

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

0 - 269.

Koaguleringsforsøk
med
vann fra Flakstadelv.

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

Blindern, 15. juni 1962.

I N N H O L D :

	Side:
1. INNLEDNING.	2
2. EKSPERIMENTELT.	2
3. RESULTATER.	3
3.1. Råvannet i forsøksperioden.	3
3.2. Koaguleringsforsøkene.	3
3.2.1. Orienterende forsøk med kalk og alum.	3
3.2.2. Forsøk med bare alumdosering.	4
3.2.3. Fastleggelse av gunstigste alum- og kalkdosering.	5
3.2.4. Dosering av alum, kalk, og aktivert silica.	5
3.2.5. Orienterende forsøk med dosering av svovelsyre og jernsalter.	7
4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.	7

T A B E L L E R :

1. Råvannet i forsøksperioden.	9
2. Resultatene av koaguleringsforsøkene.	10-11-12

F I G U R E R :

1. Laboratoriekoagulatoren.	13
2. Laboratoriekoagulatoren og forsøksutstyret forøvrig.	13
3. Forsøksserie 1/19/1-6.	14
4. Forsøksseriene 5/21/1-6 og 6/21/1-6.	15

1. INNLEDNING.

I vår rapport,¹⁾ O - 269 - Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannet ved Vang Vannverk, er konklusjonen at vannet bør renses ved koagulering (kjemisk felning, fullrensing). Vi foreslår at det utføres koaguleringsforsøk i laboratorieskala for å få kjennskap til koaguleringsbetingelsene. Forsøkene er foreslått utført i den kalde årstid når vannets temperatur er lav og når koaguleringsprosessen foregår relativt langsomt. Den foreliggende rapport omhandler koaguleringsforsøkene og resultatene som ble oppnådd. Hensikten med koaguleringsforsøkene var i alt vesentlig å studere vannets koagulerbarhet, doseringsbetingelsene og kvaliteten av det koagulerte, filtrerte vann.

2. EKSPERIMENTELT.

Forsøkene ble utført i tiden fra 19/2 til 23/2 1962. Forsøksdriften og en del kjemiske analyser i forbindelse med driften ble utført i en garasje kort vei fra inntaket ved Vendkvern. Vannporsjoner á ca. 100 l for forsøksdriften ble hver dag transportert fra inntaket ved Vendkvern til garasjen. Vannporsjonene ble lagret kaldt utendørs til like før koaguleringsforsøket skulle utføres. Koaguleringsforsøkene ble utført i en spesiallaget laboratoriekoagulator med vertikale rørverk, som hadde propeller med radius 2,5 cm. I alle forsøk var tiden for tilblending av koagulantene (koaguleringsfasen) tre minutter, og koagulatorens hastighet i dette tidsrom 200 omdr./min. Flokkuleringsfasen varte i 57 minutter med hastighet 20 omdr./min. Dosering av koagulantene foregikk samtidig til vannprøver på 1 liter i begerglass. I koagulatoren var det mulig å kjøre i alt 2 serier á 6 koaguleringsforsøk på samme tid. Koagulatoren og forsøksutstyret forøvrig er vist i figurene 1 og 2.

Etter at koagulerings- og flokkuleringsfasen var utført i løpet av 1 time, ble begerglassene straks fjernet fra laboratoriekoagulatoren. Glassene fikk så henstand i 20 min. I løpet av henstandstiden ble fnokkene vurdert med hensyn til størrelse og

¹⁾ av 22/12 1961.

sedimenterbarhet. Vannprøvene ble så filtrert gjennom et Schleicher & Schüll foldefilter nr. 597 $\frac{1}{2}$. Forskjellige analyser ble så utført på filtrerte vannprøver ifølge standard NIVA-forskrifter.

3. RESULTATER.

Resultatene av undersøkelsene er diskutert i den etterfølgende tekst med henvisning til kurver og tabeller.

3.1. Råvannet i forsøksperioden.

Tabell 1 viser en del analysedata for råvannet i forsøksperioden. Vannets surhetsgrad, pH, ligger nær nøytralpunktet pH 7. Fargen varierer i området 53 til 60 mg Pt/l. Turbiditeten er relativt lav, mens permanganat-tallet er relativt høyt. Hårdheten er 10,7 mg CaO/l, og alkaliteten 2,5 - 2,6 ml N/10 HCl/l. Jerninnholdet i råvannet er relativt høyt, (0,23 - 0,43 mg Fe/l), mens mangan ikke kunne påvises.

3.2. Koaguleringsforsøkene.

I alt ble det utført 10 serier med koaguleringsforsøk. Hver forsøksserie bestod av 6 enkeltforsøk i 6 begerglass, hvorav ett forsøk i alminnelighet var blindforsøk og derfor ikke ble tilsatt koagulanter. I en forsøksseries nummer angir første tall selve seriens nummer; deretter følger datoen for forsøkets utførelse, og nummeret i rekken av 6 forsøk. Forsøksnr. 3/20/5 betyr således 3. forsøksserie som ble utført den 20. februar og begerglass nr. 5. I tabell 2 står sammenstillet resultatene av koaguleringsforsøkene.

3.2.1. Orienterende forsøk med kalk og alum.

I forsøkene 1/19/1-6 og 2/19/1-6 varierer alumdosen¹⁾ fra 20 - 60, mg/l og kalkdosen²⁾ fra 1,4 - 14,4 mg/l. Førstnevnte forsøk er utført ved først å tilsette kalk, deretter alum. I sistnevnte forsøk er kalken tilsatt etter alum. For begge forsøk var tidsintervallet mellom doseringene noen få sekunder. I løpet av

- 1) Alum -, aluminiumsulfat: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 - 18 H_2O$.
2) Kalk -, lesket kalk: $Ca(OH)_2$.

koagulerings- og flokkuleringstiden (1 time) steg temperaturen på vannet fra 2,3°C til 5,9°C i forsøk 1/19/1-6 og til 6,0°C i forsøk 2/19/1-6. En slik temperaturstigning var praktisk talt uunngåelig, og forekom på samtlige forsøksserier. Vi antar at resultatene ikke ble nevneverdig påvirket av temperaturstigningen. I begge serier gir doseringskombinasjonene 40 - 60 mg alum/l og 7,2 - 14,4 mg kalk/l fullstendig fargereduksjon ved pH 6,5 - 6,7. Forsøkene 1/19/4-6 syntes å gi raskere fnokkdannelse og dessuten bedre fnokker enn 2/19/4-6. I begge serier ble fnokkene først dannet og var da mest velutviklet i begerglass nr. 6. Mot slutten av koaguleringsperioden var det vanskelig å iaktta noen forskjell mellom fnokktypene i begerglassene 4, 5 og 6.

Vannets turbiditet og permanganat-tall under optimale koaguleringsbetingelser og etter filtrering er lav for begge forsøks-serier. Likeså er jerninnholdet og innhold av aluminium (rest-aluminium) lavt. Vannets hårdhet stiger i overensstemmelse med kalktilsetningen.

I figur 3 er fremstilt fargereduksjonen i forsøket 1/19/1-6. Kurven viser at kombinasjonen 40 mg alum/l og 8 mg kalk/l gir maksimal fargereduksjon ved pH 6,5. Ytterligere økning av doseringen synes ikke å forbedre resultatet med hensyn til fargereduksjonen.

3.2.2. Forsøk med bare alumdosering.

Resultatene av de innledende forsøk viste at vannets buffervirkning (motstand mot forandring av pH ved tilsetning av f.eks. sure koagulanter) er relativt god på grunn av tilstedeværende alkalitet som kan reagere med tilsatt alum under dannelse av aluminiumhydroksyd. Det var derfor av interesse å undersøke om alumdosering alene ville gi tilfredsstillende koaguleringsresultat. Forsøksserien 3/20/1-6 og 4/20/1-6 viser resultatene etter koagulering med alum fra 5 mg/l til 50 mg/l. Maksimal fargereduksjon oppnås med 30 mg alum/l og pH 6,1, mens større og lavere dosering utenom denne pH-verdi gir mindre fargereduksjon. Reduksjonen av permanganat-tallet og jerninnholdet er av samme størrelsesorden som i forsøkene med kalktilsetning i det

optimale fellingsområde. Innhold av restaluminium er lav. Turbiditeten er relativt høy for doseringer 35 - 50 mg alum/l. Forholdet viser at koaguleringen er ufullstendig i dette området, slik at de utfelte partikler passerer gjennom filteret.

Fnökkene i disse forsøkene ble dannet senere og var mindre enn i de forsøk der kalk var tilsatt. Sedimenteringsevnen var dårligere enn i forsøkene med kalk. Kalkdosering ved siden av alum er således en fordel, både av hensyn til fnokktypen og pH-området med maksimal fargereduksjon.

3.2.3. Fastleggelse av gunstigste alum- og kalkdosering.

I forsøkene 5/21/1-6 og 6/21/1-6 er det først tilsatt kalk, deretter alum. Forsøkene er en gjentakelse av forsøk 1/19/1-6, men det er foretatt flere doseringstrinn både av alum og kalk for nøyaktigere fastleggelse av minste alum- og kalkdose ved maksimal fjerning av farge. Fargereduksjonen ved forskjellige doseringer er fremstilt i figur 4, som er i god overensstemmelse med resultatene fra figur 3. I pH-området 6,4 - 6,8 er koaguleringen optimal. Minste dosering for fullstendig fargereduksjon er 30 mg alum/l og 6,2 mg kalk/l, men fnökkene dannet seg raskere ved høyere alum - kalkdoseringer. Mot slutten av flokkuleringsperioden var det liten iakttakbar forskjell med hensyn til fnokkenes utseende i forsøksserien 6/21/1-6. Tabell 2 viser god fjerning av jern for forsøk 6/21/1.

3.2.4. Dosering av alum, kalk og aktivert silica.

Alum- og kalkdosering gir, ut fra det foregående, gode resultater med hensyn til reduksjon av vannets farge, turbiditet, permanganat-tall og jerninnhold. Selv om fnokkdannelsen ved alum - kalkdoseringen var relativt god hadde det interesse å undersøke om dosering av aktivert silica som hjelpekoagulant ville forbedre fnokktypen.

I samtlige forsøk ble det benyttet aktivert silica av typen Aurosil N 31 fra firma Axel H. Ågren A/B, Gøteborg. For alle forsøk var doseringsrekkefølgen kalk, alum og aktivert silica, som ble aktivert med aluminiumsulfatoppløsning. Tilberedningen

av Aurosiloppløsningen foregikk på følgende måte ut fra fabrikan-
tens forskrifter:

1. 10 ml Aurosil (13,7 g) ble fortynnet med dest. vann til 200 ml. Blanding.
2. 2,9 g alum oppløses i 50 ml dest. vann og blandes godt. Opp-
løsningen tilsettes oppløsningen fra pkt. 1. Volumet blir
da 250 ml, og oppløsningen inneholder 1,5% SiO₂.
3. Oppløsningen fikk henstand to timer. Etterpå fortynnes til
450 ml. Blanding. Denne oppløsning inneholdt 30 mg Aurosil
pr. ml og ble dosert på vanlig måte.

Tabell 2 viser at forsøk 7/20/5 gir god reduksjon av farge, tur-
biditet og jerninnhold, med 30 mg alum/l og 6,0 mg kalk/l. Inn-
holdet av restaluminium er lavt. Dosering av 5 mg akt. silica/l
synes ikke å ha særlig stor betydning for kvaliteten av det fil-
trerte vann, sammenliknet med det som ble oppnådd med alum -
kalkdosering. Forsøkene 7/20/4-5 ga imidlertid bedre fnokktype
enn uten akt. silica. I forsøk 8/20/1-6 ble det utført koagule-
ring med alum, kalk og akt. silica under andre doseringsbetingel-
ser. Serien 8/20/1-3 er utført med 20 mg alum og 4,1 mg kalk/l.
Mengden av akt. silica i disse tre forsøkene er 1, 3 og 6 mg/l.
Resultatene viser at fargereduksjonen under disse koagulerings-
betingelser er meget dårlig. Forsøkene 8/20/4-6 viser doserings-
kombinasjonen 30 mg alum/l, 6,0 mg kalk/l samt 1, 3 og 6 mg akt.
silica/l. Reduksjonen av vannets fargetall i denne serien er
optimal. Fnokkene dannet seg raskt og var større enn med alum-
kalkdoseringen alene. Det er derfor mulig at akt. silica-dose-
ring ved siden av alum - kalkdosering vil ha en gunstig innvirk-
ning på fnokktypen. Sammenliknes tallene for rest-silica (ta-
bell 2) med tallene for silica-innholdet i råvannet (tabell 1),
fremgår det at tallene i tabellene er av samme størrelsesorden.
Tilsetningen av akt. silica øker ikke vannets innhold av silica.

I forsøkene 9/22/1-6 og 10/23/1-6 er kalkmengden redusert i for-
hold til forsøksserien 8/20/1-6. For nr. 9/22/4-6 og nr. 10/23/-
4-6, er reduksjonen av farge og jern tilfredsstillende, og fnokk-
dannelsen var god og rask. Resultatet kan tyde på at doseringen
av akt. silica gjør det mulig å redusere kalkmengden.

3.2.5. Orienterende forsøk med dosering av svovelsyre og jernsalter.

I tillegg til forsøkene med alum, kalk og akt. silica ble det utført noen få orienterende forsøk med tilsetning av ferrisulfat som koagulant. Resultatene av forsøkene synes å tyde på at man ikke kan oppnå vesentlige fordeler med ferrisulfat. Andre orienterende forsøk med tilsetning av svovelsyre for å senke pH før alum-kalkdoseringen synes heller ikke å gi nevneverdige fordeler.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

I tiden fra 19/2 til 23/2 1962 er det utført koaguleringsforsøk i laboratorieskala med vann fra Vendkvern i Flakstadelv. Forsøkene ble utført i en nærliggende garasje og store vannporsjoner for koaguleringsforsøkene ble hver dag hentet fra Flakstadelv.

Vår rapport (av 22/12 1961), 0 - 269 Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannet ved Vang Vannverk, viser resultatene av analyser på vannprøver fra Flakstadelv i tiden 20/12 1960 til 19/7 1961. Kvaliteten av råvannet i den tid koaguleringsforsøkene foregikk er vist i tabell 1. Vannet var kaldt i forsøksperioden. Surhetsgraden, pH, varierte fra pH 7,0 til pH 7,1. Hårdheten var ca. 10 mg CaO/l og alkaliteten 2,5 - 2,6 ml N/10 HCl/l. Fargen lå i området 53 - 60 mg Pt/l, og permanganat-tallet omkring 7 mg O/l. Jerninnholdet varierte fra 0,23 mg Fe/l til 0,43 mg Fe/l. Mangan ble ikke påvist i vannet i forsøksperioden.

Figur 1 og 2 viser de viktigste deler av forsøksutstyret. I alt ble det utført 10 koaguleringsserier á 6 forsøk. Tabell 2 viser resultatene av koaguleringsforsøkene. I figur 3 og 4 er farge-reduksjonen ved alum - og kalkdosering fremstilt. Dosering først av 6 mg kalk/l²⁾ og deretter 30 mg alum¹⁾ gir full fargereduksjon. Samtidig reduseres vannets permanganat-tall og innhold av jern betraktelig. Turbiditeten på avfiltrert vann er lav. Koaguleringen synes å foregå best i pH-området 6,4 til 6,8. Større doseringer enn 6 mg kalk/l og 30 mg alum/l førte til raskere fnokk-

- 1) Alum -, aluminiumsulfat: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 - 18 H_2O$.
2) Kalk -, lesket kalk: $Ca(OH)_2$.

dannelse. Mot slutten av koagulerings- og flokkuleringsperioden (1 time) var det imidlertid vanskelig å iaktta forskjell mellom fnokkene og deres sedimenterbarhet i det doseringsområde der fargereduksjonen var optimal. Dosering av 3 - 6 mg akt. silica (aktivert med alum-oppløsning) ved siden av 30 mg alum og 6 mg kalk/l førte ikke til nevneverdig bedre kvalitet på det koagulerte og filtrerte vann, men fnokktypen syntes forbedret med hensyn til størrelse og sedimenterbarhet, samtidig som de ble dannet raskere. Det er mulig at dosering av akt. silica kan medføre en reduksjon av kalkdosen. Mengden av oppløst aluminium etter koagulering og filtrering (restaluminium) er lav i vannet når koaguleringen foregår under optimale betingelser. Vannets innhold av silica forandres lite ved tilsetning av akt. silica.

Vi konkluderer med:

1. Vannet fra Flakstadelv er relativt lett koagulerbart selv på vintertiden når vannet er kaldt og koaguleringen foregår langsomt.
2. Doseringsmengden av koagulantene vil være avhengig av råvannets kvalitet. På den tid av året når fargen er høy vil trolig 6 mg kalk/l og 30 mg alum/l være utilstrekkelig for å oppnå full fargereduksjon og gunstigste koaguleringsbetingelser. Riktig doseringsmengde må man finne frem til ved forsøksdrift av et eventuelt teknisk anlegg.
3. Doseringsrekkefølgen bør ut fra våre forsøk være kalk og deretter alum. I et eventuelt teknisk koaguleringsanlegg bør det avsettes plass for dosering av akt. silica etter alumdoseringen. Det er en fordel om doseringsrekkefølgen av koagulantene kan varieres, slik at man i selve anlegget kan eksperimentere seg frem til riktig doseringsrekkefølge.
4. Ettersom koaguleringen foregår ved pH 6,4 - 6,8 bør det i hvert fall avsettes plass for etterkalking av vannet til pH 8,2, slik at eventuell overflatekorrosjon på ledningsnettets kopperør kan reduseres.

Tabell 1.

Råvannet i forsøksperioden.

Dato:	Temp. °C	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm. tall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Silisium mg SiO ₂ /l	Aluminium mg Al/l
19/2-62	-	7,0	55	0,5	6,9	10,7	2,6	0,26	ikke påvist	5,0	< 0,01
20/2-62	0,4	7,0	53	0,5	7,2	10,7	2,5	0,25	"	5,0	-
21/2-62	0,2	7,1	53	-	-	-	-	0,43 ¹⁾	-	5,5	-
22/2-62	0,1	7,0	60	-	-	-	-	0,23	-	6,0	-
23/2-62	0,1	7,1	55	-	-	-	-	0,26	-	6,0	< 0,01

1) Analysen utført med samme resultat to ganger den 21/2-62.

Tabell 2.

Resultatene av koaguleringsforsøkene.

Bl. = blindprove.
u.p.= upåviselig.

Forsøks- serie	Dosering:		Resultater:										
	Alum ¹⁾ mg/l	Kalk ²⁾ mg/l	Temp. °C	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Perm- tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Restal- uminium mg Al/l	Rest silica mg SiO ₂ /l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l	
1/19/1 ³⁾	Bl.	Bl.	2,3-5,9	6,8	53	0,3	7,4	0,25	-	5,5	2,5	-	
1/19/2	20	1,4	"	6,7	48	2,5	-	-	-	6,0	-	-	
1/19/3	30	4,3	"	6,6	2	0,3	-	-	-	6,0	-	-	
1/19/4	40	7,2	"	6,5	u.p.	0,4	1,4	0,13	-	6,0	1,5	16,0	
1/19/5	50	10,1	"	6,5	u.p.	0,2	1,4	0,10	0,03	5,5	1,4	18,2	
1/19/6	60	14,4	"	6,5	u.p.	0,2	1,1	0,14	0,02	5,5	1,4	21,6	
2/19/1 ⁴⁾	Bl.	Bl.	2,3-6,0	6,8	53	0,4	-	0,25	-	5,5	-	-	
2/19/2	20	1,4	"	6,5	42	2,3	-	-	-	5,5	-	-	
2/19/3	30	4,3	"	6,5	4	0,4	-	-	-	6,0	-	-	
2/19/4	40	7,2	"	6,5	u.p.	0,2	1,5	0,06	-	6,0	-	-	
2/19/5	50	10,1	"	6,7	u.p.	0,2	1,3	-	< 0,01	5,5	-	-	
2/19/6	60	14,4	"	6,7	u.p.	0,2	1,2	-	< 0,01	5,5	-	-	
3/20/1	Bl.	-	2,2-4,3	6,9	54	0,4	-	0,29	-	-	-	-	
3/20/2	5	-	"	7,0	54	0,4	-	-	-	-	-	-	
3/20/3	10	-	"	6,8	53	0,7	-	-	-	-	-	-	
3/20/4	15	-	"	6,7	61	1,8	-	-	-	-	-	-	
3/20/5	20	-	"	6,5	18	1,3	-	-	-	-	-	-	
3/20/6	25	-	"	6,4	11	0,9	2,1	-	-	-	-	-	

1) Alum - Al₂(SO₄)₃ · 14 - 18 H₂O.

2) Kalk - Ca(OH)₂.

3) Forst dosert kalk, deretter alum.

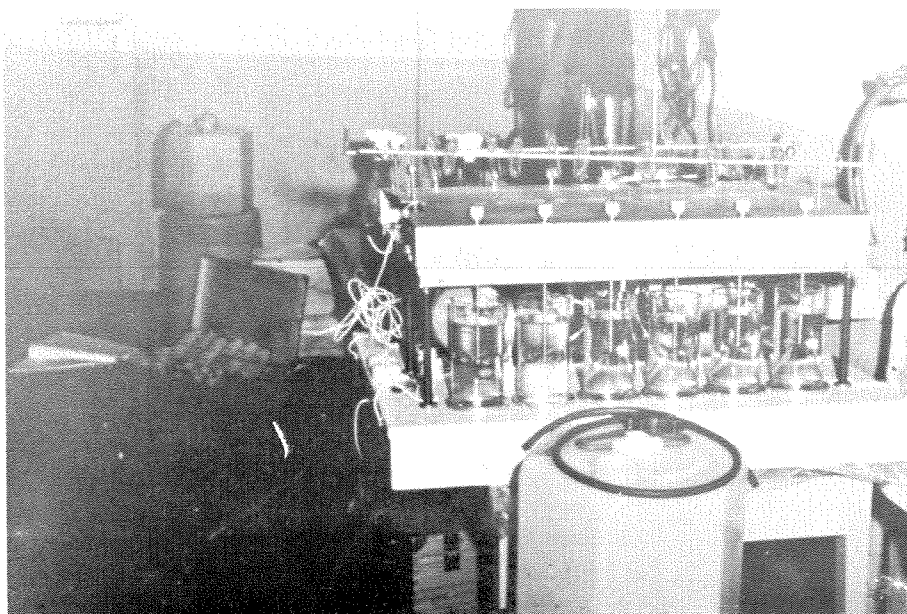
4) " " alum, deretter kalk.

Tabell 2 (forts.)

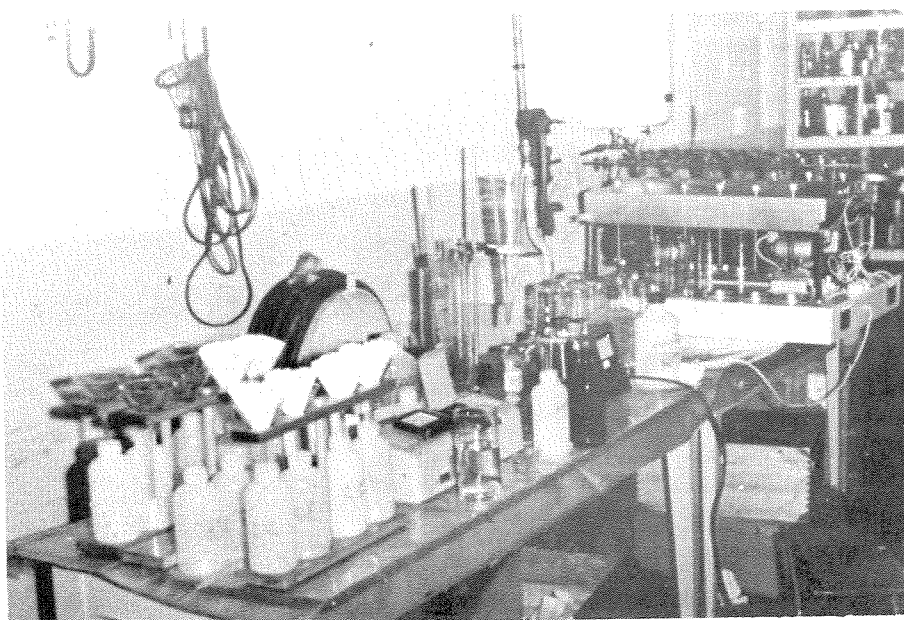
Forsøks- serie	Doserings:					Resultater:									
	Alum mg/l	Kalk mg/l	Akt. silica mg/l	Temp. °C	pH	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO ₂ /l	Perm- tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Restal- uminium mg Al/l	Rest- silica mg SiO ₂ /l	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l		
4/20/1	Bl.	Bl.	-	2,5-4,9	-	55	0,3	7,5	0,60	-	-	-	-		
4/20/2	30	-	-	"	6,1	u.p.	0,3	1,5	0,12	0,05	-	-	-		
4/20/3	35	-	-	"	5,9	2	0,6	1,3	-	-	-	-	-		
4/20/4	40	-	-	"	5,6	5	0,7	1,4	-	-	-	-	-		
4/20/5	45	-	-	"	5,3	9	1,0	1,6	-	-	-	-	-		
4/20/6	50	-	-	"	5,1	5	1,0	1,4	-	-	-	-	-		
5/21/1	Bl.	Bl.	-	2,4-8,0	7,1	48	-	-	0,25	-	-	-	-		
5/21/2	5	1,0	-	"	6,9	48	-	-	-	-	-	-	-		
5/21/3	10	2,0	-	"	6,9	49	-	-	-	-	-	-	-		
5/21/4	15	3,1	-	"	6,9	53	-	-	-	-	-	-	-		
5/21/5	20	4,1	-	"	7,0	55	-	-	-	-	-	-	-		
5/21/6	25	5,0	-	"	7,0	3	-	-	-	-	-	-	-		
6/21/1	30	6,2	-	1,7-7,3	6,8	u.p.	-	-	0,06	-	2,0	2,0	15,6		
6/21/2	35	7,0	-	"	6,9	"	-	-	-	-	2,0	1,8	16,5		
6/21/3	40	8,0	-	"	6,8	"	-	-	-	-	1,6	1,6	17,3		
6/21/4	45	9,1	-	"	6,5	"	-	-	-	-	1,4	1,4	18,8		
6/21/5	50	10,0	-	"	6,5	"	-	-	-	-	1,8	1,8	19,5		
6/21/6	55	11,1	-	"	6,4	"	-	-	-	-	-	-	22,0		
7/20/1	10	2,0	1	3,4-5,8	6,9	55	0,5	-	-	-	-	-	-		
7/20/2	15	3,1	2	"	6,9	56	0,7	-	-	-	-	-	-		
7/20/3	20	4,1	3	"	6,8	61	1,8	-	-	-	-	-	-		
7/20/4	25	5,1	4	"	6,7	3	0,2	2,3	-	0,05	-	-	-		
7/20/5	30	6,0	5	"	6,8	u.p.	0,2	-	0,06	u.p.	-	-	-		
7/20/6	35	7,0	6	"	6,8	"	0,1	1,4	-	5,0	-	-	-		

Tabell 2 (forts.)

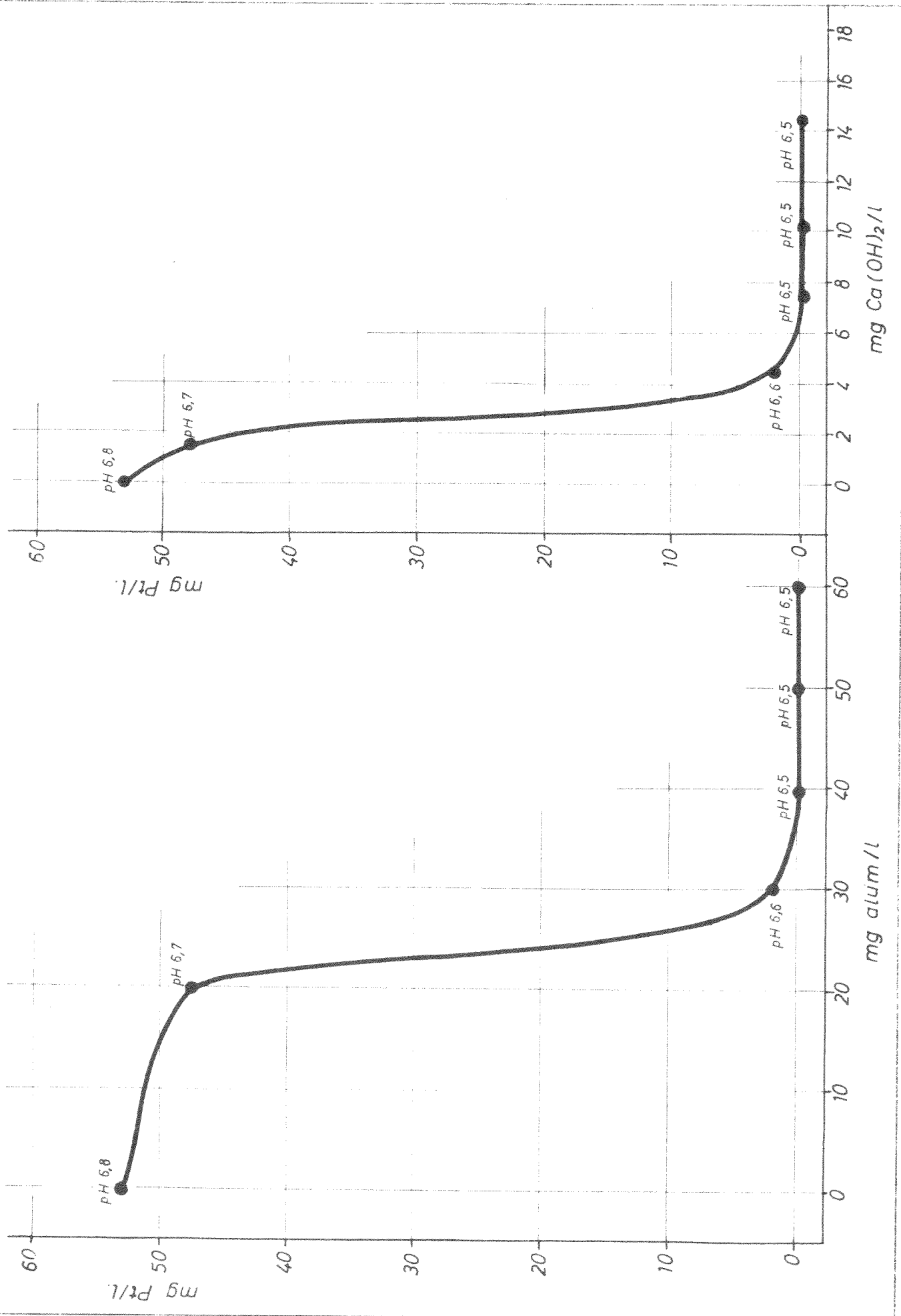
Forsøks- serie	Dosering:				Resultater:						
	Alum mg/l	Kalk mg/l	Akt. silica mg/l	Temp. °C	pH	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO ₂ /l	Perm- tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Restal- uminium mg Al/l	Rest- silica mg SiO ₂ /l
8/20/1	20	4,1	1	3,1-5,7	6,8	60	1,7	-	-	-	6,0
8/20/2	20	4,1	3	"	6,9	61	1,9	-	-	-	5,5
8/20/3	20	4,1	6	"	7,0	60	1,6	-	-	u.p.	5,5
8/20/4	30	6,0	1	"	6,8	u.p.	0,2	1,5	0,06	-	5,1
8/20/5	30	6,0	3	"	6,8	"	0,6	1,8	-	-	5,2
8/20/6	30	6,0	6	"	6,8	"	0,3	1,9	-	< 0,01	5,4
9/22/1	20	3,5	1	4,7-8,5	6,8	56	-	-	-	-	5,5
9/22/2	20	3,5	3	"	6,8	47	-	-	-	-	6,0
9/22/3	20	3,5	6	"	6,8	63	-	-	-	-	6,0
9/22/4	30	5,6	1	"	6,9	2	-	-	-	-	5,5
9/22/5	30	5,6	3	"	6,8	2	-	-	-	-	5,0
9/22/6	30	5,6	6	"	6,7	u.p.	-	-	0,06	-	5,5
10/23/1	20	3,1	1	2,4-5,1	6,9	52	-	-	-	-	5,5
10/23/2	20	3,1	3	"	6,9	50	-	-	-	-	5,5
10/23/3	20	3,1	6	"	6,9	52	-	-	-	-	5,5
10/23/4	30	5,2	1	"	6,8	u.p.	-	-	0,07	-	5,5
10/23/5	30	5,2	3	"	6,8	1	-	-	-	-	5,5
10/23/6	30	5,2	6	"	6,7	u.p.	-	-	-	-	5,5



Figur 1.
Laboratoriekoagulatoren.



Figur 2.
I forgrunnen filtrering av vannprøver som er koagulert. Instrumenter for farge- og pH-måling. I bakgrunnen laboratoriekoagulatoren.



NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Koagulering av vann fra
Flagstadelv
Forsöksserie 1/19/1-6.

Figur 3.
Nr. 0-269-462.

