

Årstidsvariasjoner i vannkvalitet og utfordringer mht behandling

Eksempler fra Aurevann

Av Karin Ugland Sogn

Karin Ugland Sogn er kvalitetsleder ved Bærum Vann A/S

Innlegg på fagtreff 16. februar 2004

Innledning

Aurevann vannbehandlingsanlegg drives av Bærum Vann AS (BVAS), som er heleid av Bærum kommune. Bærum Vann har 6,5 årsverk fordelt på daglig leder, kvalitetsleder, 4 driftsoperatører og 1/2 sekretærstilling. BVAS er en ren produksjonsbedrift, som kun har en kunde, nemlig Bærum kommune, som kjøper vannet og igjen leverer det gjennom sitt distribusjonsnett til kommunens innbyggere. Det er i dag ca 65 000 innbyggere i Bærum kommune som får sitt drikkevann fra Aurevannsanlegget. Vannverket leverer ca 13,5 mill. m³ vann per år.

Beskrivelse av nedbørsfeltet

Aurevann vannbehandlingsanlegg ligger i Bærum kommune, helt innerst i

Lommedalen. Vassdraget som forsyner vannbehandlingsanlegget med råvann, består av flere vann der Aurevann er det nederste. Videre nordover ligger Småvann, Byvann og Trehørningen. Fra Trehørningen er det boret en overføringstunnel på ca. 2,5 km fra Søndre Heggelivann. Aurevannsanlegget forsynes derfor også med vann fra Heggelivassdraget. Nedbørsfeltet befinner seg i relativt uberørt naturområde.

Nedbørsfeltet har en gjennomsnittlig avrenning årlig på omkring 15,3 mill. m³ vann. Vannverket utnytter omkring 90 % av den naturlige tilrenningen i vassdraget.

Tilførselen av vann til vannbehandlingsanlegget reguleres ved demninger i Aurevann og Byvann og ved overføringstunnelen fra Søndre Heggelivann.

Tabell 1: Innsjøer i nedbørsfeltet til Aurevann vannbehandlingsanlegg

Innsjø	Max dybde	Volum	Teoretisk oppholdstid
Aurevann	22 m	2,0 mill.m ³	47 døgn
Småvann	9 m	0,5 mill.m ³	12 døgn
Byvann	34 m	4,4 mill.m ³	105 døgn
Trehørningen	22 m	1,0 mill.m ³	24 døgn
Søndre Heggelivann		6,5 mill.m ³	155 døgn
Nordre Heggelivann		3,5 mill.m ³	84 døgn

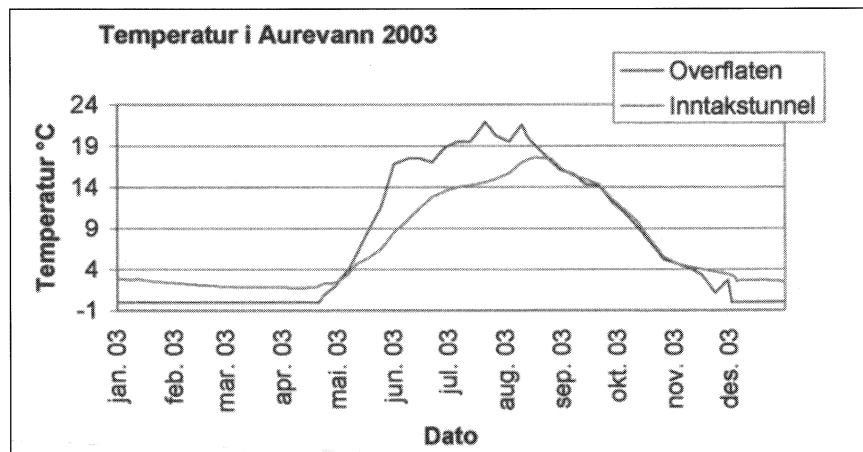
Alle vannkildene i Aurevann's nedbørsfelt må karakteriseres som typiske norske overflatevannkilder som befinner seg i skogsområder. De er humusholdige, ionefattige og svakt sure med en pH på omkring 6,5. Nedbørsfeltet ligger i beskyttet omgivelse uten direkte å være utsatt for forurensning fra andre menneskelige aktiviteter enn fiske og friluftsliv. Vannene fra Trehørningen og sydover er i tillegg beskyttet med restriksjoner slik at det ikke er lov å campe eller bade der. Det er også et begrenset beite av husdyr i området. Vannene er ikke beskyttet med gjerde. Ville dyr som elg rådyr, gaupe, rev, smågnagere og fugler lever i området.

Råvannstemperatur

Råvannsinntaket til vannbehandlingsanlegget ligger på 13 meters dyp i Aurevann. De hydrologiske egenskapene i vannet er ikke helt kartlagt, men det store vannuttaket til vannbehandlingsanlegget fører trolig til at strømningseffekter i vannet suger overflatevann ned mot inntaket. Aurevann er en grunn innsjø. Det kan ikke påvises noe klart sprangsjikt i vannet. Dette fører til at vannkvaliteten i råvannet som taes inn til vannbehandlingsanlegget under visse omstendigheter vil kunne endre seg hurtig.

Den første og mest forutsigbare variabelen i vannet er temperaturforandringene gjennom året. Temperaturen i inntakstunnelen varierer fra under 2 °C til omkring 18 °C.

Fig 1: Typisk temperaturtrend for Aurevann i overflaten og i inntakstunnelen.



Vinterstid, når det er is på vannet, er vanntemperaturen i overflaten nær 0 °C. Vannet er, som kjent, tyngst ved 4 °C, men temperaturen ved inntaket oppnår likevel lavere temperatur enn dette. I drøye 5 måneder er inntaks-

vannet til Aurevannsanlegget under 4 °C. Normalt går isen på Aurevann omkring 10. mai og temperaturen i overflaten stiger fra 0 °C til 16–18 °C i løpet av en måned, se fig 1. Temperaturen i inntaksvannet til vannbe-

handlingsanlegget følger etter, men når ikke maksimumstemperaturen i vannet. Så lenge vanntemperaturen ved 13 meters dyp er lavere enn på overflaten, er inntakstunnelen relativt godt beskyttet mot uønsket forurensning fra overflatevannet. Når temperaturen i overflaten begynner å avta om høsten, vil de to temperaturkurvene nå hverandre raskt for så å følge hverandre hele veien til temperaturen viser 4 °C helt til vannet i overflaten er kaldere enn ved inntaket. Denne situasjonen synes, ut fra målingene gjort i 2003, å pågå hele høstsesongens 3 måneder. På denne tiden av året er inntaksvannet spesielt sårbart overfor overflateforurensning. Høstsesongen er også utsatt for mye

regn og vind, som bidrar til hurtigere omrøring i vannet.

Bakterier i Aurevann

Eksempler på bakterietall i overflatevannet og i inntakstunnelen i forbindelse med temperatur og nedbør er vist i tabell. 2. Generelt viste bakteriemålingene lave verdier i 2003. Tabellen viser kun de høyeste verdiene som ble påvist i 2003 og er derfor ikke representativ for hele året. I juli er forskjellen i temperatur mellom overflaten og inntaket stor og bakteriene når ikke ned til tunnelen. Fra september og utover ser man tydelig at tunnelen mottar tarmbakterier i samme størrelsesorden som det som observeres på overflaten.

Tabell 2: Koliforme bakterier og *E.Coli* i overflatevann og inntaksvann sammen med temperatur og nedbør 2003.

Dato	Temp. °C		Nedbør i mm Siste dgn	Overflate		Inntakstunnel	
	Overfl	Tunnel		KB	E.Coli	KB	E.Coli
30.juni	18,8	13,5	13,3	25	4	0	0
7.juli	19,5	14,0	0	5	4	0	0
9.juli	19,5	14,0	23mm/3t	22	15		
14. juli	19,5	14,2	5,9	15	1	0	0
21. juli	21,9	14,6	16,6	27	2	1	0
28. juli	20,2	15,0	48,2	36	6	2	0
8.sept	15,6	15,4	22,4	10	1	6	0
11.sept	15,0	14,9	0	62	1	6	0
23.sept	14,2	14,3	49,3(sterk vind)	14	2	10	3
25.sept	13,2	13,3	0	27	19	27	27
2.okt.	11,5	11,9	0	14	2	7	3
6.okt.	10,8	11,2	0 (20,8 mm fra 6. – 7. okt)	3	0	5	1
13.okt	9,7	9,7	0	5	1	4	0
3.nov	4,7	4,7	56,2	4	0	4	4
4.nov	4,6	4,7	6,5	18	2	3	3
5.nov	4,5	4,6	0	5	3	6	5
6.nov	4,4	4,5	0	14	3	21	11
10.nov	4,1	4,3	0	10	6	3	1
19.nov	3,2	3,9	0	4	1	5	2
24.nov	1,1	3,7	0	5	5	1	1

E.Coli er valgt som indikator for tilstanden i inntakstunnelen fordi dette er eneste parameter som viser "sikre tarmbakterier". Som forventet er disse tallene høyest i høstperioden når temperaturen i overflatevannet og inn-

taksvannet er noenlunde det samme. Spesielt ugunstig er det ved mye nedbør på kort tid og dersom jordsmonnet allerede er mettet med vann. Fig 2 viser *E.Coli* målt i råvannskilden til Aurevann de siste 3 årene.

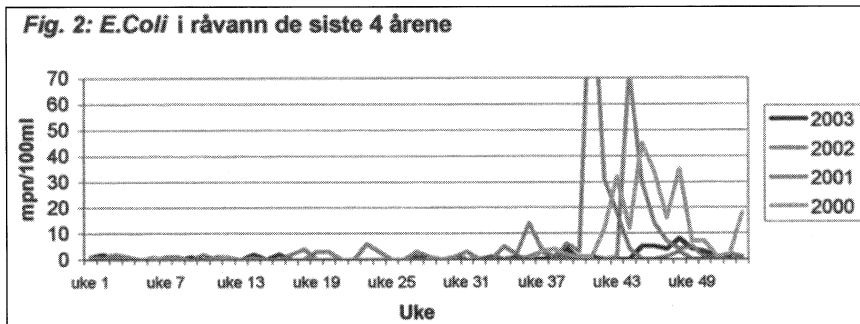


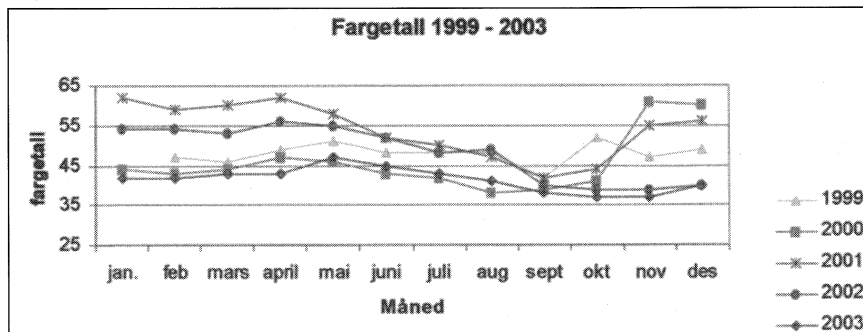
Fig.2 illustrerer inntaksvannets sårbarhet om høsten. Hver høst observeres *E.Coli* i inntakstunnelen, selv om nivåene i 2003 var lave. Resultatene viser imidlertid at tilførselen av *E.Coli* kan være betydelige under ekstrem værissuasjon.

Fargetall i Aurevann

Fargetallet i Aurevann varierer i området 35 til 60 mgPt/L. Som fig 3 viser, varierer fargetallet fra år til år, men en generell trend er at fargetallet avtar fra april til oktober og øker om høsten for å holde et generelt høyere

nivå i vintermånedene. Figuren illustrerer at høsten 2000 fikk råvannet en markant økning i farge som hang sammen med den usedvanlige fuktige høsten med en etterfølgende mild vinter. Det milde været gjentok seg i 2001. Disse trendene med fargetallsøkning mot utgangen av året gjentok seg ikke i 2002, som gjenspeiler at vinteren 2002 -2003 var en "normal" kald vinter uten stor avrenning fra omgivelsene. Heller ikke ved utgangen av 2003 fikk fargetallet en økning. Figuren viser at 2003 også hadde et mer stabilt fargetall gjennom hele året.

Fig 3: Årlig variasjon i fargetallet i Aurevann de siste 5 årene

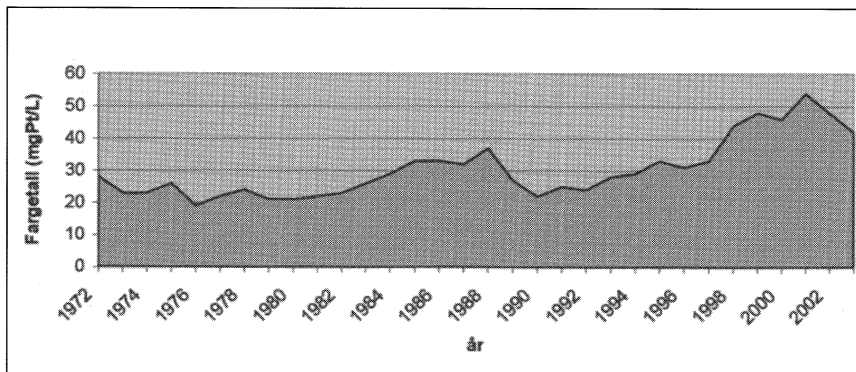


Disse fargetallskurvene viser spesielt at våte og milde vintre gir økt fargetall i inntakstunnelen. Normalt kalde vintre er gunstig for fargetallutviklingen i vannet.

Fig. 4 viser et gjennomsnittelig fargetall over året i Aurevannsinntaket

helt fra 1972 og frem til i dag. Denne viser en topp rundt årtusenskifte. Kurven verifiserer det som mange vannverk har observert, nemlig at de milde vintrene i Norge påvirker vannkvaliteten i råvannskildene.

Fig. 4: Fargetallsutvikling i Aurevann de siste 30 årene



Når man sammenlikner fargetall over en så lang periode må man ta i betraktning at metodikken har endret seg. I 1987 kom Norsk Standard 4787 som sa at fargetall bør måles spektrofotometrisk ved 410 nm på prøver filtrert gjennom et membranfilter på 0,45 µm. Det er viktig at man sammenlikner fargetall som er korrigert for turbiditet. Målingene som er gjort på Aurevann før 1987 er utført med en visuell metodikk. Denne har noe dårligere målenøyaktighet, men fordelen med den visuelle metodikken er at den også korreterer for turbiditet.

Beskrivelse av prosessen.

Aurevann vannbehandlingsanlegg er i første rekke bygget for å fjerne organisk stoff og høyt fargetall. En effektiv måte å gjøre dette på er ved kjemisk felling. Ved Aurevannsanlegget

tilsettes aluminiumsulfat og polymer for koagulering og flokkulering med etterfølgende filtrering gjennom tre-mediafiltre. Vannet alkaliseres med karbondioksid og hydratkalk for korrosjonsbeskyttelse og tilsettes klor til slutt for desinfeksjon.

Det er ingen kloakkforbindelse opp i skogen til Aurevannsanlegget. Bærum Vann har derfor i tillegg til drikkevannsanlegg også et avvanningsanlegg for slammet som tas ut av råvannet. Slammet brukes som jordforbedringsmiddel, mens rejeftvannet fra avvanningen går gjennom laguner og infiltrasjonsgrøft før det ender i Vesleelva. Prosessen knyttet til avvanningen er en del av hele prosessen på Aurevann. Begge prosessavsnittene er avhengig av hverandre og bør fungere optimalt.

Tiltak og mål for overvåkningen av råvannskvalitet

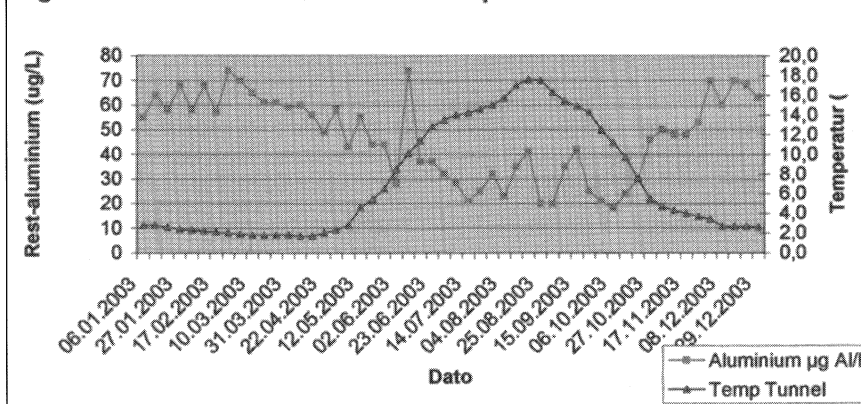
Kaldt vann har ikke ført til at rentvannet har fått noen dårligere vannkvalitet. Alle parametrene i Drikkevannsforskriften har hele tiden vært godt innenfor kravene. Men noen forhold kan bemerkes:

At temperaturen varierer over et så stort spenn over året fører i seg selv til ulike fysiske og kjemiske betingelser for prosessen. De kjemiske reaksjonene går langsommere i kaldt vann og dette merker vi spesielt for koagulering og i flokkuleringstrinnet. Vi har observert at restaluminium er noe høyere i det behandlede vannet om vinteren. Dette tyder på at bindingen mellom aluminium og humus er svakere i kaldt vann. Fig 5 illustrerer dette. Når temperaturen kommer under 10 °C øker restaluminium i rentvannet fra under 40 til 50-70 µgAl/L.

Etter 5 års drift av Aurevannsanlegget ser det likevel ikke ut til at problemene for prosessen i kaldt vann har blitt så store som man kunne frykte.

Erfaringer med hensyn til temperaturvariasjonene i inntaksvannet, er at koaguleringen og fnokkdannelsene er raskere, mer effektive og fordeler seg bedre i filtermaterialet når vannet oppnår 10 °C og høyere. Dette utnytter vi ved å redusere fellingskjemikalienes. Om det er mulig å optimalisere kjemikaliedoseringene på en slik måte at konsentrasjonen av restaluminium kan holdes like lav gjennom året vet vi foreløpig ikke. Restaluminium i rentvannet er uansett lavt i henhold til Drikkevannsforskriftens krav. BVAS holder nå på med optimaliseringsforsøk som i tillegg til å gi best mulig felling i filterne også til en viss grad vil kunne gi oss noen svar på kjemikaliedoseringer i forhold til temperatur og fargetall.

Fig 5: Rest-aluminium i rentvann mot temperatur i råvann



Fargetallet i inntaksvannet overvåkes kontinuerlig online. Rutinemessig tas det prøver av inntaksvannet, av vann etter hver av de to filterlinjene og i

rentvannsmagasinet. Disse analyseres ukentlig for koliforme bakterier og *E.Coli* ved hjelp av Colilert 18-metodikk.

Styrtregn med avrenning fra omgivelsene i nedbørsfeltet har ført til økt fargetall og økt bakterietall i inntaksvannet. I slike tilfeller skal driftsoperatøren på Aurevann ta ekstra daglige prøver av overflatevannet og inntakstunnelen, samt etter filterlinjene for bakterieanalyser. Dette gjør vi i første rekke for å bli kjent med kilden, dernest for å passe på at filterprosessen ikke slipper bakterier gjennom. Ved økt fargetall økes kjemikaliedoseringen til fellingen. Vi har som mål å kunne dosere aluminium som en funksjon av fargetallet.

Problemer med lukt og smak

Et annet problem som fra tid til annen har kommet fram i Aurevann er lukt og smak som av myr. Alle som ferdes ute i skog og mark har merket denne lukten, og den er en del av de naturlige nedbrytningsproduktene fra biologisk materiale i naturen. Helsemyndighetene har i dag satt fokus på cyanobakterier. Omsetningsproduktene fra disse avgir gjerne slik myrlukt. Sommeren 2002 påviste NIVA en oppblomstring av blågrønnalgen *Anabaena Lemmermannii* i Aurevann. Under nedbrytningen av denne bakterien frigjøres forbindelser som lukter myr.

I 2003 satte derfor Bærum kommune i samarbeid med Bærum Vann i gang et algeovervåkningsprogram. Programmet hadde som målsetting å identifisere eventuelle blågrønnalger i Aurevann og eventuelt å kunne artsbestemme dem.

Resultatet av overvåkingen i 2003 viste ingen oppblomstring av blå-

grønnalger i Aurevann. I stedet ble det ved et rent rutinetilsyn av Heggelivassdraget i oktober oppdaget en oppblomstring av blågrønnalgen *Anabaena Lemmermannii* både i søndre og nordre Heggelivann. Disse funnene viser at denne bakterien trolig har eksistert i nedbørsfeltet lenge og blomstrer opp når forholdene ligger til rette for det.

Avslutning

Variabler som kan true vannkvaliteten i Aurevann er bakterier, virus eller parasitter fra syke ville dyr og eventuelle oppblomstringer av cyanobakterier. Sannsynligheten for dette er etter vårt skjønn liten. Optimal drift med kjemisk felling, filtrering og desinfisering med klor håndterer dette på beste måte.

En risikovurdering som er gjennomført på BVAS konkluderer med at styrtregn, spesielt kombinert med sterk vind om høsten er den største trusselen for Aurevannsanlegget.

Lukt- og smaksforbindelser vil kunne passere både filtrene og klore-ringstrinnet. Vi ønsker derfor i framtiden å hindre at organismer som produserer disse forbindelsene kommer inn i inntakstunnelen til vannbehandlingsanlegget. Våre utfordringer nå vil derfor være å kartlegge algenes livsmønster og ved hjelp av hydrologiske undersøkelser kunne gjøre tiltak som hindrer disse å nå fram til inntakstunnelen.

Mest mulig kunnskap om kilden er etter vår mening både viktig og nødvendig for at vi skal kunne ta de riktige valgene i vannbehandlingsteknikken i fremtiden.