

BLINDERN

O- 237

Innvendig korrosjon på betong-
og asbestsementrør ved

Interkommunalt Vannverk i 1964.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen.

Rapporten avsluttet 29. mai 1965.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E :		Side:
1.	INNLEDNING	3
2.	RESULTATER	3
2.1.	Oversikt over feltobservasjonene	3
2.2.	Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 3 -8	3
2.3.	Marmorprøver	3
2.4.	Kalkutløsningen fra betong- og asbestsementrørene	4
2.5.	Beregning av korrosjonshastigheten for asbestsement- ledningen	5
3.	PRAKTISKE TILTAK SOM KAN REDUSERE KORROSJONEN	6
4.	KONKLUSJON	7

T A B E L L E R:

1.	Oversikt over feltobservasjoner	8
2.	Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 3 - 8	10
3.	Resultatene av marmorprøver	11
4.	Vannets pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 3- 8.	12

F I G U R:

Figuren viser pH, kalsium- og silisiuminnholdet i vannprøver fra Klepp som funksjon av tiden.

1. INNLEDNING.

Dette er en årsrapport som omtaler resultatene av undersøkelser foretatt i 1964. Undersøkelsene er en fortsettelse av våre tidligere undersøkelser vedrørende innvendig korrosjon på betong- og asbestsementrør ved I.V. i 1960 - 1963. (Se vår rapport av 1.november 1964.)

Hensikten med fortsatte undersøkelser i 1964 var å føre kontroll av korrosjonsutviklingen på I.V.'s ledningsnett.

Prøvetagning, analysemetoder, enheter for analyseresultatene, samt prøvetagningsstasjoner er slik som beskrevet i vår rapport av 1.november 1964. Prøvetagnings- og analyseprogrammet er imidlertid redusert i forhold til det som ble utført i våre tidligere undersøkelser.

2. RESULTATER.

2.1. Oversikt over feltobservasjonene.

Tabell 1 viser en oversikt over feltobservasjonene. Prøvene ble tatt etter omtrent samme tidsskjema som i våre tidligere undersøkelser. Vannets temperatur og restklormengde avvek lite fra det som ble funnet i perioden 1960 - 1963.

2.2. Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 3 - 8.

Resultatene av endel kjemiske analyser utført på vannprøver står i tabell 2. Vannets kjemiske kvalitet var i overensstemmelse med tidligere års undersøkelser. Verdiene for vannets fargeturbiditet - permanganattall og innhold av jern og mangan var lave. Korrosjonen på betongrørene førte ikke til påviselig stigning av vannets silisiuminnhold ved st. 7. Ved st.8 fant vi en markant stigning i vannets silisiuminnhold i overensstemmelse med trikalsiumsilikatets hydrolyse ved korrosjon på asbestsementrør.

2.3. Marmorprøver.

Resultatene av marmorprøvene står i tabell 3. Årsmidlene for

pH, alkalitet og kalsiuminnhold med og uten marmor kan fremstilles i følgende tabell:

	Uten marmor				Med marmor			
	pH	Alk. pH 8,4	Alk. pH 4,0	Kalsium	pH	Alk. pH 8,4	Alk. pH 4,0	Kalsium
St.3.	5,78	-	1,2	2,1	9,38	0,43	3,9	9,2
St.7	6,93	-	1,5	3,0	9,45	0,57	3,8	10,3
St.8	10,3	1,9	4,1	11,0	10,2	1,89	4,6	11,6

Ved st. 8 var årsmidlene for pH, alkalitet og kalsiuminnhold med og uten marmor tilnærmet det samme. Dette viste at vannet ved Klepp st. var alkalisert praktisk talt til kalkkullsyrelikevekt p.g.a. korrosjonen på asbestsementrørene.

2.4. Kalkutløsningen fra betong- og asbestsementrørene.

Vannets pH, spesifikke ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 3, 7 og 8 er sammenstillet i tabell 4.

Ved st. 3 var pH som årsmiddel av samme størrelsesorden som i perioden 1960 - 1963, mens alkalitet og kalsiuminnhold ligger relativt høyere enn tidligere.

Ved st. 7 var forholdet i hovedsaken slik som i 1963. Riktignok forekom mindre forskjeller, men det er vanskelig å avgjøre om disse forskjeller skyldtes spesielle forhold ved året 1964, eller om avvikene hadde sammenheng med analysepresisjonen.

Ved st. 8 var årsmidlet for kalsiuminnhold lavere i 1964 enn i 1963. Det er vanskelig å fastslå om denne reduksjon skyldtes at forholdene er i ferd med å stabilisere seg eller om forklaringen er at vannforbruket har øket slik at vannets oppholdstid i rørene er mindre. På figuren er pH-verdien, kalsium- og silisiuminnholdet fremstilt som funksjon av tiden fra prøvetakingen

begynte ved Klepp. Kurvene har et noe ujevnt forløp, men det kan skyldes variasjoner i vannhastigheten. Vannet i hovedledningen ved forgreiningspunktet til Klepp er omtrent nøytralt og inneholder ca. 2 mg CaO/l. Figuren viser at det fortsatt foregår en betydelig oppløsning av rørmaterialet.

I sementlimet er forholdet CaO : SiO₂ som 3 : 1. På figuren er målestokken for kalsium tredjeparten av målestokken for silisium. Når kurven for silisium hele tiden ligger under kurven for kalsium, må det bety at rørveggen etterhvert anrikes på silisium. Dette skulle minske korrosjonen, men en sikker tendens i så måte har vi ennå ikke kunnet registrere.

Differansen mellom kalsiumoksyd-innholdet ved st.7 og st.3 var i 1963 og 1964 0,9 mg CaO/l. Antagelig kan man ut fra dette regne med at kalkinnholdet som mg CaO/l i differens mellom st. 7 og 3 vil stabilisere seg på omkring denne verdi i de kommende driftsår.

2.5. Beregning av korrosjonshastigheten for asbestsementledningen.

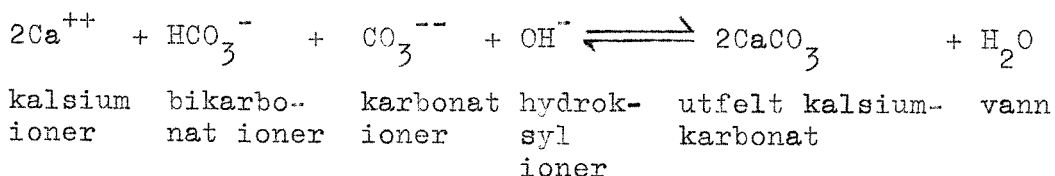
I månedene oktober - desember 1962 var den gjennomsnittlige økning i kalsiuminnhold 12 mg CaO/l etterat vannet hadde passert asbestsementledningen. Rørmaterialet består av ca. 53 % CaO, og på grunnlag av det oppgitte vannforbruk i nevnte tidsrom kan det beregnes at korrosjonshastigheten var ca. 0,6 mm pr. år.

I 1963 økte kalsiuminnholdet 10,6 mg CaO/l. Dette tilsvarte en korrosjonshastighet på ca. 0,5 mm pr. år. I 1964 økte kalsiuminnholdet 10 mg CaO/l, men da hadde vannforbruket økt slik at korrosjonshastigheten ble 0,6 mm pr. år.

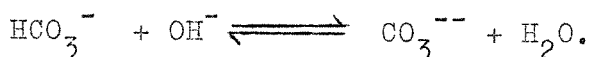
Ved beregningene er det forutsatt at korrosjonen var jevnt fordelt over den indre røroverflate. I praksis vil dette antakelig ikke være tilfelle; man må anta at korrosjonen er størst nærmest hovedledningen fordi vannet er mest aggressivt her og at den avtar mot Klepp ettersom vannets aggressivitet avtar ved at det oppløser kalk fra rørveggen.

3. PRAKTISKE TILTAK SOM KAN REDUSERE KORROSJONEN.

I vår tidligere rapport, s. 18, har vi foreslått forsøksdrift med alkalisering av råvannet ved Langevatn. Denne behandling vil redusere korrosjonen på betongrørene, men reduksjonen på asbestsementrørene vil bli mindre markert. For å beskytte asbestsementrørene blir det derfor nødvendig med en tilleggsbehandling med soda. Resultatene av marmorprøvene fra Klepp har vist at vannet praktisk talt ikke oppløser kalsiumkarbonat. Kjemisk kan dette uttrykkes ved denne likevektslikning:



Resultatene av marmorprøvene betyr at likevekten er sterkt forskjøvet mot høyre, m.a.o. hvis vannet blir tilsatt mer av de fire komponenter på likningens venstre side enn det likevekten tilsier så vil det felles ut kalsiumkarbonat. Utfellingen vil foregå på rørveggen, som derved beskyttes mot videre angrep. Kalsiumioner (Ca^{++}) og hydroksylioner (OH^-) kan tilsettes som hydratkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) og i tillegg blir det nødvendig med tilsetning av karbonat (CO_3^{--}) ioner i form av soda $\text{Na}_2(\text{CO}_3)$. Bikarbonat (HCO_3^-) dannes i vannet ifølge denne likningen:



Kalsiumkarbonat (f.eks. som kalkstein) er tungt oppløselig i vann (ca. 15 mg/l) og er derfor upraktisk i bruk fordi det tar lang tid før metning oppnås. Vi vil foreslå at det tilsettes en blanding av kalsiumhydroksyd (hydratkalk $\text{Ca}(\text{OH})_2$) og soda (Na_2CO_3). Av økonomiske grunner bør hydratkalk tilsettes ved Langevatn, mens soda kan tilsettes ved begynnelsen av stikkledningen til Klepp. Det vil teoretisk medgå 11,2 mg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /l og 16 mg Na_2CO_3 /l, og kjemikalie-forbruket ved normal vannføring blir ca. 400 kg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /døgn ved Langevatn. Når døgnforbruket til Klepp er ca. 200 m³ vil sodaforbruket bli ca. 32 kg/døgn. Vannets pH-verdi på Klepp-ledningen vil ligge i området ca. 9.

Sodatilsetningen vil bevirke at det dannes et korrosjonshindrende karbonatsjikt på rørveggene. Når sjiktet er bygget opp, kan sodatilsetningen stanses. Det er vanskelig å si hvor lang tid som vil

medgå til dannelse av sjiktet, og vi vil derfor anbefale at tilsetningen gjøres som et forsøk med full kontroll av virkningen ved hjelp av vannanalyser m.v.

4. KONKLUSJON.

Fortsatte undersøkelser av korrosjonen på betong- og asbestsementrørene ved Interkommunalt Vannverk tyder på at korrosjonen for betongrørørenes vedkommende har stabilisert seg slik at økningen av kalkmengden er ca. 1 mg CaO/l over hele året i det vannet passerer fra Langevatn til Tjensvoll. Årsmidlet for innhold av kalsiumoksyd ved Klepp st. er i 1964 litt lavere enn i 1963. Det er vanskelig å si om den avtagning i vannets kalkinnhold skyldes at forholdet nå er i ferd med å stabiliseres seg eller om forklaringen ligger i økning i vannforbruket eller i spesielle forhold ved undersøkelsene i 1964. Stabiliseringstendensen når det gjelder korrosjonen på asbestsementrørene er i alle tilfelle så liten at fortsatte undersøkelser er ønskelig for å følge utviklingen. Det er ønskelig at forsøksdrift med alkalisering av råvannet kommer i stand så snart som mulig.

Tabell 1.

Oversikt over feltobservasjoner.

Prøvetagningsdato 1964	Prøvetagningsobservasjoner				Andre feltobservasjoner										
	St. 3 Langev. etter klorering		St. 7 Tjensvoll		St. 8. Klepp st.		Dato	Klor- dose mg/l	Langev.		Kloroverskudd		Vanntemp. °C	Luft-temp. kl. 8 v/Langev.	
	kl.	Temp. °C	kl.	Temp. °C	kl.	Temp. °C			mg/l	%	mg/l	%			Langev.
29/1	9 ⁰⁰		16 ⁰⁰		14 ⁰⁰		3/1	0,20	0,05	25	0,025	13	4,0	3,7	1,0
19/2	10 ⁰⁰						7/1	0,10	0,03	30	0,015	15	4,0	3,5	0
25/2	8 ⁰⁰	2,7	16 ⁰⁰	2,9	11 ⁰⁰	3,9	14/1	0,10	0,01	10	0,005	5	4,0	3,5	0
31/3	7 ⁰⁰	3,1	16 ³⁰	3,0	15 ⁰⁰	4,0	21/1	0,15	0,03	20	0,015	10	3,0	3,0	4,0
28/4	7 ⁰⁰	7,4					28/1	0,15	0,03	20	0,011	7	3,0	2,5	4,0
26/5	7 ⁰⁰	11,0	15 ⁰⁰	5,8	15 ⁰⁰	10,1	4/2	0,15	0,03	20	0,012	8	3,0	3,0	0
23/6	7 ⁰⁰	13,2	16 ⁰⁰	13,0	10 ⁰⁰	13,7	11/2	0,15	0,03	20	0,010	7	3,0	3,0	1,0
28/7	7 ⁰⁰	14,4	16 ⁰⁰	14,2	13 ⁰⁰	13,3	18/2	0,15	0,03	20	0,010	7	3,0	2,0	7,0
25/8	17 ⁰⁰	13,8	16 ⁰⁰	13,5	16 ⁰⁰	13,1	25/2	0,15	0,03	20	0,012	8	2,5	2,0	2,0
29/9	7 ⁰⁰	11,4	16 ³⁰	11,5	11 ⁰⁰	11,6	3/3	0,15	0,04	27	0,010	7	2,0	2,2	1,0
27/10	7 ⁰⁰	7,5	17 ⁰⁰	7,8	14 ⁰⁰	8,1	10/3	0,15	0,04	27	0,017	11	3,0	3,0	0
24/11	7 ⁰⁰	6,0	17 ⁰⁰	6,3	11 ⁰⁰	6,9	17/3	0,15	0,04	27	0,018	12	2,0	2,5	3,0
15/12	7 ⁰⁰	3,4	16 ⁰⁰	4,2	14 ⁰⁰	5,2	24/3	0,15	0,04	27	0,010	7	3,0	2,5	2,0
Aritm. tall		8,5		8,6		9,0	31/3	0,15	0,04	27	0,009	6	3,0	3,0	1,0
							7/4	0,20	0,06	30	0,012	6	3,5	3,5	0
							14/4	0,20	0,06	30	0,012	6	4,0	4,5	4,0
							21/4	0,20	0,06	30	0,018	9	6,0	7,0	9,0

Tabell 1 forts.

Oversikt over feltobservasjoner.

Andre feltobservasjoner								
Dato	Klor-dose mg/l	Kloroverskudd						Luft-temp. kl. 8 ved Langev
		Langev.		Forus		Vanntemp. °C		
		mg/l	%	mg/l	%	Langev.	Forus	
28/4	0,20	0,06	30	0,012	6	7,0	7,2	8,0
5/5	0,20	0,06	30	0,016	8	7,0	7,2	6,0
12/5	0,20	0,06	30	0,015	8	7,0	8,0	6,0
19/5	0,20	0,05	25	0,015	8	8,5	8,5	9,0
26/5	0,20	0,06	30	0,013	7	10,0	9,5	15,0
2/6	0,20	0,06	30	0,012	6	10,0	10,2	7,0
9/6	0,20	0,06	30	0,010	5	13,0	11,7	9,0
16/6	0,20	0,06	30	0,010	5	13,0	12,0	9,0
23/6	0,20	0,06	30	0,010	5	13,5	13,0	11,0
30/6	0,20	0,06	30	0,010	5	13,5	13,0	9,0
7/7	0,20	0,06	30	0,010	5	13,0	12,5	10,0
14/7	0,20	0,06	30	0,010	5	13,0	12,5	14,0
21/7	0,20	0,06	30	0,010	5	15,0	14,7	11,0
4/8	0,20	0,06	30	0,018	9	13,3	13,5	8,0
11/8	0,20	0,06	30	0,011	6	14,0	14,0	15,0
18/8	0,20	0,05	25	0,020	10	14,0	14,0	11,0
1/9	0,20	0,06	30	0,015	8	13,2	13,0	10,0
15/9	0,20	0,06	30	0,018	9	11,7	13,5	12,0
29/9	0,20	0,06	30	0,020	10	11,5	10,5	10,0
19/10	0,20	0,06	30	0,020	10	9,8	9,0	7,0
27/10	0,20	0,06	30	0,020	10	8,0	8,0	6,0
3/11	0,20	0,06	30	0,015	8	7,0	7,0	4,0
10/11	0,20	0,06	30	0,015	8	6,2	7,0	6,0
16/11	0,20	0,06	30	0,030	15	7,0	6,0	6,2
8/12	0,20	0,06	30	0,035	18	2,8	4,0	8,0
15/12	0,15	0,04	27	0,020	13	4,0	4,0	* 1,0
22/12	0,15	0,04	27	0,020	13	2,8	3,5	* 2,0
29/1	0,15	0,03	20	0,012	8			
28/7	0,20	0,06	30	0,013	7			
25/8	0,20	0,06	30	0,030	15			
10/9	0,20	0,06	30	0,009	5			
23/11	0,20	0,06	30	0,018	9			

Tabell 2.

Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 3 - 8.

Dato 1964	St. 3										St. 7				St. 8				
	Langev. etter klorering										Tjensvoll				Klepp st.				
	Hardhet	Farge	Turbiditet	Perm.tall	Jern	Mangan	Klorid	Sulfat	Silisium	Farge	Turbiditet	Jern	Mangan	Silisium	Farge	Turbiditet	Jern	Mangan	Silisium
29.1.	11	0,73	<0,05	upåv.	1,2	17	1,54	0,06	upåv.	19	<0,05	upåv.	-						
19.2	3,2	15	1,5	0,61	0,06	0,05	4,4	3,3	-										
25.2.									1,1										2,6
31.3.									1,1										2,1
28.4.									1,1										2,4
26.5.									1,1										2,4
23.6.									1,1										2,6
28.7.									1,1										2,6
10.9.	3,0	8	0,80	0,69	<0,05	<0,05	7,1	3,2											

Tabell 3.

Resultatene av marmorprøver.

Dato 1964	St.	pH	Alk. (pH 8,4)	Alk. (pH 4,0)	Kalsium
29.1	3	9,4	0,46	3,9	9,1
"	7	9,3	0,47	3,9	10,4
"	8	10,5	2,8	5,5	13,7
25.2	3	9,3	0,49	3,8	8,9
"	7	9,5	0,70	3,9	9,0
"	8	10,6	3,9	5,6	14,0
31.3	3	9,3	0,42	3,8	8,5
"	7	9,4	0,55	3,8	9,1
"	8	9,9	-	3,8	9,6
28.4	3	9,4	0,40	3,7	9,5
"	7	9,6	0,57	3,6	9,6
"	8	10,3	2,1	4,7	12,5
26.5	3	9,2	0,31	3,6	6,1
"	7	9,6	0,68	3,6	8,2
"	8	10,2	1,9	4,3	10,8
23.6	3	9,5	0,49	3,7	8,4
"	7	9,5	0,52	3,6	9,3
"	8	10,3	2,1	4,7	12,2
28.7	3	9,4	0,41	3,8	8,6
"	7	9,5	0,51	3,6	8,9
"	8	10,2	2,1	4,7	11,6
25.8	3	9,5	0,45	3,6	8,0
"	7	9,4	0,45	3,5	8,7
"	8	10,2	2,1	4,6	11,7
29.9	3	9,3	0,41	3,6	9,5
"	7	9,5	0,59	3,5	8,2
"	8	9,8	1,0	3,6	9,2
27.10	3	9,4	0,50	3,8	8,7
"	7	9,5	0,73	3,9	8,8
"	8	9,9	1,0	3,9	9,9
24.11	3	9,39	0,48	5,68	16,2
"	7	9,45	0,64	4,82	23,1
"	8	9,90	1,16	4,16	11,1
15.12	3	9,35	0,33	3,84	9,4
"	7	9,48	0,47	3,93	9,7
"	8	10,31	2,20	5,08	12,7

Tabell 4.

Vannets pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 3 - 8.

Dato 1964.	St.3				St.7				St.8							
	Langev. etter llorering				Tjensvoll				Klepp st.							
	pH	Ledn. evne	Alkalitet	Kalsium	pH	Ledn. evne	Alkali- tet	Kalsium	pH	Ledn. evne	Alkalitet (pH 4)	Kalsium	pH	Ledn. evne	Alkalitet (pH 8)	Kalsium
29.1.	6,0	$32,0 \cdot 10^{-6}$	1,4	3,1	6,3	$32,7 \cdot 10^{-6}$	1,7	3,1	7,5	$78,2 \cdot 10^{-6}$	2,5	13,8				
19.2.	6,0	30,8	0,61	-												
25.2.	5,7		1,1	2,3	6,4		1,4	3,1	10,5		5,5	13,1				
31.3.	5,5		1,3	2,4	6,5		1,5	3,0	10,1		3,9	9,6				
28.4.	5,7		1,1	1,9	6,8		1,3	3,2	10,5		4,5	12,4				
26.5.	5,5		1,1	2,1	6,9		1,4	3,2	10,4		4,1	11,2				
23.6.	5,7		1,1	1,9	6,9		1,4	2,6	10,3		4,5	12,2				
28.7.	6,0		1,1	2,1	7,7		1,5	3,3	10,5		4,7	12,2				
25.8.	5,6		1,2	2,2	6,4		1,5	3,2	10,3		4,6	12,0				
10.9.	6,6	39,4	1,1	-												
29.9.	5,4		1,0	1,7	6,7		1,3	3,2	9,3		2,8	7,4				
27.10.	6,0		1,2	1,8	7,4		1,4	2,7	9,9		2,6	6,1				
24.11.	5,7		1,2	1,8	6,3		1,6	2,6	10,5		4,0	8,8				
15.12.	5,5		1,3	1,7	6,4		1,5	2,5	10,5		5,1	13,2				
Aritm. tall	5,8		1,2	2,1	6,9		1,5	3,0	10,3		4,1	11,0				
Standard avvik	0,41		0,10	0,39	0,66		0,11	0,35	0,19		0,93	2,3				

