

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O - 110/71

ALGEVEKSTER I BASSENGER
RADHUSET I OSLO

Saksbehandler : Cand.real. Jon Knutzen
Medarbeider : Cand.real. Hans Kristiansen
Rapporten avsluttet: 21. september 1971

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side
1. INNLEDNING	3
2. KARAKTERISTIKK AV BASSENGER OG RØRSYSTEMER	3
3. OBSERVASJONER VED BEFARINGEN 23/8-71	4
4. RESULTATER AV KJEMISKE OG BIOLOGISKE ANALYSER	5
5. DISKUSJON	8
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	10

TABELLER:

1. Resultater av kjemiske analyser av vann fra fontener rundt Oslo Rådhus 23/8-1971	5
2. Sammensetning av begroing og sediment i fontenene rundt Oslo Rådhus 23/8-1971	6

INNLEDNING

Etter henvendelse fra firmaet Ing. Lund & Aass er det foretatt en befaring av de større fontenene rundt Rådhuset i Oslo, med henblikk på å belyse begroingsproblemet i fontenene, primært Svanefontenen og Kaskaden. De øvrige undersøkte fontener er Fontene Vest, Midtfontenen og Fontene Øst på Rådhusplassen og Grimdalsfontenen mot Fridtjof Nansens Plass. Ved undersøkelsen er det tatt sikte på å karakterisere begroingen og foreslå mulige tiltak som kunne lette rengjøringen av bassengene og gjøre vannet klarere.

Ved den foretatte befaring 23/8-71 ble det innsamlet vannprøver og prøver av begroingen. Vannprøvene er analysert på komponenter av betydning for vannets utseende, korrosivitet og egenskaper som vekstmedium. Det er bare funnet nødvendig å analysere vann fra en av de to like fontenene på Rådhusplassen. (Fontene Øst og Fontene Vest). Fra to av bassengene er 100 ml vann filtrert gjennom glassfiberfilter for mikroskopisk analyse av partikulært materiale.

KARAKTERISTIKK AV BASSENGER OG RØRSYSTEMER

Samtlige fontener er av granitt. Pumpehusene er av støpestål og akslene i vanlig akselstål, mens skovlene er i bronse. Filterhus og filtere er også i stål. Ledningssystemet består dels av kobberør, dels av støpestålrør, unntatt i Midtfontenen der det bare er kobberør. Med unntak for Svanefontenen og Kaskaden, er alle fontener utstyrt med dyser av messing. Rengjøring og skifte av vann foregår vanligvis med en ukes mellomrom. Volumet av de respektive bassenger er som følger: Svanefontenen $27,5 \text{ m}^3$, Kaskaden $72,9 \text{ m}^3$ (inkludert et magasin på $12,6 \text{ m}^3$), Grimdalsfontenen $31,7 \text{ m}^3$, Midtfontenen $98,5 \text{ m}^3$ og de to identiske Fontene Øst og Fontene Vest, hver $49,6 \text{ m}^3$.

OBSERVASJONER VED BEFARINGEN 23/8-71

I Svanefontenen og Kaskaden var det gått ca. 3 uker siden rengjøring og skifte av vann, mot vanligvis en uke. I Svanefontenen var det noe løst, brunt sediment på bunnen, mens bassengveggene hadde et vanskelig avskrapbart, brunt belegg. Brunfargen var i begge tilfelle tydelig, men ikke iøyenfallende. I forhold til det tilgjengelige areal må begroingsmassen anses som beskjedent.

Forholdene i Kaskaden skilte seg ut fra de øvrige bassenger. Her var det en iøyenfallende brun vekst av ca. 0,5 cm høyde på bunnen av bassengene. Veggene hadde et tynnere brunt belegg.

I alle tre fontenene på Rådhusplassen (Fontene Øst, Midtfontenen og Fontene Vest) var det tynne, noe slimete, gråbrune hinner som lett lot seg skrape av i papirlignende flak av et par cm^2 størrelse. Flere m^2 store hinner dekket mye av bunnen og viste regelmessig bobledannelse på overflaten. Veggene hadde noe ujevn forekomst av tynt, brunt belegg av samme karakter som på bassengveggene i Svanefontenen og Kaskaden. Mengdemessig og visuelt var denne begroing underordnet i forhold til flakene på bunnen.

Grimdalsfontenen syntes å ha mindre begroing enn de øvrige bassenger, men også her var det tendens til dannelse av flak på bunnen, og veggene var brunflekkt på flere steder.

For samtlige bassenger gjalt det at vannet kunne virke noe brunt, men forholdsvis klart. Det brune inntrykket skyldes i det vesentlige veksten på bunn og vegger.

Det må understrekes at de visuelle observasjoner som gjøres i bassengene, i noen grad vil avhenge av tiden fra rengjøring. For de ovennevnte observasjoner kan det nevnes at vannet var skiftet i Fontene Vest, og i Midtfontenen og Fontene Øst, henholdsvis fem og fire dager forut for befaringen.

RESULTATER AV KJEMISKE OG BIOLOGISKE ANALYSER.

Fontenevannets kjemiske egenskaper fremgår av tabell 1.

Tabell 1. Resultater av kjemiske analyser av vann fra fontener
rundt Oslo Rådhus 23/8-1971.

Komponent	Grimdalsfontenen	Fontene Øst	Midtfontenen	Svanefontenen	Kaskaden
pH	7,4	7,2	7,2	7,1	7,5
Spes. ledn. evne 20°C µS/cm	79,-	45,-	40	38,5	58,-
Farge, ufiltr. mg Pt/l	20	23	31	15	15
Turbiditet, JTU	0,20	1,2	1,8	1,-	1,1
Permanganattall, mg O/l	2,4	2,8	2,8	2,4	2,0
Ortofosfat, µg P/l	2	2	3	< 2	< 2
Total fosfor, µg P/l	11	14	6	5	10
Nitrat, µg N/l	60	20	< 10	40	20
Zink, µg Zn/l	29	33	32	12	18
Kobber, µg Cu/l	75	95	110	45	15
Jern, µg Fe/l	80	50	100	80	120
Sulfat, µg SO ₄ ⁻ /l	10,4	7,8	6,5	6,7	6,2

De kjemiske data er stort sett i overensstemmelse med tidligere konstaterte egenskaper til vannet i Oslo drikkevannsforsyning. Vannet er tilnærmet nøytralt, bløtt og har moderate verdier for farge, turbiditet og innhold av organisk stoff (permanganattall). Konsentrasjonene av nærings-salter (P og N) er lave. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevnen er noe høyere enn det som er vanlig i Maridalsvannet (25-35 µS/cm). Den forhøyede ledningsevnen skyldes sannsynligvis utløsning av salter fra det materialet vannet kommer i berøring med. Dette kan f.eks. ses ut fra konsentrasjonene av kobber og i mindre grad sink.

Resultatene av analysene av det biologiske materialet i fontenene er stilt sammen i tabell 2. Den relative mengdemessige betydning av prøvenes ulike bestanddeler er skjønnsmessig bedømt etter følgende tallskala:

- 5: Dominerende
- 4: Hyppig
- 3: Vanlig
- 2: Sparsomt
- 1: Sjelden
- +: Forekommer

Tabell 2. Sammensetning av begroing og sediment i fontenene rundt Oslo Rådhus 23/8-1971.

Organismer og Partikler	I	II	III	IV	V	VI
Trådformet bakterie (Chlamydoacteriaceae)	2/3	2/3	4	5	4/5	5
Frittlevende bakterier				+		
<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i>	5	4	4	4	3/4	3
Uidentifiserte coccale grønnalger		3				
Div. blågrønnalger		+	+		+	
Fargeløse flagellater		+				
Hjuldyr	+	+				
Krepsdyrlarver		+				
Humuspartikler med utfelt jern	2	4	2	+	3	2
Sot- og mineralpartikler	4	3	4	4	4	3/4
Annet partikulært materiale		2/3			+	

I: Svanefontenen
 II: Kaskaden
 III: Grimdalsfontenen

IV: Fontene Vest
 V: Midtfontenen
 VI: Fontene Øst

Som det fremgår av tabellen, er det kombinasjonen av begroing og sedimentert materiale som utgjør problemet. I alle fontenene er sot- og mineralpartikler mengdemessig fremtredende, og de dominerende bestanddeler av organismer er den skjedbærende trådbakterien; diatomeen

(kiselalgen) *Achnanthes* cf. *minutissima* var. *cryptocephala*, eller begge sammen. Disse arter er til stede i alle bassengene. De andre komponentene i belegget må ut fra det foreliggende materiale anses å være av underordnet betydning.

Årsaken til veksten kan bare antydes i generelle vendinger. Alt naturlig forekommende vann inneholder små mengder oppløst organisk og uorganisk stoff, som kan tjene som næring for henholdsvis bakterier og planter. Vannet i fontenene er som nevnt ikke særlig rikt hverken på organisk substans eller næringssalter. Det skulle derfor ikke ha spesielt gode vekstegenskaper. På den annen side er det i kontinuerlig bevegelse, slik at de oppløste næringssalter tilføres organismene på en effektiv måte. Om det foreliggende samfunn kan bemerkes at *Achnanthes minutissima* anses å være en indikator på oksygenrikt vann (Cholnoky 1968). Vannets pH ligger noe lavere enn det som oppgis som optimalt, men den stadige tilførsel av oksygen ved vannets kontakt med luft, kan være utslagsgivende for at nettopp denne arten er et dominerende begroingselement. Blant trådformede bakterier med skjede (Chlamydobakteriaceae) er det flere arter som er knyttet til vann med lavt eller moderat innhold av organisk stoff.

Ved siden av begroingsorganismene var det som nevnt mineral- og sotpartikler som utgjorde hovedmengden av beleggsmateriale. *Achnanthes*-koloniene var i stor grad knyttet til slike partikler som voksested, og også trådbakteriene vil i en viss utstrekning binde sedimenterende partikler. Ved denne mekanisme vil massen av avsatt materiale øke, mens vannets partikkelinnhold blir noe redusert.

De partikler som fantes i vannet i Fontene Vest og Svanefontenen, er observert etter filtrering av 100 ml vann gjennom membranfilter og påfølgende mikroskopering av filteret. Det ble funnet de samme typer partikler som i begroingen, inklusive endel *Achnanthes*, men lite trådbakterier. For vannets klarhet var det likevel mengden av små mineralpartikler (størrelsesorden 1 μ) som spilte størst rolle. Sammen med turbiditetstallene (tabell 1) bekreftet filterobservasjonene inntrykket fra befaringen, nemlig at begroingen ikke var årsaken til at vannet ble særlig farget eller uklart. Vannets noe brungrå tone må i det vesentlige skyldes refleks fra bunn og vegger med belegg.

DISKUSJON

Da begroingen synes å øve liten innflytelse på vannkvaliteten med hensyn til vannets klarhet, begrenser problemet seg til de estetiske ulemper av belegget.

Generende begroing kan tas hånd om på i hovedsaken tre måter:

Fjerning av grunnlaget for begroingen, tilsetning av veksthemmende stoffer eller periodisk rengjøring. I tilfellet fjerning av næringsgrunnlaget, er det naturlig å ta sikte på å få bort fosfat, som er nødvendig for både diatomeene og bakteriene. Fjerningen kan skje ved aluminiumsulfat i en dose på ca. 30-40 mg $AlSO_4 \cdot 18 H_2O$ pr. liter vann. Et slikt tiltak er imidlertid forbundet med et par ulemper og effektiviteten er usikker. Den sannsynlige virkemåten ved tilsetning av aluminiumsulfat er at de dannede fnokker av aluminiumhydroksyd adsorberer fosfat og enkelte andre komponenter i vannet. Fnokkene vil gjøre vannet synlig uklart, og det vil derfor være behov for å fjerne dem ved filtrering. I bassenger med sterk omrøring vil imidlertid fnokkene lett gå i stykker før de rekker å bli filtrert fra. Derved vil bl.a. fosfat frigjøres igjen. I tillegg kommer at selv om fnokkdannelsen foregikk i egne fellingskar og filtreringen gikk tilfredsstillende, er det usikkert om man oppnådde å fjerne så mye av fosfat eller andre deler av næringsgrunnlaget at veksten ble hemmet. Mange arter kan trives ved meget lave konsentrasjoner av næringsstoffer, når omrøring sørger for stadig ny tilførsel. Felling med aluminiumsulfat vil også senke pH (øke surheten) og derved gjøre vannet mer korrosivt. Dermed vil det oppstå behov for kalking av vannet etter fellingen.

Flere forskjellige kjemiske midler er tatt i bruk for å hindre vekst av alger eller bakterier. Blandt algehemmende stoffer er det kanskje kobbersulfat som har vært mest benyttet. Denne forbindelse undertrykker vekst av de fleste alger i konsentrasjoner på omkring 1 mg oppløst kobbersulfat pr. liter, i noen tilfeller mindre. Samme mengde av dette stoff vil også hindre fremveksten av enkelte arter trådbakterier beslektet med den arten som opptrer i fontenene. En slik konsentrasjon vil være ufarlig overfor mennesker, men f.eks. virke dødelig overfor flere arter av fisk.

Det er to betenkeligheter ved bruk av kobbersulfat. Foruten at kobberionene er meget giftige i lave konsentrasjoner, har kobber en viss tendens til å akkumulere i organismene. På den måten kan man få et stadig høyere kobberinnhold ved en konstant lav påvirkning, og etter en tid kan gifttiløkning inntre. Det er derfor tilrådelig å utvise varsomhet med enhver tilførsel av oppløste kobbersalter til det akvatiske miljø. Den andre ulempen ved anvendelse av kobbersulfat er økt fare for korrosjon på stål.

Et meget benyttet bekjempningsmiddel mot begroing er klor eller ulike klorforbindelser. I dette tilfellet vil det være aktuelt med hypoklorit. For å hindre vekst vil det være nødvendig med en tilsetning som sikrer en restklormengde på 1-2 mg klor pr. liter. Bruk av klor i åpne systemer med effektiv lufting vil imidlertid neppe ha den tilsiktede virkning. Overskuddet av klor vil hurtig forsvinne med mindre det er en stadig tilførsel. Følgen av dette vil være luktulemper i bassengenes nærhet.

De andre aktuelle kjemiske midler er det liten erfaring med i vårt land, og det kan sies at man viser en alminnelig tilbakeholdenhet når det gjelder å ta dem i bruk. Grunnen er de mulige sidevirkninger som kan oppstå. I handelen finnes det ingen preparater som er utviklet spesielt med tanken på alger. Derimot finnes det endel midler som brukes til å bekjempe høyere planter i vann. Noen av disse vil også vise større eller mindre grad av giftighet overfor alger og bakterier, uten at de nødvendige doseringer er fastslått. Under disse forhold kan det ikke anses tilrådelig å bruke kjemikalier i det foreliggende tilfellet.

Uavhengig av begroingen må vannet skiftes og fontenene rengjøres ukentlig på grunn av tilførsel av støv og søppel. Hittil har man under denne rengjøringen forsøkt å fjerne veksten ved spyling, eller i noen tilfeller med sodavask. En alternativ fremgangsmåte vil det være å vaske med en oppløsning av klorin etter at bassengene er tømt, og eventuelt skure av belegget før det spyles. Spylingen alene vil være lite effektivt, fordi begroingsorganismene er små og mange kim alltid vil være igjen inne i fontenematerialets ujevnheter.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

1. Belegget på bunn og vegger i seks fontener rundt Oslo Rådhus er funnet å ha som hovedbestanddeler kiselalgen *Achnanthes* cf. *minuttissima* var. *cryptocephala*, en trådformet bakterie av familien Chlamydobacteriaceae og ikke ubetydelige mengder av mineral- og sotpartikler.
2. Begroingsulempene er av estetisk karakter. Vannets klarhet syntes ikke i nevneverdig grad å være influert av veksten, som primært ytrer seg som et tynt, skittenbrunt belegg, i enkelte tilfeller (etter lang tid mellom rengjøring) som brun ludd. Av andre årsaker enn begroingen må rengjøring finne sted ukentlig.
3. Fjerning av næringsgrunnlaget for begroingssamfunnet ved tilsetning av aluminiumsulfat og frafiltrering av fnokker vil være forholdsvis kostbart. Selv ved installering av egne fellingsbassenger vil resultatet være noe usikkert fordi det ikke kan garanteres en tilstrekkelig effektiv fjerning av næringsstoffene.
4. Tilsetning av kobbersulfat vil være effektiv for å undertrykke veksten, men kan ikke anbefales grunnet de alminnelige betenkeligheter ved å tilføre vann sterkt giftige og akkumulerende tungmetaller. Klorering vil neppe være virksom uten at det samtidig oppstår luktulempen. Benyttelse av andre kjemiske bekjempningsmidler anses ikke tilrådelig av almene hensyn. (I tilfellet pesticider ønskes brukt, må tillatelse innhentes fra Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen).

5. Instituttet anbefaler at man forsøker vask med hypokloritløsning (Klorin) etter tømning av bassengene, eventuelt kombinert med skrubbing av begroingsfeltene. Dette skulle fjerne de kim som vil være til stede. Klorinløsningens styrke og hyppigheten av behandlingen bør utprøves ved at man begynner med forholdsvis lave kloringskonsentrasjoner, f.eks. 1 %. Siden tilsvarende begroingsproblemer kan finnes i andre sammenhenger, ville instituttet være takknemlig over å bli gjort delaktig i de erfaringer som gjøres med hensyn til metodens anvendelighet.

LITTERATUR:

Cholnoky, B.J. 1968, Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Pp 699 + figurer. J. Cramer forlag