg/l vid vattenverket och 0.2 vid tappstället.

Mätning av pH sker med ett instrument av fabrikat GLI (Satron) med en kombinations-elektrod med dubbelreferens för kallt jonsvagt vatten. Kalibrering görs med buffertlösningar på pH 9 och pH 6.

Mätning av absolut pH-värde är svårt. Tätt kalibrering är viktig. Alla kemiska jämviktsprocesser, t ex syra-basjämvikter, påverkas av temperaturen. Därför är också pH-värdet hos ett givet vatten temperaturberoende.

Såväl korrosionsförlopp som mikrobiell aktivitet på nätet både påverkar och påverkas av pH-värdet. På ledningsnätet finns följande allmänna riktlinjer för tolkning av förändringar:

- Järnkorrosion höjer pH-värdet.
- Cementkorrosion ökar pH-värdet.
- Kontakt med luft, t.ex. i en reservoar, medför att luftens innehåll av koldioxid påverkar vattnets pH-värde. Vid för dricksvatten normala värden på pH medför detta att pH-värdet sänks.
- Mikrobiell aktivitet kan förväntas ge en produktion av kolsyra och därmed en viss sänkning av pH-värdet. Det är dock tveksamt om förändringen är mätbar.

Variationer i pH-värde ut från verket, med några tiondelar upp eller ner verkar vara omöjlig att undvika. Flödesproportionell dosering med varierande flöden och t ex filterspolning är faktorer som försvårar möjligheten att hålla ett jämnt pH.

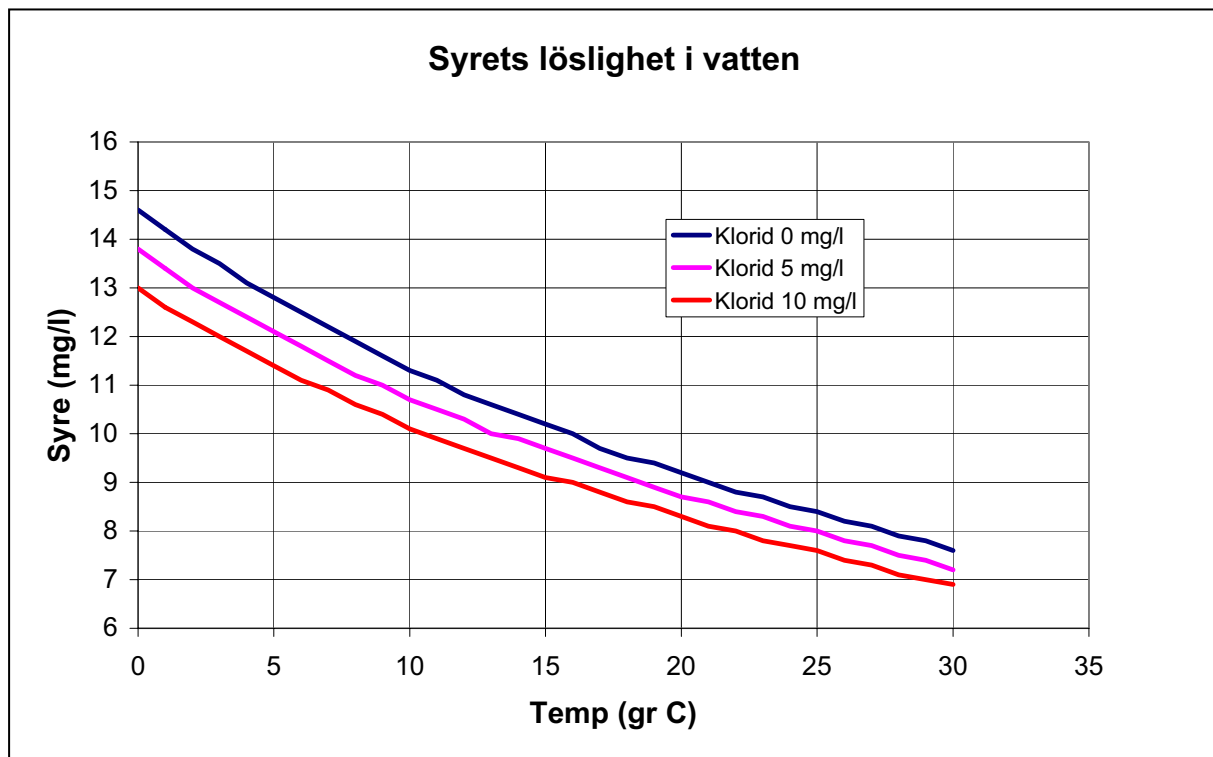
Redoxpotential mäts med ett instrument av fabrikat GLI (Satron) model P53. Elektroden är en kombinationselektrod med guldelektrod och referenselektrod av silver med silverklorid i referensdelen. Mätområdet har valts till – 1500 till + 1500 mV. Mätaren kan inte kalibreras.

Redox-potentialen visar om miljön i vattnet är reducerande eller oxiderande. T ex tillsats av oxidationsmedel för desinfektion (klor, ozon) höjer redoxpotentialen, vilken sjunker varefter oxidationsmedlet förbrukas.

Redoxpotentialen är ett mått på elektronaktiviteten i ett ämne. Ett ämne som oxideras avger elektroner och ett ämne som upptar elektroner reduceras. Mätning av redox-potential i dricksvatten är vanskligt eftersom man mäter i en blandning av en rad processer av vilka många är okända och kanske inte i jämvikt. Mätetalet som registreras är ett mått på den samlade reduktions- eller oxidationskapaciteten för alla ingående ämnen.

Syrehalten mäts med ett instrument av fabrikat GLI (Satron). Mätprincipen baseras på strömmätning mellan en blykatod och silveranod i en elektrolyt där strömmen är proportionell mot syrehalten. Kalibrering sker mot mättad och syrefri lösning. Kalibreing kan också göras i luft.

Dricksvattenberedningen påverkar inte syrehalten nämnvärt, förutom luftning och flotation, utan dricksvattnet har i regel samma syrehalt som råvattnet. För ytvattenverk innebär detta att vattnet normalt är nästan mättat med syre. Mättnadskoncentrationen är främst temperaturberoende, se Figur 1. 2.



Figur 1. 2. Syrets löslighet i vatten som funktion av temperaturen.

Klor mäts med hjälp av en Hach CL 17. Mätprincipen är colorimetrisk och baseras på tillsats av buffertlösning och av reagens vilket ger en färgändring som är proportionell mot provets klorhalt. Man kan välja att mäta totalt klor eller fritt klor genom att använda olika reagenser. Kalibrering kan göras mot lösningar med känd klorhalt.

För alla projekt förutom Göteborg har även använts en klormätare som baseras på en elektrod i en genomströmningsskivett. Typen heter Dulcometer D1C och leverantör är ProMinent Doserteknik. Kalibrering kan göras mot lösningar med känd klorhalt.

Klordioxid (ClO_2) har en mycket god momentan desinfektionseffekt men liten bestående effekt på ledningsnätet. Den är därför inte så intressant med avseende på ledningsnätet. Vid dosering till vatten av klorgas (Cl_2), natriumhypoklorit (NaClO) eller kalciumhypoklorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) blir de verksamma substanserna löst klor, underklorsyrlighet och hypoklorit. Jämviktsförhållandet mellan de verksamma substanserna är pH-beroende.

Man mäter olika typer av klor med samma instrument. Avgörande för om det är totalt eller fritt kloröverskott man mäter är typen av reagens (Hach) eller elektrod (Prominent). I dricksvattenkungörelsen föreskrivs att totalt kloröverskott ska mätas. Det är också detta som kommunerna normalt mäter. I detta fall har därför också totalt kloröverskott valts.

Konduktiviteten mäts med en mätare av fabrikat GLI (Satron) typ C53. Givaren är av neddoppningstyp med kontaktmätcell. Kalibrering kan göras mot lösning med känd konduktivitet. Konduktiviteten visar på vattnets halt av lösta salter och kan vara ett bra spårämne om man har flera olika vattentäkter med olika konduktivitet.

Temperaturen tas ur konduktivetsmätaren (pT 100) alternativt från syremätaren.

Temperaturen påverkas olika i reservoar och i ledningsnät. Vintertid kan kallt ytvatten få en höjd temperatur i markförlagda ledningar och förmodligen få en sänkt temperatur i

reservoarer. Sommartid kan varmt ytvatten få en sänkt temperatur i förhållandevis kalla marklager och kanske få en höjd temperatur i reservoarer. Att mäta temperaturen kan vara en bra metod att spåra vattnets väg genom distributionssystemet.

1.3 Åldersberäkningar

Som ett komplement till kvalitetsmätningar och analyser utförs beräkningar av vattnets historia och ålder i mätpunkterna. Tidigare erfarenheter visar att vattnets väg till en punkt och dess ålder kan ha en avgörande betydelse för olika kvalitetsparametrar. Det är härvid avgörande att beräkningarna baseras på verkliga uppmätta värden för den period som mätningarna utförs. Randvillkor måste alltså beskrivas med t ex uppmätta flöden från vattenverket och nivåer i reservoarer för hela den aktuella perioden. Typdygn som upprepas i en åldersberäkning ger endast uppfattning om den principiella bilden och inbegriper inte resultatet av varierande flöden, nivåer eller förbrukning.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se