

## Dricksvattenkommitténs resa till Skottland 15-17 november 2017

Svenskt Vattens dricksvattenkommitté valde denna gång att göra sin resa till Skottland för att ta del av deras erfarenheter kring användning av membran i dricksvattenproduktion samt för att etablera nya samarbeten mellan länderna. Under resan besökte vi två vattenverk som båda hade membranläggningar som en del av sina processlösningar. Mellan besöken hade vi tid för diskussion och erfarenhetsutbyten.

I Skottland ansvarar Scottish Water för både dricksvatten- och avloppsanläggningar i hela Skottland. De har ca 2500 anställda, 245 vattenverk och nästan 5000 mil vattenledningar som förser 2,5 miljoner hushåll med dricksvatten. 200 000 analyser utförs varje år och målet är att 99,93% av proverna ska vara godkända vid konsument.

Till skillnad från Sverige finns det i Skottland ett krav på en relativt hög klortillsats till dricksvattnet innan det går ut på ledningsnätet för att säkerställa ett kloröverskott i hela distributionsområdet (>0,4 ppm). Anledningen till denna höga klordosering är att de enligt lagen har ansvar för alla sjukdomsfall inom distributionsområdet som kan kopplas till bristande vattenkvalitet. Detta orsakar problem eftersom det organiska materialet i vattnet i kombination med höga klordoser skapar kloreringsbiprodukter såsom trihalometaner (THM). I vissa fall blir koncentrationen av dessa ämnen så hög att vattnet blir otjänligt.

Eftersom vattnet i många av Skottlands sjöar blir allt brunare till följd av minskad sur nederbörd och klimatförändringar, blir det också allt svårare att hålla nere innehållet av organiskt material i dricksvattnet och på så vis begränsa bildandet av dessa biprodukter. Denna problematik ser Scottish Water som sin främsta utmaning framöver och de jobbar dels med hur man kan begränsa tillförsel av organiskt material till vattentäkterna, dels med utvärdering av olika tekniker för avskiljning av organiskt material i beredningsprocessen bl.a. genom pilotförsök och deltagande i olika FoU-projekt med koppling till detta. Ett exempel på detta är NOMiNOR-projektet som nyligen avslutades med deltagare från bl.a. både Skottland och Sverige. I takt med att man börjar övervaka sitt ledningsnät bättre med nya analystekniker bl.a. flödescytometri, börjar man även se att ett skifte från klordesinfektion till UV-desinfektion är möjligt.

Skottland har idag 95 vattenverk med membraninstallationer som totalt står för ca 15 % av den totala dricksvattenproduktionen. Syftet med membraninstallationerna är färgreduktion, vilket kräver ett nanofiltreringsmembran (NF), alternativt mikrobiologisk barriär mot parasiten *Cryptosporidium* och då räcker det med ett ultrafiltreringsmembran (UF). Ca 80 av installationerna använder tubulära eller spirallindade NF-membran från Trysep, Koch eller PCI medan 12 har UF-membran av hålfibertyp från Evoqua eller Pentair. Det finns även ett par anläggningar där man använder tightare membran, s.k. reverse osmosis (RO) för att ta bort mangan. NF-membran innebär höga kostnader och används därför huvudsakligen på mindre vattenverk där kostnaden anses vara hanterbar. För större vattenverk utreder man därför andra, mindre kostsamma tekniker för färgreduktion som t.ex. jonbytesprocesser, aktivt kol och avancerade oxidationsprocesser. Av den totala produktionskapaciteten i vattenverken med membraninstallationer är det bara 10 % av volymen som passerar ett NF-membran medan resterande 90 % passerar de 12 anläggningarna som använder UF-membran. Detta ser liknande ut i Sverige där

spirallindade NF-membran används på flera mindre vattenverk i Sverige, såsom Partille, Öland och Gotland, medan några större vattenverk, där huvudsyftet är mikrobiologisk barriär, valt att satsa på UF-membran, såsom Lackarebäck i Göteborg och Kvarnagården i Varberg.

Anledningen till att det endast är UF-membran från Pentair och Evoqua som finns på marknaden i Skottland är att alla produkter i kontakt med dricksvatten måste passera genom Storbritanniens certifieringssystem och det kostar strax under 1 miljon kronor att testa ett enskilt membran. Om ett företag ska ta sig igenom denna certifiering måste de också vara säkra på att det finns en tillräckligt stor marknad för deras produkt så att de kan tjäna in dessa pengar med marginal. Detta är baksidan med att ha nationella certifieringssystem som säkerställer att vi använder säkra produkter.

## **Studiebesök på vattenverket Loch Aishe**

Vattenverket Loch Aishe ligger utanför Inverness i Norra Skottland. Vattenverket byggdes 2002 och förser idag knappt 50 000 personer med dricksvatten. Medelproduktionen är ca 22 000 m<sup>3</sup>/dygn.

Vattenverket tar 15 % av sitt råvatten från den närliggande sjön Loch Aishe. Resterande 85 % kommer ifrån en annan närliggande sjö vilken både är större och av bättre kvalitet än Loch Aishe. Färgtalet på inkommande vatten ligger runt 8 Hazen. Sjöarnas tillrinningsområde ligger i ett jordbruksområde som till största del utgörs av betesmarker för får och det är just parasiter (Cryptosporidium) från får och påverkan från vilda djur som Scottish Water här ser som de största riskerna.

Det första man möts av när man besöker ett skotskt vattenverk är vattenverkets säkerhetsrutiner för besökare. Denna gång skrev vi in våra namn i en besöksbok, därefter tog alla på sig skor med stålhatta, skyddsglasögon, handskar och varselväst. Detta är lite annorlunda än hur det fungerar på de flesta svenska vattenverk. Fokus låg mycket på att undvika att besökare skadas av kemikalier under rundvandringen.

Vattenverket har ett 15 år gammalt styrsystem från Allen Bradley som de planerar att byta ut mot ett Siemenssystem. De har tidigare försökt styra processen på ett kostnadsoptimalt sätt och anpassat produktionen till lägre elpriser på nätterna, men dock inte lyckats på grund av begränsningar i styrsystemet.

Inkommande vatten filtreras först genom en grovsil på 6 mm i sjön. När vattnet når vattenverket mäts b.l.a. färgtal (Hazen), turbiditet (NTU) och pH. Vattnet filtreras sedan genom ett trumfilter från HydroTech (tillverkade i Sverige) med 80 µm porstorlek. Därefter justeras pH-värdet med saltsyra för att erhålla 6,8 efter fällning och därefter tillsätts koagulant (polyaluminiumklorid). Doseringen av koagulant styrs av färgtalet på inkommande råvatten. Vattnet passerar sedan en flockningskammare med en uppehållstid på ca 15-20 min innan vattnet pumpas in till UF-membranen. Membrananläggningen är av samma typ som i Lackarebäck i Göteborg och Kvarnagården i Varberg, d.v.s. horisontellt installerade hålfibermembran från Pentair med en porstorlek på 20 nm. Med hjälp av mikroflockarna som bildats separerar membranläggningen mycket effektivt virus, bakterier och parasiter från vattnet. Efter membranläggningen tillsätts klor, ammoniumsulfat och fosforsyra innan vattnet går ut på ledningsnätet. Fosforsyra tillsätts för att förhindra blykorrosion i ledningsnätet.

Ett imponerande arbete hade gjorts för att minimera läckage i ledningsnätet. Genom ett intensivt arbete för att detektera läckor har vattenförbrukningen minskat från 35 000 m<sup>3</sup>/dygn till 22 000 m<sup>3</sup>/dygn enbart genom minskat läckage. I vissa områden i Skottland är läckaget fortfarande upp till 70 % av vattenförbrukningen medan det normalt ligger runt 25 %.

### **Mer detaljerad information om membranläggningen**

Driften var mycket nöjd med membranläggningen. Anläggningen är byggd med rostfria höljen till membranen (likt vattenverket i Roetgen i Tyskland) till skillnad mot de svenska anläggningarna som byggts med plasthöljen. Totalt består anläggningen av 9 rack med membran varav 2 används som ett andrasteg för att hantera backspolningsvatten från membranen i första steget. De 7 racken i första membransteget innehåller vardera 96 membranelement (4 per hölje) med en membranyta på 40 m<sup>2</sup>/membranelement.

Inkommande tryck är 1 bar, flödet över membranytan är ca 70 l/mh och det totala utbytet över anläggningen är ca 98,5 % . Filtringstiden är ca 60 min mellan varje backspolning och efter 80 st backspolningar genomförs en tvätt med kemikalier, s.k. cleaning enhanced backwash (CEB). I en tvättsekvens utförs först ett basiskt steg vid pH 12 med tillsats av natriumhypoklorit följt av ett surt steg vid pH 3. Soakingtiden är 20 min i respektive steg. Tvättilösningen neutraliseras och avkloreras sedan med natriumbisulfid innan den leds till avlopp. Permeabiliteten över membranen har legat stabilt runt 500. Membranens livstid beräknas till ca 5-7 år då antalet fiberbrott börjar bli ett problem, speciellt i andrasteg som utsätts för en hårdare miljö. 50 fiberbrott per modul i snitt över anläggningen är gränsen för vad som är accepterat. När membranen är nya är det endast något enstaka fiberbrott om året. Ett integritetstest görs en gång i veckan för att upptäcka fiberbrott.

Sedan idrifttagningen 2012 har membran bytts ut två gånger. Vid det första tillfället släppte linningen i tanken före membranen så att delar av denna kom in i membranen och slet sönder dessa, vilket innebar att membran fick bytas ut tidigare än planerat.

Nya membran innehåller glycerin som konserveringsmedel och innan de kan tas i drift måste kemikalien spolats ur. I en stor anläggning med rätt design är detta inte ett problem eftersom ett rack kan ställas av och avleda permeatet till avlopp under en tid. I en mindre anläggning kan detta däremot vara ett större problem då dessa ofta endast består av ett eller två rack. Av denna anledning används denna anläggning även till att spola ut glycerin ur nya membran som senare ska användas i mindre anläggningar.

### **Studiebesök på vattenverket Aviemore**

Detta vattenverk ligger i Aviemore och har grundvatten som råvatten. Anläggningen byggdes 2012 och har en kapacitet på ca 7 000 m<sup>3</sup>/dygn.

Processen på detta vattenverk är relativt enkel. Grundvatten pumpas upp från fyra borrhål. Kemiska parametrar som pH, färg och turbiditet kontrolleras och vattnet filtreras sedan genom ett UF-membran från Evoqua varefter klor, ammoniumsulfat och kalk tillsätts vattnet innan det går ut på ledningsnätet. Anläggningen har fungerat utan större problem sedan den togs i drift vilket delvis beror på att vattnet de filtrerar är så pass rent från början. I Sverige hade ett grundvatten med denna kvalitet troligtvis endast behandlats med UV-ljus innan distribution på ledningsnätet.

Tidigare bestod dricksvattnet i distributionsområdet av klorerat grundvatten och man var i allmänhet nöjd med sitt dricksvatten. Råvattenkvaliteten här är god med låga färgtal, utan

förhöjda halter av järn eller mangan. I området finns dock betesmarker med får vilket innebär att *Cryptosporidium* är en risk och därför togs beslutet att bygga en ”crypto-barriär” i form av ett processteg med UF-membran.

Denna installation har lett till att vattenkvaliteten har förbättrats och mer mikroorganismer tas bort genom processen. Dock har det renare vattnet lett till att de höga klordoser som ska doseras i Skottland (> 0,4 ppm i överskott i alla delar av ledningsnätet) inte har något att reagera med på sin väg ut till konsumenterna, vilket har fått till följd att dricksvattnet fått en tydligare klorsmak än tidigare. Därför har en hel del kritik riktats mot installationen från allmänheten. För att gå allmänheten till mötes och minska lukt- och smakproblemen tillsätts nu även ammoniumsulfat för att istället bilda monokloramin. Nu har kritik om att två kemikalier nu tillsätts vattnet, istället för en, uppstått. Detta är ett tydligt exempel på hur viktigt det är att fundera över hur en framtida process kan komma att påverka ledningsnätet samt hur viktigt det är med kommunikation och information till allmänheten inför denna typ av installationer.

### **Mer detaljerad information om membranläggningen**

Membranen från Evoqua skiljer sig mot membranen från Pentair på flera olika sätt. Pentair tillverkar sina membran av polyetersulfon (PES) medan Evoqua tillverkar sina membran av polyvinylidfluorid (PVDF). Flödet genom PES-membranen är inifrån hålfibern och ut, medan flödesvägen för PVDF membran är den omvända. Flödet över membranytan var här ca 40 l/mh. PES-membran hålls rena genom en backspolning ca en gång i timmen, då vatten pumpas baklänges genom membranet, i kombinationen med det som kallas chemical enhanced backwash (CEB) några gånger i veckan, d.v.s. vatten med kemikalier pumpas baklänges genom membranet. PVDF membran rengörs genom en annan typ av backspolning som kombinerar ett bakåtriktat flöde med luftbubblor. Luften skapar en rörelse hos fibern som gör att smutsen trillar av. En mindre mängd kemikalier tillsätts ibland till denna backspolning precis som till PES-membranen. Däremot är denna rengöring inte lika effektiv som i PES-membranen, så rengöringen måste kompletteras med så kallad cleaning in place (CIP) i ett intervall som varierar mellan en gång i månaden och en gång om dagen. Vid den besökta anläggningen genomförs CIP varannan vecka. PVDF-membran tål högre klorkoncentration än PES-membran, medan PES-membran kan hantera både högre och lägre pH, vilket avspeglar sig i kemikaliesammansättningen som används vid rengöring.

Scottish Water har andra vattenverk med Evoqua-membran med flockning före membranen. Flockarna som ska avskiljas av membranen ökar belastningen på dessa vilket medför problem med rengöringen av membranen. Fibrerna i mitten av membranstacken har inte kunnat rengöras, troligen eftersom luft och kemikalier inte kommit åt smutsen och lyckats lösa upp den på ett tillräckligt effektivt sätt. Erfarenheten är också att fiberbrotten på dessa membran varit betydligt mer frekvent förekommande än för Pentair-membranen.