

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O - 121/64.

Orienterende koaguleringsforsøk
med vann fra Glomma ved Fetsund.

Saksbehandler: Cand.real. J.E. Samdal.

Rapporten avsluttet 8. desember 1964.

INNHOOLD.

	Side
1. INNLEDNING	3
2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING	3
3. PRØVETAKING OG ARBEIDSMETODIKK	3
4. RESULTATER	4
4.1. Råvannets sammensetning	4
4.2. Resultater av koaguleringsforsøkene	4
4.3. Resultater av sedimenteringsforsøkene	5
5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	6

TABELLER.

1. Dosering av alum (20 - 35 mg/l) og kalk (3,3 - 6,0 mg/l) ved 8,4 - 14,8 °C)	8
2. Dosering av alum (25 mg/l), kalk (4,2 mg/l) og aktivert silica (1 - 5 mg/l) ved 8,7 - 12,6 °C	9
3. Dosering av alum (20 - 30 mg/l) og kalk (3,3 - 5,0 mg/l) ved 2 °C	10
4. Dosering av alum (25 mg/l), kalk (4,2 mg/l) og aktivert silica (1 - 5 mg/l) ved 2 °C	11

FIGURER.

1. Sedimenteringsforsøk 30 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l, starttemp. 9,2 °C, slutt-temp. 12,5 °C.	12
2. Sedimenteringsforsøk 30 mg alum/l, 6 mg kalk/l, temp. 2 °C.	13
3. Sedimenteringsforsøk 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l, 3 mg akt. silica/l, starttemp. 13,9 °C, slutt-temp. 17,0 °C	14
4. Sedimenteringsforsøk 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l, 3 mg akt. silica/l, temp. 2 °C.	15

1. INNLEDNING.

Denne rapporten redegjør for resultatene av felningsforsøk på en vannporsjon fra Glomma ved Fetsund. Forsøkene er utført som laboratorieforsøk og etter oppdrag fra konsulentfirmaet Chr. F. Grøner.

2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING.

Problemstillingen er om Fet og Rælingen kan forsynes med vann fra Glomma. Konsulentfirmaet Chr. F. Grøner bearbeider for tiden et forprosjekt vedrørende vannforsyning for disse kommuner. Hensikten med koaguleringsforsøkene var å få kjennskap til vannets felningsbetingelser. Resultatene antas å ha begrenset verdi for dimensjonering av et eventuelt teknisk renseanlegg.

3. PRØVETAKING OG ARBEIDSMETODIKK.

En større vannporsjon ble tatt i Glomma ved Fetsund lense (ca. 100 m nedenfor Fetsund Bro) den 23/11-64. Råvannets temperatur var 2,0 °C.

Vannporsjonen ble transportert i store plastbeholdere til vårt laboratorium på Blindern og lagret ved lav temperatur. Koaguleringsforsøkene foregikk i tiden 24/11 til 28/11 1964.

Koaguleringsforsøkene ble utført i en laboratorieflokkulator med mulighet for utførelse av i alt 12 forsøk samtidig. Koaguleringshastigheten var 200 omdr./min, og flokkuleringshastigheten 20 omdr./min. Diameteren på omrørerens propeller var 2,5 cm. Koaguleringstiden var 3 min, mens flokkuleringstiden var 57 min. Forsøkene ble utført i runde begerglass (1 liter). Omstillingen fra koagulerings- til flokkuleringshastighet foregikk momentant. Kalk (hydratkalk $\text{Ca}(\text{OH})_2$) ble tilsatt før alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16-18\text{H}_2\text{O}$) i alle forsøk. Aktivert silica var av typen Aurosil N31. Doseringsrekkefølgen var: kalk, alum og til slutt aktivert silica. Tiden mellom hver koagulanttilsetning var maksimalt 1 minutt. Tilsetningen av koagulanter foregikk momentant og samtidig til alle begerglass i en forsøksserie. Etter flokkuleringen ble vannet i begerglassene filtrert gjennom Schleicher & Schüll foldefilter av papir, nr. 597 $\frac{1}{2}$, og analysene ble utført på filtratene etter våre standard forskrifter.

Sedimenteringsforsøkene ble utført ved at begerglassene fikk henstand etter at flokkuleringsfasen var ferdig. En pipette ble så stukket ned 3 cm under vannoverflaten, og en prøve ble utpipettert for farge- og turbiditetsmåling. Avstanden fra væskeoverflate i begerglassene til bunnen var ca. 16 cm.

4. RESULTATER.

4.1. Råvannets sammensetning.

Kjemisk analyse av råvannsprøven gav følgende resultat:

pH	7,02
Sp.ledningsevne . $10^{-6}, 20^{\circ}\text{C}$ ohm ⁻¹ cm ⁻¹	42,0
Farge, mg Pt/l	58
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	5,0
Permanganattall, mg O/l	5,3
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	3,8
Hårdhet, mg CaO/l	9,7
Jern, mg Fe/l	0,17
Mangan, mg Mn/l	< 0,05
Aluminium, mg Al/l	< 0,05

4.2. Resultater av koaguleringsforsøkene.

I tabell 1 er sammenstillet koaguleringsbetingelsene og resultatene av koaguleringsforsøkene med alum og kalk som koagulanter ved relativt høy forsøkstemperatur (8,4 - 14,8 °C). Forsøkene er utført med alumdosering fra 20 - 35 mg/l, men forholdet mellom alum og kalk er variert i forsøks-serien. Resultatene viser at 20 og 25 mg alum/l ved pH 6,74, 6,65 og 6,66 (forsøk 2, 3 og 4) gir lav farge og turbiditet samtidig som dannelses-tiden for fnokkene er relativt kort. Ved pH 6,60 og 6,42 (forsøk 5 og 6) oppnår man også lav farge og turbiditet, men dannelses-tiden for fnokkene synes å være noe lengre enn i forsøk 2, 3 og 4. Forsøkene 8 - 12 foregår i pH-området 6,20 - 6,50, og selv om reduksjonen av farge og turbiditet er tilfredsstillende ser det ut til at man ved disse pH-verdier har noe lengre dannelses-tid for fnokkene.

Resultatene fra tabell 1 viser at 25 mg alum/l ved riktig pH er til-strekkelig for at koagulering foregår. Vi tok derfor utgangspunkt i denne dosering, og tabell 2 fremstiller resultatene med 25 mg alum/l,

4,2 mg kalk/l og varierende dosering av aktivert silica. Det fremgår at resultatene med hensyn til reduksjon av farge og turbiditet er gode, mens dannelses tiden for fnokkene er ytterligere redusert i forhold til det vi fant i tabell 1. Forsøkene med aktivert silica ble utført i temperaturområdet 8,7 - 12,6 °C.

Tabell 3 viser koaguleringsresultatene ved 2 °C og alumdosering fra 20 - 30 mg/l i pH-området 6,45 - 6,58. Reduksjon av farge og turbiditet er vel så god som i tilsvarende forsøk ved høyere temperatur, og dannelses tiden for fnokkene er relativt kort.

Tabell 4 viser resultatene etter koaguleringen med 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l og fra 1 - 5 mg/l aktivert silica ved 2 °C. Det ser ut til at felningsresultatene ved disse doseringsbetingelser og lav temperatur gir like godt resultat som under samme felningsbetingelser og noe høyere temperatur (se tabell 2). Reduksjonen av vannets permanganattall og jerninnhold er god ved optimale felningsbetingelser etter tabellene 1 - 4, og innholdet av restaluminium er lavt.

4.3. Resultater av sedimenteringsforsøkene.

Figur 1 viser farge og turbiditet som funksjon av henstandstiden når doseringen var 30 mg alum/l og 4,2 mg kalk/l i temperaturområdet 9,2 - 12,5 °C. Måleresultatene viser betydelig spredning, men det ser ut til at sedimenteringshastigheten er relativt god.

I figur 2 er inntegnet farge og turbiditet som funksjon av henstandstiden med 30 mg alum, 6 mg kalk og ved temperatur 2 °C. Farge- og turbiditetstallene ved relativt store henstandstider viser her avvikende forhold, men dette skyldes sikkert at utpipetteringen av prøver for farge- og turbiditetmålinger fører til turbulens i begerglassets vannmasser, slik at måleresultatene viser for høye verdier.

Figur 3 viser sedimenteringen med 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l og 3 mg aktivert silica/l når temperaturen lå i området 13,9 - 17,0 °C. Forholdene i figur 3 er adskillig mer entydige enn i figur 1 og 2, idet måleresultatene bare ved særlig høye henstandstider viser avvikende forhold. Figuren angir klart at det etter 20 minutters henstand har foregått en betydelig sedimentering.

Figur 4 illustrerer farge og turbiditet ved stigende henstandstid når doseringen er 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l og 3 mg aktivert silica/l ved 2 °C. I dette forsøket opptrer det igjen endel spredning av måleresultatene, men tendensen tyder på relativt god sedimentering etter 50 min.

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Det er utført koaguleringsforsøk på en vannprøve tatt i Glomma ved Fet-sund lense den 23/11-64. Vannets temperatur var 2,0 °C.

Dosering av 20 mg alum/l og kalk til pH 6,7 gir tilfredsstillende farge og turbiditet etter filtrering. Hvis alumdoseringen ligger i området 30 - 35 mg/l, og kalkdoseringen regulerer pH til ca. 6,3, er reduksjonen av farge og turbiditet tilfredsstillende, men dannelses-tiden for fnokkene er noe lengre enn ved pH ca. 6,7.

Dosering av aktivert silica ved siden av alum og kalk ved høyere temperaturer synes å gi lav dannelses-tid for fnokkene, relativt store fnokker og fullt tilfredsstillende reduksjon av farge og turbiditet.

Ved 2 °C og alumdosering i området 20 - 30 mg/l (pH 6,5 - 6,6) er farge- og turbiditetsreduksjonen god og fnokkenes dannelses-tid kort. Vi har således ikke påvist markant innvirkning av lav temperatur med hensyn til reduksjonen av farge- og turbiditet.

Ved lav temperatur (2 °C) gir 25 mg alum/l, 4,2 mg kalk/l og 1 - 5 mg aktivert silica/l god reduksjon av farge og turbiditet, samtidig som dannelses-tiden er kort.

Reduksjonen av vannets permanganattall og jerninnhold er god ved optimale felningsbetingelser, samtidig som innholdet av restaluminium er lavt.

Sedimenteringsforsøkene viser i enkelte tilfeller betydelig spredning, men det ser ut til at man kan regne med relativt god sedimentering etter 50 min henstandstid i begerglass. Aktivert silica synes å forbedre sedimenteringshastigheten.

Mer inngående undersøkelser av kvalitetsforbedringen ved koagulering hadde vært ønskelig, men har ikke vært mulig å få utført i løpet av oppdragets korte tidsfrist. Likevel ser det ut til at vannet fra Glomma ved Fetsund lar seg koagulere ved lav og høy temperatur med moderate alum og kalkdoseringer! Dosering av aktivert silica synes å være en fordel. Resultatene av forsøkene bør bare ansees som representative for koaguleringsforholdene av vannet i Glomma på prøvetakingsdagen.

Tabell 1.

Dosering av alum (20 - 35 mg/l) og kalk (3,3 - 6,0 mg/l) ved 8,4 - 14,8 °C).

Dato 1964	Forsøk nr.	Dosering, mg/l			Temp. °C		pH	Filtrat		Dannelsestid for fnokker, min.	Anmerkninger
		Alum	Kalk	Akt. silica	Start	Slutt		Farge mg Pt/l	Turbilitet mg SiO ₂ /l		
25/11	1	0	0		8,4	12,7	7,04	42	2,88	-	
	2	20	4,0		8,4	12,7	6,74	6	0,23	10	Store fnokker
	3	20	3,3		8,4	12,7	6,65	3	0,14	10	"
	4 ^{x)}	25	5,0		8,4	12,7	6,66	3	0,23	10	"
	5	25	4,2		8,4	12,7	6,60	4	0,31	14	
	6	25	3,6		8,4	12,7	6,42	4	0,31	14	
	7 ^{x)}	30	6,0		10,2	14,8	6,52	3	0,14	9	"
	8	30	5,0		10,2	14,8	6,35	3	0,23	12	
	9	30	4,3		10,2	14,8	6,32	3	0,14	13	
	10	35	7,0		10,2	14,8	6,50	3	0,06	12	
	11	35	5,8		10,2	14,8	6,30	3	0,06	21	
	12	35	5,0		10,2	14,8	6,20	2	0,06	22	

x)

Forsøk nr.	KMnO ₄ mg O/l	Filtrat				
		Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Aluminium mg Al/l
4	2,3	2,2	13,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
7	1,7	2,2	13,9	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Tabell 2.

Dosering av alum (25 mg/l), kalk (4,2 mg/l), kalk (4,2 mg/l) og aktivert silica (1 - 5 mg/l) ved 8,7 - 12,6°C.

Dato 1964	Forsøk nr.	Dosering, mg/l			Temp. °C		Filtrat			Dannelsestid for fnokker, min.	Anmerkninger
		Alum	Kalk	Akt. silica	Start	Slutt	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l		
25/11	1	0	0	0	8,7	12,6	7,15	40	2,54	-	
	2	25	4,2	1	8,7	12,6	6,72	4	0,14	7	Små fnokker
	3	25	4,2	2	8,7	12,6	6,68	4	0,14	7	Mellomstore fnokker
	4 ^{x)}	25	4,2	3	8,7	12,6	6,60	4	0,14	7	Store fnokker
	5	25	4,2	4	8,7	12,6	6,64	4	0,06	7	" "
	6	25	4,2	5	8,7	12,6	6,66	4	0,06	7	Mellomstore fnokker

x)

Forsøk nr.	Filtrat				
	KMnO ₄ mg 0/4	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Aluminium mg Al/l
4	2,0	2,2	12,4	< 0,05	< 0,05

Tabell 3.

Dosering av alum (20 - 30 mg/l) og kalk (3,3 - 5,0 mg/l) ved 2 °C.

Dato 1964	Forsøk nr.	Dosering, mg/l			Temp. °C		Filtrat			Dannelsestid for fnokker, min.	Anmerkning
		Alum	Kalk	Akt. silica	Start	Slutt	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l		
27/11	1	0	0		2	2	6,91	39	2,38	-	
	2	20	3,3		2	2	6,58	3	0,14	10	
	3 ^{x)}	25	5,0		2	2	6,55	2	ikke påvist	9	
	4	25	4,2		2	2	6,46	2	0,06	10	
	5 ^{x)}	30	6,0		2	2	6,50	2	ikke påvist	10	
	6	30	5,0		2	2	6,45	2	"	13	

Forsøk nr.	Filtrat					
	KMnO ₄ mg O/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Aluminium mg Al/l
3	1,6	2,6	13,8	< 0,05	< 0,05	ikke påvist
5	1,5	2,2	12,8	< 0,05	< 0,05	< 0,05

x)

Tabell 4.

Dosering av alum (25 mg/l), kalk (4,2 mg/l), kalk (4,2 mg/l) og aktivert silica (1 - 5 mg/l) ved 2 °C.

Dato 1964	Forsøk nr.	Dosering, mg/l		Temp. °C		Filtrat			Dannelsestid for fnokker, min.	Anmerkning	
		Alum	Kalk	Akt. silica	Start	Slutt	pH	Farge mg Pt/l			Turbilitet mg SiO ₂ /l
27/11	1	0	0	0	2	2	6,90	43	2,52	-	
	2	25	4,2	1	2	2	6,46	4	0,23	9	
	3	25	4,2	2	2	2	6,45	2	0,14	9	
	4 ^{x)}	25	4,2	3	2	2	6,46	2	0,14	8	
	5	25	4,2	4	2	2	6,42	2	ikke påvist	7	
	6	25	4,2	5	2	2	6,35	2	"	7	Store fnokker

x)

Filtrat						
Forsøk nr.	KMnO ₄ mg O/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Aluminium mg Al/l
4	1,7	2,35	12,8	< 0,05	< 0,05	< 0,05







