

0 - 31.

Transport av frafiltrerbare partikler
med vannet i ledningsnettets til
Bærum kommunes drikkevannsforsyning.

Undersøkelser i perioden
desember 1962 - mai 1963.

Saksbehandler: Cand.real. Olav Skulberg.

Rapporten avsluttet mars 1965.

INNLEDNING.

Denne rapport stiller sammen resultatene som fremkom ved undersøkelse av transportert substans i ledningssystemet til Bærum kommunes drikkevannsforsyning i tidsrommet desember 1962 - mai 1963. Undersøkelsen danner en fortsettelse av arbeidet som ble utført for å vurdere dannelsen av sedimenter og utvikling av organismeliv i renvannsmagasinet (se rapport O-31: "Avsetninger av slam i renvannsmagasinet til Bærum kommunes drikkevannsforsyning. Undersøkelser i perioden oktober 1961 - mars 1962", Blindern, 6. april 1962). Målsetningen med undersøkelsen var å skaffe tilveie data som viste mengde og kvalitet av sedimenterbar og filtrerbar substans som ble transportert med vannet i ledningsnett. Opplysningene vil kunne være med å gi et grunnlag for å vurdere vanskelighetene med avsetninger i rørsystemet og utvikling av organismeliv som kan gi opphav til problemer for vannforsyningen.

Gjennomføringen av undersøkelsen har vært gjort i nært samarbeid mellom ingeniørvesenet i Bærum kommune og Norsk institutt for vannforskning. Det er særlig grunn til å nevne det arbeid tekniker Jens Grønning har utført i denne forbindelse.

Blindern, mars 1965.

Olav Skulberg.

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. FREMGANGSMÅTE OG METODER	5
1.1. Fytoplanktonhåvmetode	5
1.2. Glassfiberfiltermetode	5
1.3. Vektbestemmelse	6
1.4. Kjemiske laboratoriemetoder	6
1.5. Mikroskopisk undersøkelse	6
1.6. Feltarbeid med filtreringsforsøkene	7
2. RESULTATER	8
2.1. Vannkvaliteten under filtreringsforsøkene	8
2.2. Mengden av den frafiltrerbare substans	10
2.3. Sammensetningen av den frafiltrerbare substans	11
3. ERFARINGER FRA FILTRERINGSFORSØKENE	13

TABELLOVERSIKT:

	Side:
Tabell 1: Kjemiske data for vannet i ledningsnett under prøvetakingen. 19/12 - 20/12 1962 og 15/1 - 16/1 1963	9
" 2: Kjemiske data for vannet i ledningsnett under prøvetakingen 25/4 - 26/4 1963	10
" 3: Vekt av materiale filtrert fra vannet gjennom planktonhåv	11
" 4: Vekt av materiale filtrert fra vannet gjennom glassfiberfilter	11
" 5: Mikroskopisk undersøkelse av frafiltrerbar substans	12

1. FREMGANGSMÅTE OG METODER.

Filtreringsforsøkene ble utført på fire steder langs hovedledningen. Prøvestedenes beliggenhet og betegnelse var denne:

- Prøvested 1: Tunnel med råvann.
- " 2: Etter pådragskammer.
- " 3: Grinda.
- " 4: Løken.

Det ble gjort i alt seks serier med observasjoner. Tidspunktene for disse observasjonene og metodene som ble brukt fremgår av dette skjema:

19/12 - 20/12	1962:	Fytoplanktonhåvmetode.
15/1 - 16/1	1963:	Fytoplanktonhåvmetode.
18/2 - 19/2	1963:	Glassfiberfiltermetode.
14/3 - 15/3	1963:	Glassfiberfiltermetode.
22/4 - 23/4	1963:	Glassfiberfiltermetode.
25/4 - 26/4	1963:	Fytoplanktonhåvmetode.

Da observasjonsseriene i april 1963 ble gjort var renseanlegget ved Aurevatn i bruk, og vannet ble behandlet ved mikrosiling og ozonering. Ozontilsetningen var ca. $2,7 \text{ g/m}^3$. Mikrosilingen foregikk med en metallduk vevet av tråder med diameter 60 mikron. Dukens maskeåpning var også ca. 60 mikron.

1.1. Fytoplanktonhåvmetode.

Det ble nyttet fytoplanktonhåver med lengde 1 m, åpningsdiameter 0,3 m og utstyrt med møllesilke (Dufour & Comp.) nummer 25 Sp. Denne silke-
duken har maskeåpning 60 mikron. Fytoplanktonhåven ble stilt i en beholder fyllt med vann for å sikre best mulig skånsom filtrering av partiklene.

Den frafiltrerte substans ble samlet i glasskolber, og ved prøvetakingens slutt ble kolbene transportert til laboratoriet for bestemmelse av våtvekt, tørrvekt og gløderest. Substansen ble undersøkt ved mikroskopisk analyse.

1.2. Glassfiberfiltermetode.

Glassfiberfiltrene var av fabrikat Whatman med betegnelse GF/A. Disse glassfiberfiltrene holder tilbake partikler ned til under 1 mikron i

diameter. Vannprøvene innsamlet på prøvetakingsstedene ble transportert til laboratoriet hvor filtreringen foregikk straks prøvene kom inn. Substansen gikk til bestemmelse av våtvekt, tørrvekt og gløderest. Mikroskopisk analyse av substansen ble utført.

1.3. Vektbestemmelser.

Samtlige vektbestemmelser ble utført på glassfiberfiltere. Etter 2 timer i glødeovn ved 480°C ble glassfiberfiltrene vasket i destillert vann og tørket i tørkeskap ved 97°C , deretter ble de innveid. Etter at vannprøven var filtrert igjennom ble etter ca. 1 times lufttørrking ved 20°C "våtvekt" bestemt. Glassfiberfiltrene med prøvesubstansen ble så tørket i 2 timer i tørkeskap ved 97°C , og tørrvekt ble da bestemt. Gløderest ble bestemt etter 2 timer i glødeovn ved $600 - 700^{\circ}\text{C}$.

Om fremgangsmåten ved bestemmelse av den frafiltrerbare substans etter glassfiberfiltermetoden kan følgende nevnes: Det ble filtrert så mye vann fra den innsamlede prøve som lett kunne passere et glassfiberfilter. Vannvolumet ble målt og varierte mellom 3 - 6 l. For hver prøve ble det benyttet 4 glassfiberfiltere som ble veid under ett.

1.4. Kjemiske laboratoriemetoder.

Komponentene som ble analysert var surhetsgrad, elektrolytisk ledningsevne, farge og turbiditet. Fremgangsmåtene var de rutinemessige brukt for vannanalyser:

pH og κ_{20} er målt elektrometrisk. Den elektrolytiske ledningsevne er målt ved 20°C , og κ_{20} er oppgitt i $n \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Farge. Fargemålingene ble utført med et fotoelektrisk kolorimeter (10 cm celler) som er kalibrert mot fargeoppløsninger i Hazens skala (platin - kobolt kloridløsning).

Turbiditet. Denne størrelse er bestemt ved en lysspredningsmåling (Tyndall-effekt) med et fotoelektrisk kolorimeter som er kalibrert mot silica-suspensjoner.

1.5. Mikroskopisk undersøkelse.

Prøver av materialet filtrert fra vannet med fytoplanktonhåv og glassfiberfilter ble undersøkt i mikroskop for å gi en beskrivelse av partikkelinnholdets natur. Ved bearbeidingen av prøvene er det gjort en sub-

jektiv vurdering av kvantitativ forekomst av de ulike komponenter materialet besto av. I denne sammenheng ble det benyttet en skala som definerer kvantitetsgruppene på følgende måte:

Kvantitetsgruppe:	Betegnelse:	Presisering:
+	Forekommer	Ett enkelt eksemplar funnet i prøven
1	Sjelden	Noen eksemplar er funnet i prøven
2	Sparsom	Forekommer ofte i prøven
3	Vanlig	Forekommer vanlig og fordelt gjennom hele prøven
4	Hyppig	Preger inntrykket av hele prøven
5	Dominant	Utgjør nærmest all substans i prøven

1.6. Feltarbeid med filtreringsforsøkene.

Beregninger utført av ingeniørvesenet i Bærum kommune basert på vannforbruk og ledningsdimensjoner ga som resultat at vannet bruker ca. 22 timer fra det går inn på tunnel for råvann (prøvested 1) til det passerer Løken (prøvested 4). Målsettingen ved feltarbeidet var bl.a. i størst mulig grad å innsamle prøver som representerte den samme vannmassen langs hovedledningen. Det ble lagt opp en plan for prøvetakingen etter dette. Eksemplet nedenfor hentet fra første observasjonsserie illustrerer det tidsmessige forløp av et slikt prøvetakingsprogram:

Prøvested	Filtrering begynner	Filtrering slutter	Vannprøver for kjemiske analyser
1	Kl. 08.00 19/12	Kl. 18.00 19/12	Innsamlet 3 ganger på hver stasjon fordelt over prøvetakingsperioden
2	" 19.30 19/12	" 05.30 20/12	
3	" 02.00 20/12	" 12.00 20/12	
4	" 06.00 20/12	" 16.00 20/12	

Tidsplanen ble for de enkelte observasjonsseriene satt opp med grunnlag i vannforbruket på den aktuelle tid.

På hver stasjon ble det i løpet av 10 timer filtrert ca. 10 m³ vann gjen-

nom fytoplanktonhåv. Det var montert kraner på de enkelte prøvetakingssteder som ved regulering ga den ønskede vannføring. Vannmålere var brukt på prøvestedene 1, 2 og 4. På prøvetakingssted 3 ble vannføringen kalibrert ved hjelp av målekar og stoppeklokke.

Ved innsamlingen av vannprøver som ble benyttet til glassfiberfiltreringen var fremgangsmåten en annen. Fra hvert prøvetakingssted ble det da innsamlet ca. 40 l vann gjennom en periode på 24 timer. Prøvetakingsperioden for de enkelte prøvetakingssteder lå også i dette tilfellet forskjøvet tidsmessig på samme måte som omtalt ovenfor. Ved innstillingen av kranene var det vanskelig å oppnå jevn vannføring over hele prøvetakingsperioden. Prøvested 3 var særlig ustabil med hensyn til dette, prøvestedene 1 og 4 var forholdsvis stabile, mens prøvested 2 praktisk talt hadde jevn vannføring hele prøvetakingsperioden.

2. RESULTATER.

Observasjonsseriene ble gjort mens Aurevatn var islagt. Ved filtreringsforsøkene i april var det imidlertid ikke lenger en typisk vintersituasjon i nedbørfeltet eller innsjøene.

2.1. Vannkvaliteten under filtreringsforsøkene.

De kjemiske analyseresultatene fra vannprøvene innsamlet under filtreringsforsøkene er stilt sammen i tabell 1 og 2. I forbindelse med feltarbeidet 18/2 - 19/2, 14/3 - 15/3 og 22/4 - 23/4 ble det ikke samlet inn prøver for kjemiske bestemmelser.

De resultatene som foreligger viser forholdsvis jevne verdier for de målte faktorer i undersøkelsesperiodene. Variasjonene mellom de ulike observasjonsserier er også små. Råvannets elektrolytiske ledningsevne varierte mellom 23,2 til 27,3 $\cdot 10^{-6}$ ohm⁻¹ cm⁻¹, de høyeste verdier ble funnet i april. De målte verdier for råvannets farge var også høyest i april med 47 mg Pt/l.

Også før behandlingen av råvannet med mikrosiling og ozonering ble satt inn, var det en reduksjon i fargen til vannet fra prøvested 1 til prøvested 2. Reduksjonen var imidlertid liten. Da renseanlegget ved Aurevatn ble tatt i bruk, ble denne fargereduksjon betydelig og var av størrelsesorden 50%. Mikrosilingens effekt på vannets turbiditet fremgår ikke av disse observasjoner, den frafiltrerbare substans betyr lite for denne vanntypes turbiditet målt ved den anvendte laboratoriemetode.

Tabell 1. Kjemiske data for vannet i ledningsnett
under prøvetakingen.

19/12 - 20/12 1962 og 15/1 - 16/1 1963, ingen
ozontilsetning, ingen mikrosiling.

Prøvetaking		Prøve- sted St.	Surhets- grad pH	Elektrolytisk ledningsevne $\%_{20} \cdot 10^{-6}$	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1
Dato	Kl.					
19/12-62	08.00		6,1	23,2	40	0,5
"	13.00	1	6,1	23,6	40	0,4
"	18.00		6,1	23,3	40	0,5
"	19.22		6,0	24,4	35	0,4
20/12-62	00.22	2	6,0	24,3	35	0,4
"	05.22		6,0	24,4	35	0,5
"	02.16		6,0	24,4	35	0,6
"	07.16	3	6,0	24,0	35	0,5
"	12.16		6,0	24,0	36	0,5
"	06.00		6,0	24,5	34	0,5
"	11.00	4	6,0	24,5	34	0,4
"	16.00		6,0	25,8	32	0,5
15/1 -63	08.00		6,0	23,8	41	0,6
"	13.00	1	6,0	24,0	40	0,5
"	18.00		6,0	24,1	43	0,6
"	19.22		6,0	24,3	38	0,6
16/1 -63	00.22	2	6,0	24,2	40	0,4
"	05.22		5,9	24,8	40	0,5
"	02.16		6,0	24,7	41	0,6
"	07.16	3	6,0	24,2	41	0,6
"	12.16		6,0	24,5	44	0,6
"	06.00		6,0	24,4	41	0,6
"	11.00	4	5,9	24,4	44	0,5
"	18.00		6,0	24,8	44	0,4

Tabell 2. Kjemiske data for vannet i ledningsnettet under prøvetakingen.

25/4 - 26/4 1963, ozontilsetning (ca. 2,7 g/m³) og mikrosiling.

Prøvetaking		Prøvested St.	Surhets- grad pH	Elektrolytisk ledningsevne "20 . 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l
Dato	Kl.					
25/4-63	08.00		6,3	26,8	46	0,4
"	13.00	1	6,3	27,3	47	0,5
"	18.00		6,3	27,2	47	0,4
"	17.06		6,1	27,6	24	0,3
"	22.06	2	6,2	27,8	23	0,3
26/4-63	03.06		6,1	27,8	20	0,3
25/4-63	21.29		6,1	27,7	23	0,3
26/4-63	02.29	3	6,2	27,6	23	0,3
"	07.29		6,1	28,0	20	0,4
25/4-63	23.51		6,1	27,6	24	0,4
26/4-63	04.51	4	6,1	27,6	23	0,3
"	09.51		6,1	27,9	23	0,3

2.2. Mengden av den frafiltrerbare substans.

Resultatene fra bestemmelsen av våtvekt til den frafiltrerbare substans viste at disse verdiene var lite reproducerbare. De er derfor ikke gjengitt i tabellen med resultater. Det kan bare nevnes at verdiene lå i området 20 - 1000 mg/m³.

I tabell 3 er vektresultatene fra filtreringsforsøkene med fytoplanktonhåv stilt sammen. Resultatene er gjengitt som mg organisk stoff pr. m³ vann og mg anorganisk stoff pr. m³ vann. Innholdet av "organisk stoff" er regnet ut ved subtraksjon av gløderest ("anorganisk stoff") fra tørrvekt. Det fremgår av tabellen at det med noen unntak ble funnet at innholdet av organisk stoff var større enn innholdet av anorganisk stoff. Observasjonsseriene 19/12 - 20/12 1962 og 15/1 - 16/1 1963 viste at det var avtakende mengder med frafiltrerbar substans fra prøvested 1 mot prøvested 4. Observasjonsserien 25/4 - 26/4 1963 ga et noe avvikende resultat i denne henseende. Reduksjonen i mengde med frafiltrerbar substans fra prøvested 1 til prøvested 2 var et sannsynlig resultat av sedimentering i renvannsmagasinet. Observasjonsmaterialet ga ikke grunn-

lag for å vurdere om mikrosilingen av vannet resulterte i et utslag med hensyn til å senke innholdet av denne fraksjon med frafiltrerbar substans.

Resultatene fra filtreringsforsøkene med glassfiberfiltrene er gjengitt i tabell 4 på samme måte som nevnt ovenfor. Verdiene for vektmengdene av substans holdt tilbake på glassfiberfiltrene viste at den største fraksjon av partikler som råvannet inneholder passerte fytoplanktonhåvens silduk med maskevidde 60 mikron. Dette resultatet var i god overensstemmelse med den mikroskopiske beskrivelse av partikkelinnholdets natur. Det fremgikk videre av vektresultatene at den overveiende mengde av stoff var knyttet til en organisk fraksjon. De tre observasjonsseriene som forelå ga en indikasjon på økende mengde med frafiltrerbar substans fra prøvested 2 mot prøvested 4.

Tabell 3. Vekt av materiale filtrert fra vannet gjennom planktonhåv.

Sildukens maskevidde er 60 μ .

Dato	19/12-20/12 1962				15/1-16/1 1963				25/4-26/4 1963 ¹⁾			
Prøvested Komponent	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Org. stoff (mg/m ³)	5,0	2,4	1,0	0,9	6,7	4,0	1,9	1,4	1,3	1,0	0,3	0,8
Anorg. stoff (mg/m ³)	9,5	3,8	0,2	1,4	4,3	1,3	1,8	0,8	0,7	0,8	0,1	0,7

Tabell 4. Vekt av materiale filtrert fra vannet gjennom glassfiberfilter.

Glassfiberfilterets poreåpning < 1 μ .

Dato	18/2-19/2 1963				14/3-15/3 1963				22/4-23/4 1963 ¹⁾			
Prøvested Komponent	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Org. stoff (mg/m ³)	390	370	526	540	230	-	375	362	760	450	550	570
Anorg. stoff (mg/m ³)	<10	<10	<10	<10	<10	-	<10	91	<10	<10	<10	<10

¹⁾Ved disse observasjonsseriene ble vannet behandlet med ozontilsetning (ca. 2,7 g/m³) og mikrosiling i renseanlegget ved Aurevatn.

2.3. Sammensetningen av den frafiltrerbare substans.

Resultatene av den mikroskopiske undersøkelse av frafiltrerbar substans foreligger i tabell 5. I forbindelse med filtreringsforsøkene 14/3 -

Tabell 5. Mikroskopisk undersøkelse av frafiltrerbar substans.
Kvantitetsangivelser, se side 7.

Komponenter	Dato		Materiale filtrert fra vannet gjennom planktonhåv								Materiale filtrert fra vannet gjennom glassfiberfilter							
			19-20/12-62				15-16/1-63				18-19/2-63				22-23/4-63			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Leptothrix discophora		1			2	2	+		1	+	+	1	2	+	1	+		
Leptothrix ochracea	2	2	1	1	3	2	1	+	2	1	1	2	3	1	1	2		
Siderocapsa sp.	2	1	1		1	1	+		1	1		+	2	+	1	1		
Chroococcal blågrønnalge					1				+									
Grønnalgeflagellat		+																
Tabellaria flocculosa	1	+																
Pennate diatoméer			+															
Botryococcus Braunii													1					
Cryptomonas sp.			+															
Kephyrion spp.									1	1		+	1			1		
Trachelomonas sp.		+																
Eumyceter	2	1			1				+									
Phycomyceter		1			2				+									
Keratella cochlearis	1				+				+	+			+					
Keratella quadrata	1				+	+			1	+			3	1				
Notholca longispina	3	2			3	3			2	2			1	+				
Polyarthra sp.		+																
Ubest. rotatorier		1			+	+			+				+					
Bosmina sp.					+				+	1			1					
Cyclops sp.					+				+	1			1					
Krepsdyr	1	2			1	2			1	3			1	3	+			
Mygglarver			+		2				1	+			1	+				
Skall av diatoméer		1			+				2	1	+	+	1	+	+			
Skall av dinoflagellater	+	+			+				+									
Cyster av chrysophyceer	1	1		+	1	1	+		2	1	1	1	1			+		
Fragmenter av krepsdyr	1	1	1	1	1		1	1	+		1	1	1	1	1			
Fragmenter av rotatorier	1	1	2	2			2	1	+		1	1	2	1	2			
Slamrør av mygglarver						1			1	+			1					
Plantefibre	1	1																
Humus med utfelt jern	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	4	4	3	2	3	2		
Rustpartikler	1	1			1	1			+			+	1	+		1		
Sandpartikler	1	1			+	+	2	2	+									

15/3 og 25/4 - 26/4 1963 ble det ikke gjort mikroskopisk bearbeidelse av den frafiltrerbare substans.

I hovedtrekkene ga den mikroskopiske undersøkelsen av materialet det samme resultat som er beskrevet tidligere (rapport O-31: "Avsetninger av slam i renvannsmagasinet til Bærum kommunes drikkevannsforsyning. Undersøkelser i perioden oktober 1961 - mars 1962", Blindern, 6. april 1962). De tre kategorier med partikler som var av størst kvantitet omfatter:

Humuspartikler med utfelt jern.

Planktonorganismer og fragmenter av slike organismer.

Benthiske organismer.

Forekomsten av jernbakterier er da inkludert i de to sistnevnte kategorier.

Enkelte forhold som fremgikk av undersøkelsen kan nevnes. Råvannet inneholdt alle observasjonsdagene jernbakterier. En betydelig utvikling av zooplankton fant sted i renvannsmagasinet, særlig av hjuldyr og krepsdyr. Disse dyrene var å finne igjen nedover på prøvestedene langs hovedledningen. Det var en relativ økning av innhold av fragmenter av plankton mot prøvested 4. Humuspartikler med utfelt jern utgjorde alle observasjonsdagene den mengdemessig betydeligste komponent av den frafiltrerbare komponent.

3. ERFARINGER FRA FILTRERINGSFORSØKENE.

- a) Resultatene gir eksempler på mengden av frafiltrerbar substans som transporteres med vannet i ledningsnett til Bærum kommunes drikkevannsforsyning. Vektbestemmelsene viste at det dreiet seg om fra 200 - 800 mg/m³ partikler som tørrvekt. Det alt vesentlige av dette materialet var organisk stoff.
- b) Forsøkene etter fyttoplanktonhåvmetoden og glassfiberfiltermetoden viste at den frafiltrerbare substans var av liten størrelse og for største delen passerer en silkeduk med maskevidde 60 mikron.
- c) Den mikroskopiske beskrivelse av partikkelinnholdets natur ga det samme resultat som en tidligere rapport til Bærum kommune har behandlet. Resultatene understøtter observasjonene og konklusjonene som fremkom ved den forrige undersøkelse.

- d) Det finner sted en organismeutvikling (plankton og benthos) i renvannsmagasinet. Disse organismene kan transporteres nedover i ledningssystemet.

- e) Glassfiberfiltermetoden er en egnet fremgangsmåte for kvantitative bestemmelser av frafiltrerbar substans. Variasjoner i mengdemessig transport av substans med tid og sted kan følges opp.