

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0-85/63.

Undersøkelser av renseeffekten

i

felningsanlegg ved A/S P.Ltz. Aass.

Saksbehandler: Cand.real. J.E.Samdal

Rapporten avsluttet 2.april 1965.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

Side:

1.	INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING	3
2.	RÅVANNETS KVALITET	3
3.	UNDERSØKELSE AV RENSEEFFEKTEN I FELNINGSANLEGGET OG FELNINGSFORSØK I LABORATORIESKALA	4
4.	KONKLUSJON	9

T A B E L L E R:

1.	Prinsipp og litteraturhenvisning for analysemetodene samt enhetene for analyseresultatene	11
2.	Råvannets kvalitet	12
3.	Oversikt over driftsforholdene ved felningsanlegget	13
4.	Undersøkelse av renseseffekten i felningsanlegget	15
5.	Resultater av felningsforsøk i laboratorieskala	19

1. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING.

Denne rapporten omtaler noen undersøkelser som er foretatt av renseeffekten av felningsanlegget som leverer vann til mineralvannsfremstillingen. Undersøkelsene kom istand etter henvendelse fra A/S P. Ltz. Aass i brev av 13/12-63. Vanskelighetene ble karakterisert som oppskumming i selters. Fenomenet inntrådte særlig når selters ble fremstilt i perioder med kraftig nedbør og vårflom, og det ble antatt at bruksvannet i disse tidsperioder inneholdt stoffer som forårsaket oppskumming. Råvannet til felningsanlegget ble oppgitt å stamme hovedsakelig fra Solbergfeltet. Råvann fra Frydenbergdammen, Klopptjern, Vivelstadfeltet og Skapertjern kunne tenkes å forekomme i enkelte tidsperioder.

Det foreliggende problem kan tenkes løst på to prinsipielt forskjellige måter. For det første kunne man ved prøvetaking av råvannet og kjemiske analyser av råvannsprøver søke å påvise overflateaktive stoffer i råvannet. Denne metode måtte løses på vitenskapelig basis og ville være tidkrevende og forbundet med store omkostninger. For det annet kan problemet tenkes løst ved å undersøke effektiviteten av felningsanlegget i de kritiske tidsperioder, og på grunnlag av de fremkomne resultater kunne man slutte seg til hvorledes eventuelle overflateaktive stoffer i råvannet oppførte seg i felningsanlegget. I det foreliggende tilfelle ble sistnevnte, praktiske metode anvendt.

Undersøkelsene er ved siden av prøvetaking i felningsanlegget supplert med felningsforsøk av råvannet i laboratoriemålestokk. Tabell 1 er en oversikt over våre analysemetoder og enhetene for analyseresultatene.

2. RÅVANNETS KVALITET.

I tabell 2 er sammenstillet endel analyseresultater fra råvannsprøver. Råvannets surhetsgrad ligger gjennomgående like over og like under nøytralpunktet pH 7, men spesifikk ledningsevne varierer endel. Farge og turbiditet varierer også betydelig; særlig er turbiditeten høy på senvinteren.

Sammenliknes resultatene av råvannsanalysene med analyseresultater fra vår tidligere undersøkelse av Drammens vannkilder, (se vår rapport O-268 av 10. november 1962 "En undersøkelse av drikkevannskildene for Drammen"), så finner man at råvannskvaliteten er i overensstemmelse med

vannets kvalitet i Vivelstadsfeltet. Vannet i Solbergvassdraget har betydelig lavere ledningsevne enn råvannsverdiene angitt i tabell 2. Vannet i Skapertjern har et mineralsaltinnhold som er litt lavere enn råvannets, mens turbiditeten i Skapertjern er lavere enn i råvannsprøvene. Sammensetningen av vannet i Klopptjern er også noe forskjellig fra det vi har funnet i råvannet. Vi må derfor anta at råvannet i undersøkelsesperioden hovedsakelig kom fra Vivelstadsfeltet. Vannet herfra varierer vanligvis endel i kjemisk henseende.

Tabell 3 viser råvannets temperatur og pH. Målingene er utført av personell ved A/S P. Ltz. Aass, og resultatene er i overensstemmelse med resultatene fra tabell 2. Vannets temperatur på vintertiden er relativt lav i overensstemmelse med at vannet i Vivelstadsfeltet er utpreget overflatevann.

3. UNDERSØKELSE AV RENSEEFFEKTEN I FELNINGSANLEGGET OG FELNINGSFORSØK I LABORATORIESKALA.

Tabell 3 angir driftsforholdene og vannets pH på forskjellige steder i felningsanlegget. Prøvetaking i felningsanlegget ble ialt foretatt ved seks anledninger i 1964. (23/1, 3/3, 16/3, 8/5, 3/7 og 19/10). Resultatene av disse undersøkelsene står i tabell 4. Tabell 5 angir resultatene av felningsforsøk i laboratorieskala.

Generelt kan man si at for å oppnå optimale felningsbetingelser med en vanntype som den foreliggende må følgende betingelser oppfylles:

1. Doseringen må være tilstrekkelig stor for å produsere brukbare fnokker.
2. Doseringen må være slik avpasset at man feller i det pH-området som gir optimale resultater. Vanligvis vil dette pH-området i vanntyper som den foreliggende være relativt snevert, og p.g.a. vannets beskjedne bufferkapasitet må man derfor være særlig omhyggelig med dosering av koagulantene (kjemikalier).
3. Tilblandingen av koagulanter bør være så rask og intens som mulig.
4. Vannbevegelsene i flokkuleringsfasen bør være slik at det dannes fnokker med god sedimenteringsevne.

Felningsanleggets utforming og driften av anlegget tilfredsstillende ikke punktene 1 - 4 fullt ut. Betraktes verdiene i tabell 3 vil det fremgå at råvannets pH varierte fra 6,8 - 7,4. Etter tilsetning av koagulanter varierte vannets pH fra 4,8 - 6,8 i overflaten av koaguleringskammeret, mens variasjonene i overflaten av sedimenteringskammeret var fra pH 4,5 - 7,7. Tilsvarende pH-variasjoner gjorde seg gjeldende etter sandfilter og etter kullfilter. Videre fremgår det av tabell 3 at anlegget ble drevet intermitterende. Kontinuerlig drift av koaguleringsanlegg er en fordel fordi de reaksjons-kinetiske forhold som skal til for optimale felningsbetingelser er avhengig av tiden. Tilblanding av koagulantene foregår ved direkte innpumping på råvannstrykkledningen. Det er mulig at denne blandingsmetode gir tilstrekkelig og god nok blanding av koagulantene. Vannbevegelsene i koaguleringskammeret er antakelig ikke god nok for at optimal fnokkdannelse kan foregå. Alt i alt må man kunne si at anleggets utforming, driftsforholdene og råvannets kvalitet er av en slik art at man ikke kan vente å få optimale felningsbetingelser, og dermed et renvann som tilfredsstillende de kjemiske krav som man vanligvis må kunne stille til koagulert vann.

For prøvetakingen den 23/1 1964 var (se tabell 4) renseeffekten med hensyn til farge, turbiditet og permanganattall god, men kullfilteret virket som mekanisk filter og fjernet utfelte fnokker av aluminiumhydroksyd. Egentlig skal kullfilteret bare virke adsorptivt og fjerne overskudd av klor. Prøvetakingen den 3/3 1964 viste også god kvalitet på koagulert vann med hensyn til farge, turbiditet og permanganattall. Selv etter kullfilteret inneholdt vannet betydelige mengder aluminium; et forhold som viste klart at felningen ikke foregikk under optimale betingelser. Prøvetakingen 16/3 1964 viste et relativt høyt innhold av aluminium i vannet etter kullfilteret. På denne dag opptrådte det også vanskeligheter med oppskumming av selters. I tre seltersflasker, (nr. 1, 2 og 3) som var fremstilt av renvann fra denne prøvetakingsdagen, kunne vi påvise fra 0,90 til 0,97 mg Al/l.

Kontrollanalyser av selters fremstilt på andre dager uten skummingsfenomen viste aluminiuminnhold fra 0,10 - 0,21 mg Al/l. Det så etter dette ut til at skummingsfenomenet opptrådte samtidig med høyt restaluminiuminnhold i renvann og selters. Aluminiuminnholdet (aluminiumhydroksyd-fnokker) førte videre til relativt høy farge og turbiditet. Selters som ikke skummet hadde forholdsvis lav farge og turbiditet,

mens aluminiuminnholdet lå i området 0,1 - 0,2 mg Al/l ; aluminiumsmengder som antakelig skyldtes forurensninger i de kjemikalier som anvendes for seltersfremstillingen. Prøvetakingen den 8/5 1964 ga god renvannskvalitet med lavt innhold av restaluminium i selters. Imidlertid ble en betydelig mengde aluminium fortsatt fjernet i kullfilteret.

Resultatene av prøvetakingene og analysene av vannprøvene tatt i felningsanlegget 23/1, 3/3, 16/3 og 8/5 1964 viste alt i alt ^{at} fullstendig felling ikke foregikk i anlegget. For å studere felningsbetingelsene nærmere var det ikke mulig å foreta forsøk i selve felningsanlegget. Det ble derfor bestemt at vi skulle utføre endel felningsforsøk i vårt laboratorium for nærmere å fastslå de optimale felningsbetingelser (se tabell 5).

I alt ble det utført felningsforsøk på 2 større vannporsjoner tatt av råvannet den 3/3 og den 12/3 1964. Råvannsporsjonene må antas å være representative for råvannet i det tidsrom da vanskeligheter med oppskumming i selters vanligvis foregår. I alle forsøk ble det dosert aluminiumsulfat og natriumhypokloritt som i selve felningsanlegget. Unntak er forsøkene 6.1. - 6.6. der det ble dosert kalk i stedet for natriumhypokloritt. I alle forsøk ble alum tilsatt etter natriumhypokloritt resp. kalk. I teksten og tabell 5 er natriumhypoklorittmengden omtalt som kalk etter omregning. Man kan regne med at for felningens vedkommende tilsvarer 1 ml 1% natriumhypokloritt 7 mg kalk.

Doseringsbetingelsene i renseanlegget i tidsperioden 23/1 - 8/5 1964 i felningsanlegget ble oppgitt av A/s P.Ltz. Aass i brev av 11.mars 1964. På grunnlag av de fremkomne opplysninger kan det beregnes at doseringen av aluminiumsulfat var ca. 45 mg/l, mens doseringen av natriumhypokloritt var 0,56 ml/l (1% m.h.p.klor) eller 5,6 mg klor/l. Forøvrig er driftsbetingelsene angitt i tabell 3. Det er vanskelig på grunn av de varierende doseringsforhold å angi eksakt hvilken pH 45 mg alum og 0,56 ml natriumhypokloritt/l vil gi, men det er rimelig å anslå denne pH til ca. 6.

Resultatene av forsøksnr. 1.1 - 1.6. viste at 30 mg alum og 1-8 mg kalk/l ga relativt lav farge på filtrert vann, mens dannelses tiden

for fnokkene var lang. Alumdosering alene, selv ved høye doseringer (forsøksnr. 2.1. - 2.6), syntes ikke å gi tilfredsstillende lav farge på filtratet, og det tok relativt lang tid før det ble dannet fnokker. Forsøk med fra 30 - 80 mg alum og 1 - 16,9 mg kalk/l (forsøksnr. 3.1 - 3.6 og 4.1 - 4.6) i pH-området 5,0 - 6,5 ga heller ikke lav dannelsesetid for fnokkene, selv om kvaliteten på filtrert vann var relativt god. I forsøksnr. 5.1 - 5.6. var doseringen 50 mg alum/l og natriumhypoklorittdoseringen så høy at pH lå i området 6,4 - 6,5. Filtratets farge var her i området 1 - 5 mg Pt/l og dannelsesetiden for fnokkene 20 - 22 min. Kalktilsetning istedenfor natriumhypokloritt i forsøksnr. 6.1. - 6.6. syntes ikke å gi bedre resultat hverken med hensyn til filtratets farge eller lavere dannelsesetid for fnokkene. Resultatene av videre dosering med 50 mg alum/l (forsøksnr. 7.1. - 7.6 og 8.1. - 8.6.) tydet på at dannelsesetiden for fnokkene var avhengig av pH, idet tiden sank ved økende pH fra 6.1 - 6.8. Liknende forsøk med 40 og 30 mg alum (forsøksnr. 9.1. - 9.6., 10.1. - 10.6., 11.1. - 11.6., 12.1. - 12.6. og 13.1. - 13.6) viste i hovedsaken at 40 mg alum/l og passende mengde natriumhypokloritt til pH 6,7 - 7,0 ga tilfredsstillende kvalitet (< 5 mg Pt/l) på filtratet mens fnokkenes dannelsesetid var kort (<5 min) og vannets temperatur lav (2°C). Vannets pH forandret seg relativt langsomt med økende natriumhypoklorittdosering i overensstemmelse med at råvannet har en viss buffervirkning. Forsøksnr. 10.1. - 10.6. og 11.1. - 11.6. er utført ved 2°C for å få forhold som tilsvarende det man hadde i felningsanlegget. Det er bemerkelsesverdig at i forsøksnr. 13.5. og 13.6. er det ikke dannet fnokker ved pH 7,3, idet oppløseligheten av aluminiumhydroksyd ved denne pH er merkbar.

På grunnlag av resultatene fra de forannevnte laboratorieforsøk anmodet vi A/S P.Ltz. Aass om å foreta felling i anlegget ved høyere pH enn det som tidligere hadde vært praksis. For å oppnå dette var det nødvendig med sodadosering. Resultatene av prøvetaking den 3/7 og 19/10-64 viste god kvalitet på filtrert vann, men kullfilteret virker fremdeles som mekanisk filter for aluminiumhydroksydfnokker. Laboratorie-felningsforsøk med råvann tatt 19/10-64 ble utført for sammenlikningens skyld (forsøksnr. 14.1. - 14.4. og 15.1. - 15.6.). Av eksperimentelle grunner vil vi anse forsøksserien 15.1. - 15.6. som mest representativ for hva man kan oppnå av felningsresultater i laboratoriet med dosering av alum, natriumhypokloritt og soda til

pH 7,0. En direkte sammenlikning av fellingen i anlegg og laboratorieforsøk er vanskelig, men resultatene i nedenforstående tabell indikerer at bedre forhold burde kunne oppnås i felningsanlegget med kontinuerlig drift, lengre oppholdstid (se tabell 6) og dessuten mekanisk omrøring i flokkuleringsfasen:

	Felningsanlegg uten mek. omrøring og 37 min. oppholdstid i flokkuleringsfasen.		Laboratorieforsøk Mekanisk omrøring og 57 min. oppholdstid i flokkuleringsfasen.				
	3/7-64	19/10-64	Fors. nr.	Andre forsøk			
			15.1 15.6.	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Natriumhypokloritt 1% m.h.p. klor, ml/l	0,64	0,64	0,64	-	-	0,56	0,56
Alum, mg/l	45	45	41	45	45	45	45
Soda, Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O, mg/l	68	68	68	70	70	54	54
Temp. °C			10	7,5-12,5	7,5-12,5	7,5-12,5	7,5-12,5
Tid for første fnokkdannelse, min	-	-	3	3	6	4	9
Felnings-pH	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	6,9	7,0
Farge	1	5	ingen	6	6	6	6
Turbiditet	0,3	-	ingen	-	-	-	-
Restaluminium	0,35	0,77	0,03 0,08	-	-	-	-

4. KONKLUSJON.

Vår konklusjon er basert på at råvannet kommer fra Vivelstadfeltet. Hvis råvannet stammer fra andre råvannskilder er antakelig felningsbetingelsene annerledes enn det som er funnet ved våre undersøkelser.

1. Anlegget bør i størst mulig utstrekning være under kontinuerlig drift. Dette nødvendiggjør en beholder for rensset vann.
2. Anlegget bør kjøres med lavest mulig vannføring slik at vannets oppholdstid i renseanleggets forskjellige deler blir lengst mulig. Dannelsen av fnokkene er tidkrevende, og det er derfor en fordel med lang oppholdstid slik at fnokkdannelsen fortrinnsvis er ferdig foran sandfilteret.
3. Blanding av koagulantene (alum, natriumhypokloritt og soda) med råvannet bør forbedres. Dette kan arrangeres med gjennomhullede plater eller ved propellplassering i råvannsledningen. Propellen kan forårsake omrøring ved hjelp av vannets bevegelse eller ved mekanisk drift i et 90° bend. Det er mulig at tilsetting av soda og natriumhypokloritt før alum er en fordel, men dette kan undersøkes ved forsøksdrift i anlegget.
4. I koaguleringskammeret bør det anordnes en mekanisk omrøring slik at fnokkdannelsen her blir optimal. Hastigheten bør kunne varieres slik at forsøksdrift kan utføres for å fastslå optimal effekt, som antakelig oppnås hvis omrørerens periferihastighet ligger i området 0,05 - 1,5 m/s.
5. Doseringen av alum bør være 40 - 45 mg/l med natriumhypokloritt og sodadosering til pH 6,7 - 7,0.
6. Det må etableres driftskontroll- og instruks for anlegget slik at doserings- og driftsbetingelsene opprettholdes. I driftskontrollen bør det inngå prøvetaking fra råvann og rent vann, slik at i allefall vannets temperatur, pH, farge og innhold av restaluminium kan måles.
7. Hvis pkt. 1 - 6 blir gjennomført uten at skummingsfenomenet forsvinner bør det overveies med hjelpekoagulant-dosering, f.eks. aktivert

silica. Slik dosering må ikke settes igang før doseringsbetingelsene er nærmere undersøkt i laboratorie-felningsforsøk.

8. Vi har ikke sikkert kunne påvise hva som fører til oppskumming av selters. Våre undersøkelser tyder imidlertid på at oppskummingen har sammenheng med gjennomslag av aluminiumhydroksyd-fnokker i kullfilter og sandfilter. Det er mulig at oppskummingen direkte skyldes tilstedeværelse av aluminiumhydroksydfnokker i selters. En annen mulighet kan være at overflateaktive stoffer slår igjennom sandfilter og kullfilter sammen med aluminiumhydroksydfnokker og forårsaker oppskummingen.

TABELL 1.

Prinsipp og litteraturhenvisning for analysemetodene samt enhetene for analyseresultatene.

Analysekomponent:	Prinsipp:	Litteraturhenvisning for analysemetodene:	Enhet:
Surhetsgrad	Elektrometrisk m/glasselektrode	Bruksanvisning for pH-meter 22 + 23	pH
Spes.ledningssevne	Whatstones bro ved 20,0°C	Bruksanvisn. for Phillips ledningssevne-måleapparat	$\cdot 10^{-6}$ /cm
Farge	Absorptiometrisk med EEL-photometer og x) 10 cm lange kuvetter, 435 mm på ufiltrerte prøver	Bruksanvisning for EEL-photometer	mg Pt/l
Turbiditet	Lysspredningsmåling med Sirist-Photometer kalibrert mot silica-suspensjon	Bruksanvisning for Sirist Photometer	mg SiO ₂ /l
Permanganattall	Opphetning på vannbad i 20 min med sur N/100 K ₂ MnO ₄	Statens institutt for folkehelse	mg O/l
Alkalitet	Titrering med N/100 HCl til pH 4,0 (pH-meter)	Deutsche Einheitsverfahren 1957	ml N/100 HCl/l
Klorid	Titrimetrisk med sølvnitrat	Appr. Methods for the phys. & Chem. Ex. of Water. 2 Ed. 1953	mg Cl/l
Hårdhet	Kompleksometr. titr. med EDTA	Deutsche Einheitsverfahren 1957	mg CaO/l
Jern	Kolorimetrisk	Appr. Methods for the Phys. & Chem. Ex of Water. 2 Ed. 1953	mg Fe/l
Mangan	Kolorimetrisk	Standard Methods 1960	mg Mn/l
Aluminium	Kolorimetrisk	Proc. of the Society for Water Treatm. & Exam. (7) 1958	mg Al/l

x) Kalibrert mot Pt-oppløsninger.

Tabell 2.

Råvannets kvalitet.

Bestemmelse av:	Prøvetagningsdato i 1964										maks. middel	min.
	23/1	3/3	12/3	16/3	8/5	3/7	19/10	19/10	19/10	19/10		
Surhetsgrad, pH	7,2	7,2	7,1	6,9	6,8	7,0	7,2	7,2	7,2	7,2	7,1	6,8
Spes. ledningsevne	60,5	68,0	-	48,8	43,5	54,0	61,8	61,8	68,0	68,0	56,1	43,5
Farge	38	22	35	-	24	13	22	22	38	38	26	13
Turbiditet	5,5	3,0	-	-	-	0,3	-	-	5,5	5,5	3,0	0,3
Permanganattall	3,1	3,8	-	2,9	-	4,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,1	2,9
Alkalitet	5,2	5,3	-	3,8	2,9	4,2	4,0	4,0	5,3	5,3	4,4	2,9
Klorid	1,5	0,8	-	-	-	-	-	-	1,5	1,5	1,2	0,8
Hårdhet	17,5	18,4	-	12,9	-	13,4	-	-	18,4	18,4	16,4	13,0
Jern	0,19	0,12	-	0,14	-	<0,05	0,05	0,05	3,8	3,8	0,84	<0,05
Mangan	ikke påvist	ikke påvist	-	-	-	<0,05	-	-	13,0	13,0	6,53	<0,05
Aluminium	0,04	-	-	-	-	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,04

Tabell 3.

Oversikt¹⁾ over driftsforholdene ved felningsanlegget.

1964 Dato	Vannets temp. °C	Råvann	pH				Anm.
			Overfl. koaguler- ingskammer	Overfl. sedimen- terings- kammer	Etter sand- filter	Etter kull- filter	
17.2. F ²⁾	1,0	7,4	5,9	6,0	5,9	5,7	Tapping
E ³⁾	1,0	7,4	5,8	5,8	5,9	5,8	"
18.2. F	1,5	7,3	5,8	5,8	5,8	5,7	Ingen tapping
E	1,5	7,3	6,3	6,0	5,9	5,7	" "
19.2. F	1,0	7,3	6,3	6,2	6,1	5,8	Litt tapping
E	1,5	7,3	6,3	6,2	6,1	5,8	" "
20.2. F	1,0	7,2	6,4	6,4	6,2	5,8	Tapping
E	1,0	7,2	6,6	6,4	6,5	6,1	"
21.2. F	1,0	7,2	6,5	6,4	6,4	5,9	Litt tapping
E		7,2	6,6	6,5	6,5	6,0	" "
24.2.		7,3	6,5	6,5	6,5	6,1	Tapping
25.2.	1,5	7,3	6,4	6,4	6,5	5,9	Ingen tapping
26.2.	1,0	7,1	5,8	6,0	6,1	6,1	Tapping
27.2.	1,0	7,0	5,8	5,8	6,0	5,9	"
28.2.	2,0	7,2	6,0	5,9	6,1	5,9	
29.2.	2,0	7,2	5,9	5,9	6,0	5,9	Ingen tapping
2.3.	1,5	7,2	5,8	5,9	6,0	6,2	" "
3.3.	1,5	7,2	5,7	5,8	5,9	5,7	Tapping
4.3.		7,3	6,3	6,2	6,1	5,9	"
5.3.	1,0	7,2	6,3	6,2	6,2	6,1	"
6.3.	2,0	7,2	6,0	6,0	6,2	5,9	Ingen tapping
9.3.	1,0	7,0	5,9	5,9	6,0	6,1	Tapping
10.3.	1,0	7,0	5,4	5,7	5,8	5,9	"
11.3.	1,0	6,9	6,1	6,1	6,2	6,0	"
13.3.	2,0	7,0	5,0	5,2	5,9	5,7	Litt tapping
16.3.	1,5	7,1	6,1	5,2	5,3	5,4	Oppskumming på selters, tapping
17.3.	1,5	7,0	5,6	5,3	5,4	5,4	Ingen tapping
19.3.	1,0	7,0	5,5	5,4	5,5	5,4	Tapping
20.3.	1,0	7,0	5,8	5,7	5,7	5,4	"
15.4.		6,9		4,5		5,0	
16.4.	2,0	6,9	4,8	4,8	4,8	4,9	Ingen tapping

Tabell 3 (forts.)

1964 Dato	Vannets temp. °C	Råvann	pH				Anm.
			Overfl. koaguler- ingskammer	Overfl. sedimen- terings- kammer	Etter sand- filter	Etter kull filter	
17.4.	2,0	6,9	5,0	4,9	4,9	4,8	Ingen tapping
20.4.	1,5	6,9	5,0	5,2	5,9	5,8	Tapping
21.4.	2,0	6,9	6,1	5,8	5,5	5,2	Ingen tapping
22.4.	2,0	6,9	6,1	6,1	6,1	5,5	Tapping
23.4.	2,0	6,8	6,8	7,7	7,2	5,8	"
24.4.	2,0	6,8	6,3	6,2	6,4	6,1	"
27.4.	2,0	6,9	6,3	6,3	6,4	5,7	Ingen tapping
28.4.	5,0	6,9	6,2	6,3	6,4	5,6	" "
29.4.	4,0	6,9	6,4	6,3	6,3	5,5	" "
30.4.	5,0	7,0	6,4	6,3	6,4	5,9	Tapping
5.5.		6,9	6,6	6,5	6,4	5,6	"
6.5.	4,0	6,9	6,4	6,5	6,6	5,8	Ingen tapping
8.5.	4,0	6,9	6,3	6,4	6,5	6,1	Tapping
Max	5,0	7,4	6,8	7,7	7,2	6,2	
Min.	1,0	6,8	4,8	4,5	4,8	4,8	
Middel	1,8	7,1	6,0	6,0	6,1	5,7	

- 1) Målingene utført av personell ved A/S P.Ltz. Aass
- 2) F - formiddag
- 3) E - ettermiddag

Tabell 4.

Undersøkelse av renseeffekten i felningsanlegget.

Prøvetagnings Analyser dato i 1964	23.1.					3.3.				
	Nr.1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
Surhetsgrad, pH	7,2	5,9	5,8	5,9	6,7	7,2	5,8	5,8	6,1	6,2
Spes.ledningssevne	60,5	95,2	-	94,3	100	68,0	85,5	90,0	86,5	91,9
Farge	38	-	25	9	3	22	-	3	1	1
Turbiditet	5,5	-	6,4	1,5	0,3	3,0	-	-	3,5	0,4
Permanganattall	3,1	-	-	-	0,3	3,8	-	-	-	0,5
Alkalitet	5,2	2,6	-	-	1,7	5,3	1,9	-	-	1,8
Klorid	1,5	-	-	-	8,8	0,8	1,1	2,0	2,8	-
Hårdhet	17,5	-	-	-	18,6	18,4	-	-	-	18,2
Jern	0,19	-	-	-	<0,05	0,12	-	-	-	<0,05
Mangan	ikke påvist	-	-	-	ikke påvist	ikke påvist	-	-	-	ikke påvist
Aluminium	0,04	3,9	1,2	0,26	0,05	-	4,2	-	0,67	0,10

Nr.1 = Råvann

Nr.2 = Overflate koaguleringskammer

Nr.3 = Overflate sedimenteringskammer

Nr.4 = Etter sandfilter

Nr.5 = Etter kullfilter

Tabell 4 forts.

Prøvetagningsdato i 1964.	16.3.													
	Nr.1	Nr.5	Selters			Selters								
			Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4					
Surhetsgrad, pH	6,9	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spes. ledningsevne	48,8	84,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farge	-	-	15	18	17	6	6	6	6	6	6	6	6	5
Turbiditet	-	-	2,0	2,9	2,0	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Permanganattall	3,9	0,5	-	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alkalitet	3,8	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hårdhet	12,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jern	0,14	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminium	-	0,66	0,97	0,90	0,94	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11	0,21	0,21	0,21

1) Med varemerke

2) Uten varemerke

Tabell 4 (forts.)

Prøvetagningsdato i 1964.	8.5.									
	Analyser									
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Setlers				
						Nr. 1	Nr. 2			
Surhetsgrad, pH	6,8	6,4	6,3	6,3	6,1	-	-	-	-	
Spes. ledningsevne	43,5	108	109	110	111	-	-	-	-	
Farge (ufiltrert)	24	-	-	3	1	1	1	1	1	
Farge (filtrert)	24	-	-	1	1	1	1	1	1	
Turbiditet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Permanganattall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alkalitet	2,9	3,5	3,2	3,2	2,4	-	-	-	-	
Hårdhet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jern	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mangan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aluminium	-	-	-	0,53	0,09	0,06	-	-	0,06	

Tabell 4 (forts.)

Prøvetagningsdato i 1964	3.7.					1).10.				
	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5
Surhetsgrad, pH ¹⁾	7,0 (7,0)	6,9 (6,9)	6,9 (6,95)	6,7 (6,85)	6,7 (6,75)	7,2	6,9	6,9	6,9	6,7
Spes.ledningssevne	54,0	140	141	139	144	61,8	176	130	174	172
Farge (ufiltrert)	13	12	3	1	1	22	40	11	5	1
Farge (filtrert)	-	-	-	-	-	1	7	2	1	ingen
Turbiditet	0,3	2,3	0,6	0,3	0,04	-	-	-	-	-
Permanganattall	4,0	2,7	2,9	1,4	1,5	4,4	2,9	1,5	1,5	0,93
Alkalitet	4,2	5,9	5,7	5,6	4,8	4,0	6,5	6,6	6,0	5,0
Hårdhet	13,4	14,4	13,7	14,0	14,1	-	-	-	-	-
Jern	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,26	0,08	0,03	0,01
Mangan	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-
Aluminium	0,06	3,1	0,90	0,35	0,01	0,10	7,5	3,2	0,77	0,06

1) pH målinger utført av A/S P.Itz. Aass.
Tallene i parentes målt av NIVA.

Tabell 5.

Resultater av felningsforsøk i laboratorieskala.

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk nr.	For-søks nr.	Dosering mg/l alum kalk	Temp. °C		Filtrat		Dannelses-tid for floc-ker, min.	Anmerkninger
				Start	Slutt	pH	Farge Turb.		
3.3.	3.3.	1.1	0	9,0	12,5	7,3	32	-	Tiltagende fnokkstørrelse
3.3.	3.3.	1.2	30	9,0	12,5	6,5	3	15	"
3.3.	3.3.	1.3	30	9,0	12,5	6,5	5	15	"
3.3.	3.3.	1.4	30	9,0	12,5	6,6	6	15	"
3.3.	3.3.	1.5	30	9,0	12,5	6,7	5	15	"
3.3.	3.3.	1.6	30	9,0	12,5	6,7	5	15	"
3.3.	4.3.	2.1	0	6,6	11,6	7,2	30	30	"
3.3.	4.3.	2.2	30	6,6	11,6	6,5	3	30	"
3.3.	4.3.	2.3	40	6,6	11,6	6,3	6	30	"
3.3.	4.3.	2.4	50	6,6	11,6	6,0	10	30	"
3.3.	4.3.	2.5	60	6,6	11,6	5,5	10	30	"
3.3.	4.3.	2.6	70	6,6	11,6	5,1	10	30	"

1) I samtlige forsøk unntatt forsøk 6.1. - 6.6. er det dosert natriumhypokloritt (NaOCl), men doseringen er angitt som kalk (Ca(OH)₂)

1 ml 1% (m.h.p. klor, 2,3% m.h.p. NaOCl) natriumhypokloritt tilsvarer 7 mg kalk

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For-søks nr.	Dosering mg/l		Temp. °C		Filtrat			Dannelses-tid for fnokker, min.	Anmerkninger
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge	Turb.		
3.3.	4.3.	3.1	30	1	6,6	12,3	6,4	3		20	Ingen fnokker
3.3.	4.3.	3.2	40	1	6,6	12,3	6,3	5		45	" "
3.3.	4.3.	3.3	50	1	6,6	12,3	6,0	3			" "
3.3.	4.3.	3.4	60	1	6,6	12,3	5,7	5			" "
3.3.	4.3.	3.5	70	1	6,6	12,3	5,3	8			" "
3.3.	4.3.	3.6	80	1	6,6	12,3	5,0	8			" "
3.3.	7.3.	4.1	30	1,5	10,0	13,8	6,5	8		30	Små fnokker
3.3.	7.3.	4.2	40	5,2	10,0	13,8	6,4	8		30	" "
3.3.	7.3.	4.3	50	8,6	10,0	13,8	6,3	7		30	" "
3.3.	7.3.	4.4	60	11,1	10,0	13,8	6,0	6		35	" "
3.3.	7.3.	4.5	70	16,3	10,0	13,8	6,2	6		15	" "
3.3.	7.3.	4.6	80	16,9	10,0	13,8	6,4	6		30	" "

1) Dosert natriumhypokloritt, som er angitt som kalk(Ca(OH)₂) etter omregning.

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvannsprøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For- søks nr.	Doserings- mg/l		Temp. °C		Filtrat			Dannelses- tid for fnokker, min.	Anmerkninger
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge	Turb.		
3.3.	9.3.	5.1	50	6,4	10,5	14,1	6,5	1		22	Små fnokker i begynnelsen.
3.3.	9.3.	5.2	50	7,2	10,5	14,1	6,4	1		22	Rel. store fnokker etter 1 h.
3.3.	9.3.	5.3	50	7,9	10,5	14,1	6,5	1		20	" " "
3.3.	9.3.	5.4	50	8,7	10,5	14,1	-	1		-	" " "
3.3.	9.3.	5.5	50	9,5	10,5	14,1	6,4	5		20	" " "
3.3.	9.3.	5.6	50	10,3	10,5	14,1	6,4	1		20	" " "
3.3.	9.3.	6.1	50	1 ²⁾	12,0	15,0	6,2	1		-	Små fnokker
3.3.	9.3.	6.2.	50	3	11,0	15,0	6,3	5		-	" "
3.3.	9.3.	6.3	50	5	12,0	15,0	6,3	3		45	" "
3.3.	9.3.	6.4	50	7	12,0	15,0	6,5	3		25	" "
3.3.	9.3.	6.5	50	8	12,0	15,0	6,6	3		25	" "
3.3.	9.3.	6.6	50	10	12,0	15,0	6,7	3		15	" "

2) Kalkdosering.

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For- søks nr.	Doserings- mg/l		Temp. °C		Filtrat			Dannelses- tid for fnokker, min.	Anmerkninger.
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge	Turb.		
3.3.	10.3.	7.1	50	0,8	10,5	14,0	6,3	7		-	Ingen synlige fnokker
3.3.	10.3.	7.2	50	1,6	10,5	14,0	6,2	4		-	
3.3.	10.3.	7.3	50	3,2	10,5	14,0	6,1	6		45	
3.3.	10.3.	7.4	50	4,8	10,5	14,0	6,2	4		25	
3.3.	10.3.	7.5	50	6,4	10,5	14,0	6,3	1		25	
3.3.	10.3.	7.6	50	7,9	10,5	14,0	6,2	1		25	
3.3.	10.3.	8.1	50	9,5	10,5	14,0	6,4	3		20 - 25	
3.3.	10.3.	8.2	50	10,3	10,5	14,0	6,5	3		10	
3.3.	10.3.	8.3	50	11,1	10,5	14,0	6,5	3		10	
3.3.	10.3.	8.4	50	12,7	10,5	14,0	6,6	3		10	
3.3.	10.3.	8.5	50	14,3	10,5	14,0	6,7	1		10	
3.3.	10.3.	8.6	50	15,9	10,5	14,0	6,8	1		5	

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	Forsøks nr.	Dosering mg/l		Temp. °C		Filtrat			Dannelses- tid for fnokker, min.	Anmerkninger.
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge	Turb.		
3.3.	12.3.	9.1	40	0,8	10,0	14,0	6,2	4	-	35	
3.3.	12.3.	9.2	40	1,6	10,0	14,0	6,4	3	-	35	
3.3.	12.3.	9.3.	40	3,2	10,0	14,0	6,4	3	-	25	
3.3.	12.3.	9.4	40	4,8	10,0	14,0	6,5	3	-	20	
3.3.	12.3.	9.5.	40	6,4	10,0	14,0	6,6	1	-	20	
3.3.	12.3.	9.6	40	7,9	10,0	14,0	6,7	1	-	10	
3.3.	12.3.	10,1	40	0,8	2,0	2,0	5,9	16	-		Ingen fnokker
3.3.	12.3.	10.2	40	1,6	2,0	2,0	5,9	16	-		" "
3.3.	12.3.	10.3	40	3,2	2,0	2,0	6,0	16	-	55	
3.3.	12.3.	10.4	40	4,8	2,0	2,0	6,2	10	-	30	
3.3.	12.3.	10.5	40	6,4	2,0	2,0	6,3	6	-	20	
3.3.	12.3.	10.6	40	7,9	2,0	2,0	6,4	5	-	5	

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for prøven	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For-søks nr.	Doserings mg/l		Temp. °C		Filtrat		Turb.	Dannelses tid for fnokker, min.	Anmerkninger.
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge			
3.3.	12.3.	11.1	40	9,5	2,0	2,0	6,6	5	-	3	
3.3.	12.3.	11.2	40	10,3	2,0	2,0	6,7	1	-	3	
3.3.	12.3.	11.3	40	11,1	2,0	2,0	6,7	1	-	3	
3.3.	12.3.	11.4	40	12,7	2,0	2,0	6,8	1	-	3	
3.3.	12.3.	11.5	40	14,3	2,0	2,0	6,9	1	-	3	
3.3.	12.3.	11.6	40	15,9	2,0	2,0	7,0	1	-	3	Fine fnokker
12.3.	16.3.	12.1	30	0,8	11,0	14,5	6,5	6	-	15-25	
12.3.	16.3.	12.2	30	1,6	11,0	14,5	6,6	8	-	15-25	
12.3.	16.3.	12.3	30	3,2	11,0	14,5	6,7	6	-	10	
12.3.	16.3.	12.4	30	4,8	11,0	14,5	6,8	6	-	8	
12.3.	16.3.	12.5	30	6,4	11,0	14,5	6,9	6	-	7	
12.3.	16.3.	12.6	30	7,9	11,0	14,5	7,0	5	-	5	

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For-søks nr.	Doserings mg/l		Temp. °C		Filtrat		Turb.	Dannelses tid for fnokker, min.	Anmerkninger.
			alum	kalk	Start	Slutt	pH	Farge			
12.3.	16.3.	13.1	30	9,5	11,0	14,5	7,2	4	-	5	
12.3.	16.3.	13.2	30	10,3	11,0	14,5	7,0	5	-	3	
12.3.	16.3.	13.3	30	11,1	11,0	14,5	7,1	3	-	5	
12.3.	16.3.	13.4	30	12,7	11,0	14,5	7,1	6	-	5	
12.3.	16.3.	13.5	30	14,3	11,0	14,5	7,3	5	-		Ingen fnokker
12.3.	16.3.	13.6	30	15,9	11,0	14,5	7,3	12	-		Ingen fnokker

Tabell 5 (forts.)

Dato i 1964 for råvanns prøve	Dato i 1964 for utførelse av forsøk	For-søks nr.	Doserings		pH	Filtrat		Rest-aluminium	Anmerkninger.	
			alium mg/l	1% natrium-hypokloritt ml/l		Soda mg/l	Farge			Turb
19.10.	21.10.	14.1	41	0,64	67,6	7,1	22	0,72	0,08	Temperaturen ved forsøket begynnelse var 13°C. Fnokkdannelse etter 3 min.
19.10.	21.10.	14.2	41	0,64	67,6	7,0	1	0,56	0,06	
19.10.	21.10.	14.3	41	0,64	67,6	7,0	1	0,56	0,13	
19.10.	21.10.	14.4	41	0,64	67,6	7,0	1	0,56	0,06	
19.10.	27.10.	15.1	41	0,64	67,6	7,0	ingen	inger	0,03	Temperaturen ved forsøket begynnelse 10°C. Fnokkdannelse etter 3 min.
19.10.	27.10.	15.2	41	0,64	67,6	7,0	"	"	0,05	
19.10.	27.10.	15.3	41	0,64	67,6	7,0	"	"	0,05	
19.10.	27.10.	15.4	41	0,64	67,6	7,0	"	"	0,05	
19.10.	27.10.	15.5	41	0,64	67,6	7,0	2	"	0,08	
19.10.	27.10.	15.6	41	0,64	67,6	7,0	ingen	"	0,03	

1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

2) Tilsvarer 6 mg/l m.h.p. klor.

Tabell 6.

Omtrentlig volum av fellingsanleggets forskjellige deler og vannets teoretiske oppholdstid.

	Omtrentlig volum, m ³	Vannets teoretiske oppholdstid, min. 2)
Flokkuleringskammer	2,6	37
Sedimenteringskammer	10,2	146
Sandfilter 3)	2,5	24
Kullfilter 1)	1,2	6
Sum	16,5	213

1) Kullvolum 0,8 m³

2) Q = 70 l/min.

3) Sandvolum ca. 0,8 m³