

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-98/71

FORSØK MED HJELPEKOAGULANTER I OPPEGÅRD VANNVERK

27/9 1971 - 20/1 1972

Saksbehandler: Ingeniør Lasse Berglind
Medarbeidere : Cand.real. J. E. Samdal
Cand.real. Olav Skulberg

Rapporten avsluttet: 10. august 1972.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. LABORATORIEFORSØK	3
3. FORSØK I VANNVERKET	4
3.1 Valg av polyelektrolytt	4
3.2 Tidspunkt for undersøkelsen	4
3.3 Teknisk utførelse av forsøkene	4
3.4 Resultater	5
4. DISKUSJON	6
5. KONKLUSJON	9
6. LITTERATURHENVISNING	9

TABELLFORTEGNELSE:

Tabell nr:

1. Felningsforsøk med råvann fra Oppegård vannverk med alum og polyelektrolytter. Laboratorieforsøk utført 10/9-70	10
2. Forsøk med polyelektrolytter i Oppegård vannverk	11 - 21
3. Virkningen av polyelektrolytt på filtermotstanden	22

FIGURFORTEGNELSE:

1. Felningsforsøk med råvann fra Oppegård vannverk	23
--	----

1. INNLEDNING

I denne rapport redegjøres det for forsøk med hjelpekoagulanter i Oppegård vannverk utført i tidsrommet 27/9-71 til 20/1-72. Forsøkene ble besluttet utført på møte 13/8-70. (Møterapport fra A/S Hjellnes & Co. av 14/8-70.)

Kapasiteten ved vannverket skal etterhvert økes og det var således av interesse å få klarlagt hvilken effekt bruk av hjelpekoagulant kan ha i denne sammenheng. En eventuell positiv effekt med hjelpekoagulant ville også kunne ha betydning ved dimensjoneringen av det planlagte neste byggetrinn ved vannverket.

2. LABORATORIEFORSØK

Fra først av ble det bestemt at hjelpekoagulant skulle tilsettes før flokkuleringen for å undersøke om dette kunne forbedre fnokkenes sedimenteringsegenskaper. Hurtigere sedimentering av fnokkene vil være av betydning ved økning av kapasiteten da dette også øker belastningen i sedimenteringstanken.

Før forsøk i vannverket ble det utført laboratorieforsøk for å finne en egnet hjelpekoagulant. Disse forsøk ble utført høsten 1970. (Vårt brev av 2/10-70.) Ved utførelsen av forsøkene ble det benyttet en vanlig laboratorieflokkulator (Jar-Test) og fnokkenes form og sedimenteringsegenskaper ved tilsats av ulike polyelektrolytter ble undersøkt. De polyelektrolytter som først og fremst ble undersøkt var Wisprofloc 20 og Wisprofloc P. Disse er de eneste som hittil er formelt godkjent av Statens institutt for folkehelse for bruk i norske vannverk. Utenom disse ble også noen andre polyelektrolytter som er beregnet for rensing av drikkevann forsøkt. Resultatene av laboratorieforsøkene er gjengitt i tabell 1. Som det fremgår av tabellen ga Purifloc N17 fnokkene best sedimentering, mens Wisprofloc P var nest best.

3. FORSØK I VANNVERKET

3.1. Valg av polyelektrolytt

På grunnlag av laboratorieforsøkene ble det i første omgang besluttet å prøve med tilsats av Wisprofloc P selv om Purifloc N17 viste seg å være noe bedre. Årsaken til dette var først og fremst at denne polyelektrolytt var godkjent til vannverksbruk her i landet, og at prisen var lav, kr. 4,- pr. kg, mens Purifloc N17 koster ca. kr. 20,- pr. kg. Senere under forsøksperioden ble imidlertid også Purifloc N17 forsøkt etter muntlig tillatelse fra Statens institutt for folkehelse.

3.2. Tidspunkt for forsøkene

Forsøkene med polyelektrolytt-tilsats i vannverket ble foretatt i to perioder. Den første perioden varte fra 27/9-71 til 3/11-71, dvs. i slutten av sommerstagnasjonen og begynnelsen av høstsirkulasjonen, mens den andre perioden varte fra 10/1 til 20/1-72, dvs. i begynnelsen av vinterstagnasjonen. Opprinnelig var det bare meningen å foreta forsøkene høsten 1971, men da det ble antatt at store mengder i råvannet kanskje kunne hatt innvirkning på resultatene, ble noen av forsøkene gjentatt i januar 1972 i en tidsperiode med lav biologisk aktivitet.

3.3. Teknisk utførelse av forsøkene

Løsningene av polyelektrolytt ble tillaget etter fabrikantenes anvisninger. Wisprofloc ble først tillaget som 4% løsning i et kar med propelleromrører og deretter fortynnet til 2% før dosering. Purifloc N17 ble først tillaget som 0,5% løsning ved hjelp av dispergeringsinnretning (dispenser) og propelleromrører. Deretter ble løsningen fortynnet til 0,05% før bruk. Til dosering ble det benyttet en vanlig peristaltisk pumpe. Doseringen ble kontrollert ved hjelp av målesylinder og stoppeklokke.

Ved forsøkene høsten 1971 (tabell 2, forsøk 1-8) ble polyelektrolytt tilsatt i overflaten i flokkuleringskammer nr. 1 på et sted

hvor det var tydelig turbulens. Ved forsøkene i januar 1972 ble polyelektrolytt tilsatt gjennom et system med perforerte rør ca. en meter under overflaten i flokkuleringskammer nr. 1. Dette ble gjort for å gi en rask og effektiv innblanding av polyelektrolytt i vannmassen.

Ved forsøk nr. 1 (tabell 2) ble begge flokkulerings- og sedimenteringstankene anvendt, likeledes begge filterene. Polyelektrolytt ble tilsatt i den ene felningsenheten, mens den andre ble benyttet som referanse ved prøvetakingen. Ved de øvrige forsøkene ble kun en felningsenhet og et filter benyttet med og uten polyelektrolytt. Anlegget fikk da gå en viss tid (minst 4-5 timer) uten tilsats av polyelektrolytt før prøvetaking. Deretter fulgte en tilsvarende periode med dosering av polyelektrolytt. Filtermotstanden ble kontinuerlig avlest (unntatt ved forsøk 1).

3.4. Resultater

Ved forsøkene med Wisprofloc P høsten 1971 (tabell 2, forsøk 1-6) økte fnokkstørrelsen under flokkuleringen fra ca. 3 til ca. 4-5 mm da polyelektrolytten ble tilsatt. Ut fra analyseresultatene for sedimentert vann kan det imidlertid ikke sees at tilsats av polyelektrolytt økte sedimenteringen av partikulært stoff (tabell 2). Gjennomgående var det liten forskjell i verdiene for turbiditet, farge, permanganattall og aluminium i sedimentert vann ved henholdsvis med og uten tilsats av polyelektrolytt. Dette var tilfelle ved både lav og høy kapasitet.

Tilsats av Wisprofloc P hadde en klar innvirkning på økningen av filtermotstanden (tabell 3). I de perioder hvor Wisprofloc P ble tilsatt økte filtermotstanden fra ca. to til seks ganger hurtigere enn da bare alum ble benyttet ved felningen.

Ved forsøkene med Purifloc N17 høsten 1971 (tabell 2, forsøk 7 og 8) kunne det ikke sees at denne polyelektrolytt økte fnokkstørrelsen i noen vesentlig grad. Dette var uventet ettersom det ved laboratorieforsøkene ble oppnådd en betydelig økning av fnokk-

størrelsen med denne polyelektrolytt. Analyseresultatene viser at heller ikke Purifloc N17 hadde noen vesentlig innvirkning på fjerningen av partikulært stoff i sedimenteringstanken (tabell 2).

Under forsøkene høsten 1971 inneholdt råvannet store mengder av algen *Oscillatoria aghardii*. Algene ble ikke fjernet under felningen og gikk over på sandfiltrene hvor de ble holdt tilbake. Da det ble antatt at dette kanskje kunne være en medvirkende årsak til den raske økningen i filtermotstanden ved bruk av polyelektrolytt, ble det besluttet å gjenta noen av forsøkene etter høstsirkulasjonen når algene ventelig ville være forsvunnet. Disse forsøkene ble foretatt i januar 1972. Det var på dette tidspunkt fortsatt en del alger i råvannet, men algene ble nå fjernet under felningen og gikk således ikke over på sandfiltrene. Resultatene av forsøkene viser imidlertid at det heller ikke nå ble noen gunstig effekt med polyelektrolytt (tabell 2, forsøk 9). Likeledes økte filtermotstanden hurtigere med polyelektrolytt, men økningen ved tilsats av Purifloc N17 var ikke så sterk som tidligere (tabell 3).

4. DISKUSJON

Tilsats av polyelektrolytter i flokkuleringsenheten har ikke økt fjerningen av partikulært stoff i sedimenteringstanken til tross for at laboratorieforsøkene viste at fnokkenes sedimenteringshastighet økte ved dosering av egnet polyelektrolytt. Dosering av polyelektrolytt bevirket også at filtermotstanden økte raskere enn vanlig.

Årsaken til at polyelektrolytt ikke påviselig økte sedimenteringshastigheten selv ved en kapasitet på $333 \text{ m}^3/\text{time}$, tilsvarende en overflatebelastning på ca. $1,6 \text{ m}/\text{time}$, kan kanskje delvis bero på at sedimenteringstanken hadde for liten hydraulisk belastning. Ved lav belastning vil størstedelen av de sedimenterbare fnokker rekke å bunnfelle uten bruk av polyelektrolytt. Ved økt hydraulisk belastning vil færre sedimenterbare fnokker rekke å sedimentere før overløpet, og da kan bruk av polyelektrolytt være hen-

siktsmessig ved at fnokkenes synkehastighet økes. Vi har forsøkt å demonstrere dette ved laboratoriefeltningsforsøk i 1 meters "longtubes" (plexiglassylindere for studier av fnokkers sedimenteringsegenskaper) med råvann fra Oppegård vannverk (figur 1). Det vil sees at etter kort sedimenteringstid er det gjennomsnittlige aluminiumsinnholdet fra 0,1 til 0,9 m dyp klart lavere ved bruk av polyelektrolytt sammenliknet med forsøket hvor bare alum ble benyttet som feltningsmiddel. Ved lengre sedimenteringstid enn ca. 30 minutter er det liten forskjell i aluminiumsinnholdet ved forsøkene med og uten tilsats av polyelektrolytt. Selv om sedimenteringsbetingelsene i en "longtube" og i en sedimenteringstank ikke er de samme, synes dette forsøket å bekrefte at sedimenteringstanken må belastes over en viss grense for at bruk av polyelektrolytt skal ha noen effekt med hensyn til å øke fnokkfjerningen.

Det kan nevnes at ved et av fullrenseanleggene i Stockholm, som har samme type sedimenteringstank som ved Oppegård vannverk (Lovøtypen med ett dekk), ble kapasiteten økt slik at overflatebelastningen i sedimenteringstanken nå er ca. 3 m/time. Aktivert silica ble med fordel benyttet som hjelpekoagulant selv om sedimentert vann inneholdt noe mer suspendert stoff enn før kapasitetsøkningen. Man fant det riktigere med økt hydraulisk belastning på sedimenteringstanken selv om dette ga større partikkelbelastning på filtrene. På denne måten sparte man nytt sedimenteringsbasseng.

En medvirkende årsak til at forsøkene med hjelpekoagulant hittil ikke har gitt positive resultater, kan muligens bero på at periferihastighetene på omrørerne i de tre siste flokkuleringskamrene kanskje er i største laget slik at fnokkene knuses. Hensikten med å tilsette hjelpekoagulant i flokkuleringstanken er å bygge opp store, relativt hurtig sedimenterende fnokker slik at fnokkfjerningen i sedimenteringstanken kan forbedres. Store fnokker er imidlertid mer ømtålelige overfor mekaniske påkjenninger enn mindre og det er derfor viktig at hastighetsgradientene i flokkuleringskamrene ikke blir for store. Ut fra de tekniske data har vi be-

regnet periferihastighetene i flokkuleringstankene til følgende:

Omrører i flokkuleringskammer nr. 1	-	0,52 m/s
" " " " "	2	- 0,52 m/s
" " " " "	3	- 0,52 m/s
" " " " "	4	- 0,37 m/s

(Anm.: Periferihastigheten på omrørerne ved laboratorieforsøkene var 0,07 m/s.)

Periferihastighetene i de tre siste kamrene synes å være i største laget ettersom man normalt ikke lar periferihastighetene overskride hastighetsområdet 0,5 til 0,2 m/s (fra første til siste flokkuleringskammer) for å unngå fnokknusing.

Årsaken til den raskere økning av filtermotstanden ved bruk av polyelektrolytt er antakelig at polyelektrolytten påvirker styrken til de fnokker som går over på sandfilteret slik at disse i bare liten grad blir trukket ned i filtermassen. Dette tetter passasjene mellom sandkornene i overflaten av filtermassen hurtigere slik at økningen av filtermotstanden påskyndes 1). Man kan redusere denne effekt ved bl.a. å holde polyelektrolytt-dosen så lav som mulig og ved hurtig og effektiv innblanding i vannmassen. Videre kan man benytte filtermasse som er spesielt egnet ved bruk av polyelektrolytt. Denne kan bestå av grov filtersand eller et dobbeltlagsfilter med forholdsvis fin filtersand nederst og et grovere antrasittlag på toppen. Med slike filtermasser vil fnokkene fordeles bedre nedover i filtermassen slik at maksimal driftstid på filteret kan oppnås.

De polyelektrolytter som hittil har vært forsøkt i vannverket utgjør bare en del av de som er kommet på markedet i de senere år og som er beregnet på rensing av drikkevann. Vi kan ikke se bort fra at noen av disse kan være bedre egnet enn Wisprofloc P og Purifloc N17, og arbeidet med å prøve å finne en polyelektrolytt med mer positiv effekt bør derfor fortsette.

5. KONKLUSJON

1. Laboratorieforsøk har vist at tilsats av Wisprofloc P og Purifloc N17 øker fnokkenes sedimenteringshastighet ved felning av råvann fra Oppegård vannverk.
2. Tilsats av Wisprofloc P og Purifloc N17 i flokkuleringstanken har ikke økt fnokkfjerningen i sedimentert vann i et kapasitetsområde som tilsvarer 11.000 - 16.000 m³/døgn.
3. Under forutsetning av at det er teknisk mulig kan kanskje en positiv effekt med Wisprofloc P eller Purifloc N17 oppnåes ved høyere overflatebelastning i sedimenteringstanken, dvs. ved en kapasitet som overstiger 16.000 m³/døgn.
4. Hastighetene på røreverkene i flokkuleringstankene bør forsøksvis reduseres for å hindre fnokknusing.
5. Tilsats av Wisprofloc P og Purifloc N17 i flokkuleringstanken gir en raskere økning av filtermotstanden enn når kun aluminiumssulfat benyttes ved felning. Dette kan sannsynligvis unngås ved bruk av grovere filtersand eller dobbeltlag filter.

6. LITTERATURHENVISNING

1.

Prof. dr. D. M. Minz: "Aids to coagulation" General Report no. 5
International Water Supply Congress
1964 Stockholm

Tabell 1. Felningsforsøk med råvann fra Oppegård vannverk med alum og polyelektrolytter.

Laboratorieforsøk utført 10/9-70 med råvann hentet 9/9-70.

Forsøk 1.	Målt på filtrert vann						Rangering etter sedimenterings-egenskaper	Fnokk-størrelse i mm	
	Prøve	Alum mg/l	Polyelektrolytt mg/l	Temp °C	pH	Farge mg Pt/l			Turbiditet J.T.U.
1	30		13	6,7	7	0,005	60	4	ca. 3
2	30	1 x)	13	6,7	8	0,005	60	3	ca. 4
3	30	2 x)	13	6,7	7	0,005	70	2	ca. 4-5
4	30	1 xx)	13	6,7	7	0,005	50	2	ca. 4-5
5	30	2 xx)	13	6,7	8	0,004	70	1	ca. 5-6

x) Wisprofloc 20 xx) Wisprofloc P.

Første synlige fnokker etter ca. 2 minutters innblanding for alle prøver.

Forsøk 2.	Målt på filtrert vann						Rangering etter sedimenterings-egenskaper	Fnokk-størrelse i mm	
	Prøve	Alum mg/l	Polyelektrolytt mg/l	Temp °C	pH	Farge mg Pt/l			Turbiditet J.T.U.
1	30	1 a)	12	6,4	4	0,020	80	3	ca. 3
2	30	1 b)	12	6,5	4	0,006	50	2	ca. 5
3	30	1 c)	12	6,5	4	0,015	70	1	ca. 8
4	30	1 d)	12	6,5	4	0,010	40	3	ca. 3

Første synlige fnokker etter ca. 2 minutters innblanding for alle prøver.

a) Praestol 2935 (anionisk)

c) Purifloc NL7 (non-ionisk)

b) Wisprofloc P (kationisk)

d) NC 1844 (kationisk)

Råvann 9/9 - 70. Øvre inntak	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Aluminium µg Al/l
	7,12	57	0,85

Tabell 2. Forsøk med polyelektrolytter i Oppgård vannverk.

Forsøk 1. Vannføring 2 x 230 m³/time. Alumdose 42 ppm.

Polyelektrolytt-dose: 1 - 2 ppm Wisprofloc P.

Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	Med polyelektrolytt				Uten polyelektrolytt				Anmerkninger
			pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Aluminium µg Al/l	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Aluminium µg Al/l	
27/9	1800	Sedi- ment. vann	6,33	15	1,40	250	6,52	14	1,30	80	Forsøket startet 27/9 kl. 1300 med tilsats av 1 ppm Wisprofloc P i den ene felningsenheten. Fra kl. 1800 til kl. 2300 var dosen av polyelektrolytt 2 ppm, deretter ble den igjen redusert til 1 ppm.
	2300	"			0,87	190			0,65	120	
28/9	0700	Sedi- ment. vann			0,86	120			0,55	70	

1) Tidspunkt for prøvetaking.

Turbiditet råvann 5 - 5,5 J.T.U.

Råvannstemperatur 12°C

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 2. Vannføring 1 x 250 m³/time. Alumdose = 43 ppm
 Polyelektrolytt dose = 1 ppm. Wisprofloc P.

Med polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokkeslett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
28/9	1600	2) Råvann	7,5	52	2,00	5,7	115	150	
"	"	Sedi- ment. vann	6,5	69	1,50		70	70	950
"	"	Filtr. vann		2	0,46		90	20	20
	2000	2) Sedi- ment. vann	6,3	22	0,75		75	20	300
"	"	Filtr. vann		2	0,64		45	< 10	30
"	"	Renvann		4	0,67	1,8	60	30	60

Uten polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokkeslett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
29/9	0800	3) Råvann	7,4	66	2,70	6,0	80	150	
"	"	Sedi- ment. vann	6,6	14	1,40		70	< 10	100
"	"	Filtr. vann		3	0,63	1,9	75	< 10	20
"	"	Renvann		2	1,30	1,8	35	20	60

- 1) Tidspunkt for prøvetaking
- 2) Forsøket påbegynt 28/9 kl. 1020
- 3) Forsøket påbegynt 28/9 kl. 2000

Filtermotstand		
Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i meter
28/9	0900	0,20
	1530	0,36
	2000	0,58
	2330	0,88
29/9	0700	0,98

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 3. Vannføring $1 \times 270 \text{ m}^3/\text{time}$. Alumdose 42 ppm.

Polyelektrolytt dose = 1 ppm Wisprofloc P.

Temperatur råvann = 12°C .

Med polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan $\mu\text{g Mn/l}$	Jern $\mu\text{g Fe/l}$	Alumi- nium $\mu\text{g Al/l}$
29/9	1800 3)	Sedi- ment. vann	6,3	4	0,50	2,2	35	20	150
"	"	Filtr. vann	6,2	0	0,20	2,1	40	10	20
"	"	Renvann	8,5	2	0,25	1,7	40	20	50

Uten polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan $\mu\text{g Mn/l}$	Jern $\mu\text{g Fe/l}$	Alumin- nium $\mu\text{g Al/l}$
29/9	1300 2)	Sedi- ment. vann	6,5	18	1,5		40	10	100
"	"	Filtr. vann		1	1,2	1,7	40	< 10	30
"	"	Renvann	8,8	8	1,4	1,7	55	30	70

- 1) Tidspunkt for prøvetaking
- 2) Forsøket påbegynt kl. 0800
- 3) Forsøket påbegynt kl. 1300

Filtermotstand

Dato	Klokke- slett	Filtermotstand i meter
29/9	0700	0,98
	1115	1,00
	1300	1,10
	1300	0,71 (Skiftet filter)
	1600	0,84

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 4. Vannføring $1 \times 292 \text{ m}^3/\text{time}$. Alumdose = ca. 40 ppm.

Polyelektrolytt dose = 1 ppm Wisprofloc P.

Med polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
30/9	2100 3)	Sedi- ment. vann	5,9	11	1,00		100	20	310
	"	Filtr. vann		0	0,25	1,7	65	10	90
	"	Renvann		1	0,25	1,6	55	20	70

Uten polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
30/9	1430 2)	Råvann	7,9	25	1,50	5,9	35	140	30
	"	Sedi- ment. vann	6,3	4	1,00	2,8	15	10	230
	"	Filtr. vann	6,2	0	0,20	2,1	40	10	20
	"	Renvann	8,5	2	0,25	1,7	40	20	50

Anm.

- 1) Tidspunkt for prøvetaking
- 2) Forsøket påbegynt kl. 0945
- 3) Forsøket påbegynt kl 1445

Filtermotstand

Dato	Klokke- slett	Filtermotstand i meter
30/9	0945	0,20 (Nyspylt)
	1045	0,24
	1145	0,27
	1245	0,28
	1345	0,29
	1445	0,30
	1545	0,31
	1645	0,32
	1745	0,34
	1845	0,48
	1945	0,50

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 5. Vannføring $1 \times 312 \text{ m}^3/\text{time}$. Alumdose = ca. 40 ppm.

Polyelektrolytt dose = 1 ppm Wisprofloc P

			Med polyelektrolytt						
Dato 1971	Klokkeslett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/1	Turbiditet J.T.U.	Perman-ganatt. mg O/1	Mangan µg Mn/1	Jern µg Fe/1	Alumi-nium µg Al/1
1/10	2000 3)	Råvann	6,9	34	1,50	5,9	175	130	
	"	Sedi-ment.vann	6,0	9	0,70		170	20	450
	"	Filtr.vann	6,0	3	0,3	2,1	160	10	80
	"	Renvann	7,4	3	0,45	2,2	155	20	100

			Uten polyelektrolytt						
Dato 1971	Klokkeslett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/1	Turbiditet J.T.U.	Perman-ganatt. mg O/1	Mangan µg Mn/1	Jern µg Fe/1	Alumi-nium µg Al/1
1/10	1400 2)	Råvann	6,7	26	2,50	5,6			20
	"	Sedi-ment.vann	5,9	5	1,00	-	125	20	400
	"	Filtr.vann		1	0,25	1,7	100	< 10	40
	"	Renvann		1	0,40	1,7	70	20	70

Anm.

- 1) Tidspunkt for prøvetaking
- 2) Forsøket påbegynt kl. 0800
- 3) Forsøket påbegynt kl. 1415

Filtermotstand

Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i meter
1/10	0800	0,28
	1000	0,30
	1200	0,31
	1400	0,34
	1500	0,38
	1600	0,40
	1700	0,44
	1800	0,51
	1900	0,58
	2000	0,70

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 6. Vannføring 1 x 333 m³/time. Alumdose = 45 ppm.

Polyelektrolytt dose = 1 ppm. Wisprofloc P.

Temperatur råvann 4/10-71 = 14,3°C

			Med polyelektrolytt						
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet. J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
5/10	1600 3)	Råvann	7,4	30	2,50	5,8	70	150	30
	1900 3)	Sedi- ment. vann	6,4	14	1,00		35	20	330
	(Bland- prøver)	Filtr. vann		1	0,15	2,1	35	20	20
		Renvann		1	0,35	2,1		20	60

			Uten polyelektrolytt						
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet. J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
4/10	1400 2)	Råvann	7,6	34	1,50	5,9	175	130	
	2200 2)	Sedi- ment. vann	6,3	9	0,70		170	20	450
	(Bland- prøver)	Filtr. vann	6,2	3	0,30	2,1	160	10	80
		Renvann	8,6	3	0,45	2,2	155	20	100

Anm. 1) Tidspunkt for prøvetaking.

2) Forsøket påbegynt 0900.

3) Forsøket påbegynt 1045.

Filtermotstand.

Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i m.	Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i m.
4/10	0930	0,31	5/10	0830	0,32
	1030	0,31		1000	0,34
	1130	0,32		1200	0,39
	1400	0,37		1400	0,48
	1600	0,39		1600	0,72
	1800	0,42		1900	1,13
	2000	0,48		2000	1,30
	2200	0,49			

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 7. Vannføring 1 x 333 m³/time. Alumdose = 37 ppm.

Polyelektrolytt dose = 0,43 ppm. Purifloc N17.

Med polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
27/10	2000 3)	Råvann			2,20				
	"	Sedi- ment. vann	6,3	20	1,40				230
	"	Filtr. vann		0	0,33				50

Uten polyelektrolytt									
Dato 1971	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet. J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Mangan µg Mn/l	Jern µg Fe/l	Alumi- nium µg Al/l
26/10	1400 2)	Råvann	6,9	75	2,90				
	2200	Sedi- ment. vann	6,3	14	1,70				390
	(Bland- prøver)	Filtr. vann		0	0,56				50

Anm. 1) Tidspunkt for prøvetaking.

2) Forsøket påbegynt kl. 0900. 3) Forsøket påbegynt kl. 1300.

Filtermotstand.

Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i m.	Dato	Klokkeslett	Filtermotstand i m.
26/10	1100	0,36	27/10	0700	0,70
	1300	0,38		0830	0,73
	1500	0,40		0930	0,37 (etter
	1600	0,42		1130	0,39 spyling)
	1800	0,44		1530	0,47
	2000	0,49		1700	0,59
	2200	0,51		2000	0,92
			2030	1,10	

Tabell 2. Vannføring 1 x 333m³/time. Alumdose = 36 ppm. Polyelektrolyttdose = 0,7 ppm. Purifloc NL7.
Forsøk 8.

Dato	Klokke- slett 1)	Prøve	Med polyelektrolytt			Uten polyelektrolytt			
			pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Aluminium µg Al/l	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.
2/11	2130 2)	Råvann						2,40	
3/11	0700 2)	Sedi- ment. vann				6,25		1,40	450
	(Bland- prøver)	Filtrent vann						0,17	50
3/11	1900 3)	Råvann			1,80				
		Sedi- ment. vann	6,3		1,40		320		
		Filtrent vann			0,18		70		

Ann. 1) Tidspunkt for prøvetaking Filtermotstand
 2) Forsøket påbegynt 2/11 kl. 1500 2/11. kl. 1500 - 0,29 m (nyspylt filter)
 3) Forsøket påbegynt 3/11 kl. 1245 3/11. " " 1800 - 0,39 m
 " " 2130 - 0,42 m
 " " 0700 - 0,62 m
 " " 0800 - 0,32 m (Etter spyling)
 " " 1030 - 0,34 m
 " " 1400 - 0,41 m
 " " 1600 - 0,48 m
 " " 1900 - 0,92 m
 " " 1940 - 1,15 m

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 9. Vannføring 1 x 333 m³/time. Alumdose 40 ppm. Temperatur råvann 10/1-72 = 4,5°C.

Polyelektrolytt-dose = 0,25 - 0,5 ppm Purifloc N17.

0,5 ppm Wisprofloc P.

Dato	Klokke-slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Perman-ganatt. mg O/l	Tørrstoff g/l	Aluminium µg Al/l	Anmerkninger
11/1	1600 og 2130 (Bland-prøver)	Råvann Sedi-ment. vann Filtr. vann	6,9 6,1	54 19	1,70 2,40	5,2 2,3	0,0020 0,0036	820	Polyelektro-lytt-dose: 0,25 ppm Purifloc N17 Igangsatt kl. 1100
12/1	1600 og 2100 (Bland-prøver)	Råvann Sedi-ment. vann Filtr. vann	6,1	5	0,61	1,8	0,0008	120	Polyelektro-lytt-dose: 0,5 ppm Purifloc N17 Igangsatt kl. 1045
13/1	1600 og 2100 (Bland-prøver)	Råvann Sedi-ment. vann Filtr. vann	7,0 6,0 6,0	57 16 0	1,30 2,50 0,36	5,3 2,2 1,5	0,0022 0,0044 0,0002	60 710 90 910 100	Polyelektro-lytt-dose: 0,5 ppm Wisprofloc P Igangsatt kl. 1100

1) Tidspunkt for prøvetaking.

Forsøk 9 forts.

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 9. Fortsatt. Vannføring 1 x 333 m³/time. Alumdose 40 ppm. Temperatur råvann 20/1-72 = 4,4°C.
 Polyelektrolytt dose = 0,5 ppm Wisprofloc 20

		Uten polyelektrolytt								
Dato	Klokke- slett 1)	Prøve	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Perman- ganatt. mg O/l	Tørrestoff g/l	Aluminium µg Al/l	Anmerkninger	
10/1	1430 og 1930 (Bland- prøver)	Råvann Sedi- ment. vann Filtr. vann	6,9 6,1 6,1	47 18 0	2,40 2,90 1,30	5,2 2,5 1,6	0,0044 0,0044 0,0004	750 110	Igangsatt kl. 0930	
		Med polyelektrolytt								
20/1	1600 og 2000 (Bland- prøver)	Råvann Sedi- ment. vann Filtr. vann	6,9 6,2 6,2	38 16 1	1,20 2,20 0,48	5,1 2,4 2,0		30 830 70	Igangsatt kl. 1030	

1) Tidspunkt for prøvetaking.

Forsøk 9 forts.

Tabell 2. Fortsatt.

Forsøk 9. Fortsatt.

Filtermotstand.

<u>Dato</u>	<u>Klokkeslett</u>	<u>Filtermotstand i meter</u>
10/1-72	0930	0,33
	1130	0,34
	1330	0,38
	1530	0,39
	1730	0,40
	1930	0,42
	11/1-72	0830
1000		0,34
1200		0,38
1400		0,39
1600		0,40
1800		0,42
2100		0,48
12/1-72	0930	0,31
	1130	0,32
	1330	0,38
	1530	0,39
	1730	0,40
	1930	0,42
	2130	0,49
	2330	0,53
13/1-72	0900	0,32
	1200	0,35
	1400	0,39
	1600	0,45
	1800	0,60
	2000	0,76
20/1-72	1000	0,34
	1200	0,35
	1400	0,35
	1600	0,39
	1800	0,41
	2000	0,44
	2200	0,49

Tabell 3. Virkningen av polyelektrolytt på filtermotstanden.

Forsøk nr.	Kapasitet m ³ /time	Polyelektrolytt	Polyelektrolytt-dose ppm	Midlere økning av filtermotstand i meter/time	
				Uten polyelektrolytt	Med polyelektrolytt
2	250	Wisprofloc P	1,0	0,036	0,038
3	270	- " -	"	0,024	0,043
4	292	- " -	"	0,020	0,040
5	312	- " -	"	0,010	0,064
6	333	- " -	"	0,016	0,085
7	333	Purifloc N17	0,4	0,017	0,120
8	333	- " -	0,7	0,020	0,120
9a	333	- " -	0,25	0,009	0,011
9b	333	- " -	0,5		0,015
9c	333	Wisprofloc P	"		0,051
9d	333	Wisprofloc 20	"		0,010

Anm. Tallene er beregnet ut fra de avleste verdier for filtermotstand. (Se tabell 2).

Fig.1
Felningsforsök med råvann fra Oppegård vannverk

Utført i 1m langtube m. röreverk 1. 11.1971

Kurvane angir det midlere aluminiumsinnhold fra 0,1 til 0,9 m dyp

Alumdose = 40 ppm

Kalkdose = 5 mg $\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{l}$

- Uten tilsats av hjelpekoagulant
- 0,5 ppm Purifloc N 17
- 10 ——" Wisprofloc

