

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

O - 76/62.

Kunstsilkefabrikken A/S.,  
Notodden.

Bekjempelse av  
begroingene i vannledningene.

Saksbehandler: J.G. Ormerod, M.Sc., Ph.D.

Rapporten avsluttet: Juni 1963.

## Bekjempelse av begroing i vannledningene på Kunstsilkefabrikken A/S, Notodden.

Kunstsilkefabrikken A/S produserer et cellulosegarn ved "viscose"-prosessen på kontinuerlige spinnemaskiner. Det svovelsyreholdige garnet føres over to valser hvor det blir vasket med vann på 48°C. Vaskevannet hentes fra Tinnelven og passerer et hurtig sandfilter før oppvarming. Etter oppvarmingen blir vannet ført til spinnemaskinene og fordelt til valsene via en flottørkasse, og derfra med et horisontaltliggende rør og vannstandsglass til hver spinneposisjon. Fra hvert vannstandsglass føres vannet ned til valsene med gummislanger. Det er to vaskerør pr. spinneposisjon, 48 spinneposisjoner pr. maskin, og vanligvis er 32 spinnemaskiner igang. Da vannforbruket pr. vaskerør er 150 ml/min., blir det totale vannforbruket nærmere 700 m<sup>3</sup>/dogn.

Inntil sommeren 1962 ble oppvarming av vannet gjort med damp i en varmeveksler. I juni 1962 ble varmeveksleren koplet ut, og fabrikken gikk over til å varme opp vannet i et trekar ved å blåse damp direkte gjennom det. Resultatet av denne forandringen ble at økende mengder av et grått belegg vokste i rørsystemet, og fra tid til annen ble det revet løs stykkevis. Dyseåpningene på vannstandsglassene ble så tett til, og garnet ble utilstrekkelig vasket.

### Undersøkelse av belegget

Et stykke gummislange, som hadde vært montert på en av maskinene fra 12/9-62 til 5/11-62 (54 dager), ble undersøkt. Slangen som var ca. 1 cm i indre diameter, var sterkt begrodd på innsiden. Den ble forsiktig skåret over på tvers, og den kuttete enden ble undersøkt med binokularlupe. Belegget var 1,5 - 3 mm tykt og besto av to lett atskillbare lag. Det ene laget lå tett inntil slangeveggen, det var geleaktig, lysegrått, ca. 0,2 mm tykt og besto av et nettverk av tynne, trådformige organismer (actinomyceter), som ga feste for store mengder av en stavformet bakterie. Et grovere, gråbrunt lag, 1 - 2 mm tykt, lå på toppen

av dette. Tynne tråder, stavbakterier og muggsopper dannet et nettverk, som samlet store mengder av fytoplankton (tydeligvis fra elven) og en del humus-jern partikler.

Litt av belegget ble suspendert i sterilt vann og strøket ut på pepton agar og glucose-pepton agar. En muggsopp av slekten Penicillium ble isolert og dessuten en termofil stavbakterie, 1-3 x 0,3  $\mu$ , som var gram-negativ, ubevegelig og ikke spore-dannende. Morfologisk liknet den bakteriene i rørbelegget.

#### Kjemisk analyse av vannprover

Begroingen i rørsystemet viste en tydelig økning etter at fabrikkens hadde gått over til å varme opp vannet ved direkte gjennomblåsing av damp. Den avtok da varmeveksleren igjen ble koplet inn i systemet. Dette tyder på at næringsstoffer under den direkte oppvarmingen var blitt overført til vannet fra dampen. Kjelevannet var som regel tilsatt hexametafosfat, ammoniakk og hydrazin. Det ble tatt vannprover fra sandfilteret, samle-stokken (etter oppvarming) og en av flottørkassene. Disse ble analysert for pH, elektrolytisk ledningsevne, permanganat eller dikromatforbruk, Kjeldahl nitrogen og hydrolyserbar fosfat. Analyseresultatene er vist i tabell 1. Den første prøveserien (5/11) ble tatt ennå mens oppvarmingen foregikk i trekaret. De to andre seriene ble tatt etter at fabrikkens igjen hadde koplet inn den gamle varmeveksleren.

En sammenlikning av resultatene for friskvannet og vannet etter oppvarming viser at det er en økning i både nitrogen og fosfat under oppvarming. Forskjellen var fremdeles tilstede selv etter at varmeveksleren var tilbakekoplet i systemet. Ifølge ingeniør Veald var det en lekkasje i varmeveksleren, og dette kan forklare analyseresultatene. Fabrikkens har nå koplet inn en ny varmeveksler (mai 1963).

Det høye tallet for fosfat i vannet fra flottørkassen (5/11) skyldes klumper av belegg i prøven. Da mengdene av organisk stoff i ellevannet er små, skal man ikke legge stor vekt på

noyaktigheten av tallene for permanganat- og dikromatforbruk.

#### Gjennomstrømningsforsøk

Hensikten med gjennomstrømningsforsøk var å skape de samme forhold som i ledningsrørene, men med mulighet for lett å kunne undersøke begroingen som fant sted. Fremgangsmåten var som følger:

Det oppvarmede vannet fra flottørkassen på toppen av en av maskinene ble ledet via et vannstandsglass gjennom et 50 cm langt glassrør, 1 x 5 cm indre diameter. Røret som var beskyttet mot lys lå horisontalt, og glassplater, 1 x 7 cm, ble plassert i røret ved begynnelsen av forsøket. Glassplatene ble fjernet enkeltvis etter visse tider, oppbevart i 4% formalin ved 4°C og senere undersøkt i mikroskopet.

Et slikt rør ble satt opp den 4/1-63. Platene ble fjernet etter 3 dager og 1, 2 og 3 uker. Resultatene er vist i tabell 2. Det fremgår av dette forsøket at de første organismene som etablerer seg på glassplatene er stilkebakterier (Caulobacter), og at de blir fulgt av trådformige organismer (actinomyceter og muggsopp). Først når et nettverk av filamenter er dannet, foregår en betydelig oppfangning av fnokker av mindre partikler, detritus o.s.v. Det antas at vekst av Caulobacter forandrer turbulensen ved glassoverflaten, slik at forholdene ligger til rette for vekst av større trådformige organismer. I så fall gjelder det å hindre at trådformige organismer etablerer seg i betydelige mengder.

Det ble foreslått regelmessig desinfisering av hele rørsystemet i fabrikken med hypokloritløsning, med en dose som gir en restklormengde på minst 0,1 mg Cl/1, en oppholdstid på 1 time og en hyppighet på 14 dager.

For å stadfeste virkningen av klorbehandlingen på beleggdannelsen, ble det foretatt et nytt forsøk med gjennomstrømningsrør. To rør ble brukt; det ene ble koplet ut den tiden som det var klor i vannet, slik at glassplatene ikke kom i kontakt med klor

i det hele tatt. I det andre røret fikk glassplatene samme desinfisering som resten av rørsystemet. Tabell 3 viser tidene da kloreringen ble utført og glassplatene fjernet.

Den markerte forskjellen mellom de platene som hadde vært utsatt for klor annenhver uke og de som ikke hadde vært i berøring med klor, er vist i fig. 1. Platene nr. 11 og 12 som hadde vært i rørene 20 dager hadde lite belegg, men mikroskopisk undersøkelse viste at plate nr. 12 hadde både bakterier og trådformige organismer, mens nr. 11 bare hadde bakterier. Dette tyder på at klorbehandlingen hindrer veksten av de trådformige organismer. Platene nr. 13 - 18 viste tydelig forskjellen mellom kloret og ukloret vann. Belegget på de uklorede platene var kraftig etter 34 dagers gjennomstrømning (plate 14), men viste ingen økning etter denne tid. Fig. 2 viser mikrofotografier av platene nr. 13. og 14.

På platene som ikke hadde fått klorbehandling var det store mengder diatomer, særlig av slektene Melosira (trappeformet), og Tabellaria. Disse diatomer er typiske for innsjøer, og det antas at de er blitt ført ned i elven fra Tinnsjøen og har passert sandfilteret på fabrikkken. En betydelig del av fnokkene av partikulært materiale besto av hylsene til protozoa larvae som hører til slekten Tinntinidium.

Disse hylsene har evne til å fange opp små partikler fra vannet og er derfor en viktig faktor i beleggdannelsen. Bortsett fra plate nr. 19 (78 dager) var ikke hylsene tilstede på platene som hadde fått klorbehandling. Plate nr. 19 hadde isolerte flekker av belegg av samme karakter som på platene som ikke hadde vært utsatt for klor. Det er vanskelig å forstå at slik vekst kunne ta til under disse omstendigheter, og det antas enten at organismer som er motstandsdyktige overfor den brukte klordosen har etablert seg, eller at glassplate nr. 19 hadde ligget slik i røret at overflaten ikke kom i ordentlig kontakt med klor. På grunnlag av denne observasjonen ble det foreslått at en høyere klordose ( 2 - 3 ganger den vanlige konsentrasjonen) blir brukt annenhver måned.

Sammendrag og konklusjon

Undersøkelse av begroingen i vannsystemet til Kunstsilkefabrikken A/S har vist at problemet er av biologisk art, og at økning av vekst i rørsystemet sommeren 1962 hang sammen med at oppvarmingsmetoden ble forandret. Som følge av den forandringen oppsto det en tilførsel av næringsstoffer (N, P) fra kjelevannet via dampen til vaskevannet. Det ble derfor foreslått at fabrikken skal gå tilbake til den gamle ordningen, det vil si oppvarming av vannet ved varmeveksler. Dessuten ble det foreslått å foreta regelmessig desinfisering av rørsystemet med hypoklorit-løsning, utført på "sjokk"-basis.

Hypoklorit bør tilsettes systemet slik at en restklor-konsentrasjon på ca. 0,1 mg/l blir holdt i en times tid. Desinfiseringen finner sted annenhver uke. For å hindre at resistente organismer etablerer seg i systemet bør en høyere klorkonsentrasjon ( 2 - 3 ganger den vanlige) brukes en gang i mellom, f.eks. annenhver måned.

Tabell 1

Kunstsilkefabrikken A/S.

Kjemiske analyser av vannprover.

Provetakings- dato	Prove- betegnelse	pH	Ledningse. % $20^{\circ} \cdot 10^{-6}$	$K_2Cr_2O_7$ mg O/l	$KMnO_4$ -tall mg O/l	Kjeldahl N, mg/l	Hydrolyserbar $PO_4$ , mg/l
5/11-62	Friskvann	6,52	18,0	12,95	-	0,29	0,006
	Oppvarmet vann	6,85	22,7	7,62	-	0,77	0,041
	Fra flottorkasse	-	-	-	-	-	ca. 1,8
14/11-62	Friskvann	6,49	20,0	2,44	-	0,04	0,009
	Oppvarmet vann	6,83	20,0	3,14	-	0,33	0,013
	Fra flottorkasse	5,14	25,5	18,80	-	0,51	-
4/1-63	Friskvann	6,70	15,4	-	1,35	0,1	0,005
	Fra flottorkasse	6,55	18,2	-	2,23	0,4	0,094

Tabell 2.

Mikroskopiske undersøkelser av glassplater

Anlegget satt igang den 4. januar 1963

Platen fjernet etter	Beskrivelse av mikrobiologiske samfunn.
3 dager:	Forholdsvis sparsom forekomst av stavformede stilkbakterier ( <u>Caulobacter</u> ) festet på glasset.
1 uke:	Stort sett <u>Caulobacter</u> , men tettere enn etter 3 dager.
2 uker:	Mengde <u>Caulobacter</u> som etter 1 uke. Et lite antall amøber og en god del tynne filamenter (actinomyceter).
3 uker:	Stilkbakterier av forskjellig art, jevnt fordelt over glasset. Actinomyceter og muggsopp-filamenter dannet et nettverk på glasset. Fanget i nettverket var det en del større gråbrune fnokker som besto av typiske humus-jern partikler (gulbrune), diatomer (fra elven?), noen amøber, og tildels store mengder små sandkorn, som sannsynligvis stammet fra sandfilteret



Tabell 3  
 Kunstsilkefabrikken A/S.  
Klorering av vaskevannet

Dato	Klorering	Glassplater fjernet		Antall dager etter start
		+ Cl	- Cl	
1962				
14/2	-	(glassrorene tilkoplet)		0
20/2	+	-	-	6
6/3	+	11	12	20
20/3	+	13	14	34
3/4	+	15	16	48
17/4	+	17	18	62
3/5	+	19	-	78

Kunstsilkefabrikken A/S

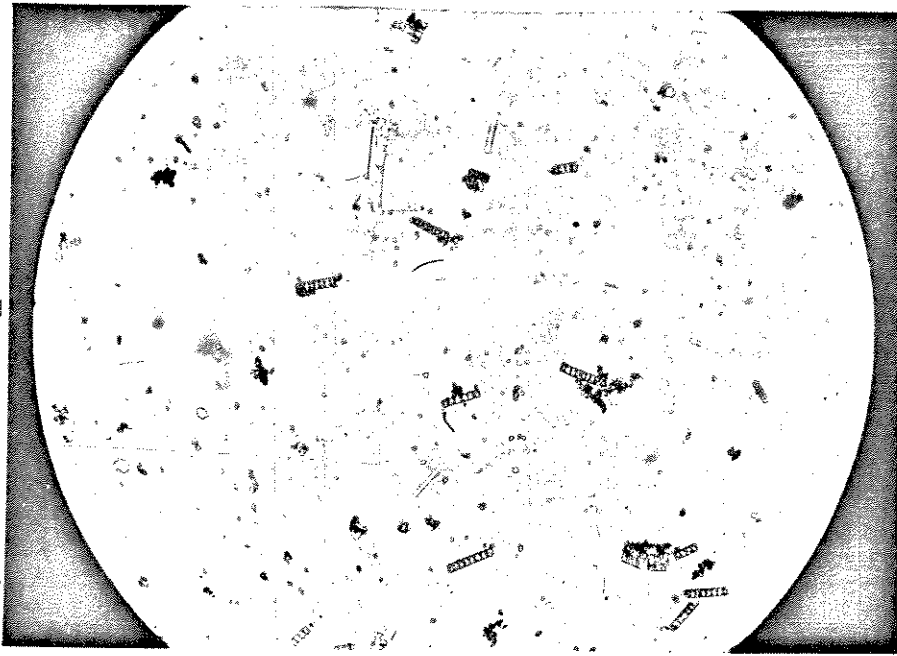
0-76/62.

Fig. A

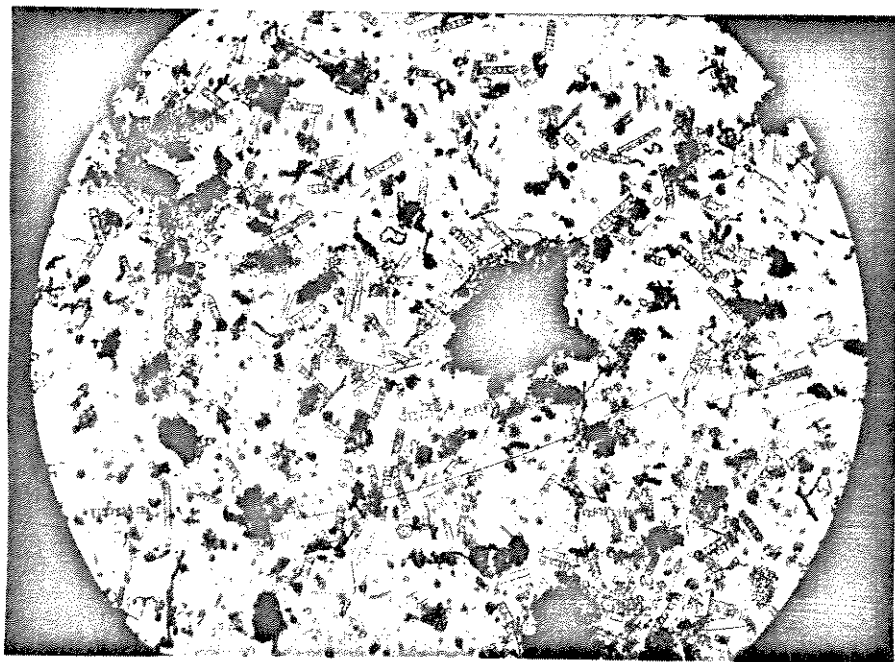
Virkning av klor på begroing på glassplater.

Se tekst for gjennomstrømningstider o.s.v.





Nr. 13, Kloret



Nr. 14. Ikke kloret

Fig. 2. Virkning av klorering på begroing i rørsystemet.  
Glassplatene nr. 13 og nr. 14 tatt ut etter 34 dagers gjennomstrømning. Desinfiseringen ble utført som beskrevet i teksten.