

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

0 - 89/65

Undersøkelser av vannforsyningen
ved

Opstad Arbeidshus

Rapporten avsluttet: 22. desember 1966.

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

UNDERSØKELSER AV VANNFORSYNINGEN VED OPSTAD ARBEIDSHUS

1. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING

I en henvendelse av 10/10 1965 fra Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat ble Norsk institutt for vannforskning anmodet om å foreta undersøkelser av vannkvaliteten ved Opstad Arbeidshus. Foranledningen til henvendelsen var at vannet ikke var av tilfredsstillende bakteriologisk kvalitet. I brev av 30/12-65 til Opstad Arbeidshus ba vi om nærmere opplysninger om vannforsyningsforholdene, og opplysningene ble oversendt oss i brev av 12.3. -66. På grunnlag av de fremkomne opplysninger ba vi i brev av 23.3. s.å. om å få tilsendt prøver fra forskjellige steder i vannforsyningsanlegget. Vi foretok en befaring av vannforsyningsanleggene på Opstad Arbeidshus den 6/5 s.å.

2. VANNFORSYNINGSANLEGGET

Vannforsyning til Opstad Arbeidshus er basert på grunnvann som dreneres til en samlebrønn (Vie I) ved innkjørselsveien til anstalten og nedenfor denne. Vannet fremføres fra samlebrønnen ved hjelp av pumpe og 4" støpejernsrør. Parallelt med støpejernsrørledningen, men lavere enn denne i terrenget, løper en kloakkledning fra hovedbygningen. Et jorde, (Åen IV) på den andre siden av innkjørselsveien, dreneres i retning mot samlebrønnen. På dette jordet brukes bare kunstgjødsel, og jordet brukes ikke til beiting. På oppsiden av hovedbygningen fører et 12" trerør til et todelt høydebasseng for trykkregulering. I fra en brønn på Kanaheien tilføres vann via en støpejernsledning til den ene del av høydebassenget.

3. RESULTATER

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelser ble diskutert under befaringen den 6/5 f.å. med direktør Eivind J. Thune, underdirektør W. Nordbrønn, overlege H.C. Andersen, maskinsjef Lars Løge og overlege Chr. Neess (Statens mikrobiologiske laboratorium i Stavanger) som utførte de bakteriologiske undersøkelser. Samtidig ble forholdene ved vannkildene

nærmere besikket. I diskusjonene fremkom det opplysninger som viste at problemene med kvaliteten av vannet ikke begrenset seg utelukkende til de bakteriologiske undersøkelsesresultater, men at vannet til visse tider inneholdt betydelige slammengder på tross av spyling av ledningsnettene.

3.1. Bakteriologiske undersøkelsesresultater

I tabell 1 er sammenstillet resultatene av samtlige bakteriologiske undersøkelser. Kvaliteten av vannet bakteriologisk sett var varierende, og ved å sammenholde resultatene med nedbørsforholdene under prøvetagningene synes det å være en viss korrelasjon mellom bakteriologisk utilfredsstillende vannkvalitet og nedbør.

Stort sett må resultatene av de bakteriologiske undersøkelser sees på bakgrunn av forholdene ved samlebrønnen på Vie. Her fører mindre brønner i terrenget ned til samlebrønnen, og mulighetene for tilfeldige forurensninger antas å være tilstede i en viss utstrekning. I en telefonsamtale den 22/9 1966 med underdir. Nordbrønn, ble det opplyst at man hadde satt igang gravningsarbeider for å eliminere mulige tilfeldige forurensninger. Føranledningen til gravningsarbeidene var oljeforurensninger fra pumpehuset ved brønnen på Vie. Etter at gravningsarbeidene var fullført og forurensningene var eliminert, var vannet bakteriologisk tilfredsstillende.

Under befaringen den 6/5-66 ble det observert en del slam på innvendig brønnvegg, rør m.v. i brønnen på Vie. Mikroskopering av dette slammet viste at det besto av en lysebrun, konsentrert suspensjon av Leptothrix ochraceae. Denne bakterien lever ofte i jern- og manganholdig vann, og har sikkert vært medvirkende årsak til de observerte slammengder i drikkevannet ved Opstad Arbeidshus.

3.2 Kjemiske undersøkelsesresultater

Vannets kvalitet i samlebrønnen på Vie og i brønnen på Kanahei etter en tørkeperiode, fremgår av tabell 2.

Kjemisk sett er vannet i brønnen på Kanahei litt surt og relativt hårdt. Vannet er ikke farget og inneholder lite partikulært materiale. Innhold av jern og mangan er lavt.

Vannets kavlitet i samlebrønnen på Vie I er av en annen karakter enn i brønnen på Kanahei. Surhetsgraden ligger på den alkaliske siden, og mineralsaltinnholdet (hårdhet) er noe høyere. Vannets farge og turbiditet viste betydelig innhold av partikulært materiale. Jern og manganinnholdet var høyt, mens permanganattallet var relativt lavt; et forhold som viser at vannets farge og innhold av partikulært materiale i alt vesentlig skyldtes utfelt jern og mangan ^x). Kjemisk sett var vannet i samlebrønnen på Vie, på grunn av det høye jern-og manganinnhold, av relativt dårlig kvalitet.

Kvaliteten av vannet i brønnen på Kanahei og i samlebrønnen på Vie etter en regnværperiode fremgår av tabell 2 (prøver mottatt 7/6-66 ved NIVA). Analyseresultatene var stort sett i overensstemmelse med resultatene fra prøvetagningene den 12/4-66, og nedbør syntes å ha liten betydning for vannets kjemiske kvalitet.

Cand.real. H.Kristiansen fra NIVA foretok den 7/6-66 prøvetagning for oksygenbestemmelse og marmorprøve fra samlebrønnen på Vie. Resultatene av oksygenanalysene (tabell 2) viser at vannet i samlebrønnen på Vie praktisk talt var oksygenfritt på prøvetagningsdagen. Forøvrig var vannet av omtrent samme kjemiske kvalitet som ved de to tidligere prøvetagninger.

Resultatene av marmorprøvene fremgår av følgende tabell.

	Uten marmor	Med marmor
pH	7,3	7,7
Kalsium, mg CaO/1	72,6	67,4
Magnesium, mg MgO/1	16,7	16,4
Alkalitet, ml N/10 HCl/1	34,2	33,5

Tilsetning av marmor reduserte kalsiuminnholdet og alkaliteten, men reduksjonen var liten. Vannet fra samlebrønnen på Vie er praktisk talt i kalk-kullsyrelikevekt, og vil ikke virke korroderende i nevneverdig utstrekning på metaller, samtidig som utfelling av kalsiumkarbonat i rørsystemer m.v. (scaling) ikke vil forårsake større ulemper.

x) (ev. *Leptothrix orchacea*)

Vannkvaliteten på en vannporsjon tatt i samlebrønnen på Vie I og mottatt ved NIVA 1/9-66 fremgår av tabell 2. Fargen og turbiditeten er noe lavere enn ved de tidligere prøvetagningene, mens innhold av jern og mangan er av samme størrelsesorden.

3.3. Undersøkelser med henblikk på renseprosess

Vannet fra brønnen på Kanahei er av såpass god kjemisk kvalitet at rensning ikke er påkrevet. Vannet fra samlebrønnen på Vie I er oksygenfritt og inneholder betydelige mengder jern og mangan. For å fjerne jern og mangan må renseprosessen ta sikte på å overføre disse metaller i filtrerbar form. Dette kan oppnås ved oksydasjon med klor eller oksygen (luftning), alkalisering og etterfølgende filtrering. Renseprosessen kan være litt forskjellig avhengig av vannets kvalitet, og den endelige utforming av prosessen bør fastlegges ved forsøk. Desinfeksjon av vannet fra Kanahei og vannet fra samlebrønn på Vie I kan passende foregå med klor som virker oksyderende på jern og mangan. Klorering kan medføre smaksulemper og luktulemper ved større doseringer og restklormengder.

Jern, mangan og hårdhet kan fjernes ved behandling i jonebytterfilter, men denne prosess forutsetter at vannet ikke oksyderes før jonebytterfilteret.

Tabell 3 viser resultatene av klorbehovsbestemmelser på vann fra samlebrønn på Vie I og på vann fra brønnen på Kanahei. Det fremgår av tabell 3 at dosering av 1 mg Cl_2/l ga høy restklormengde selv etter 7,5 h henstand. Klorforbruket var størst for vannet fra samlebrønnen på Vie I i overensstemmelse med at mangan og jern oksyderes. Klordosering av 1 mg Cl_2/l vil ikke medføre smaks- og luktulemper.

For å undersøke vannets innhold av mangan etter oksydasjon og alkalisering med etterfølgende filtrering, ble det utført forsøk i et eksperiment-sandfilter med diameter 11 cm og 40 cm sandhøyde. Sanden var preparert, og på sandkornene var det

utfelt mangandioksyd som kontaktkatalysator. Vannhastigheten gjennom filteret var 1 m/h.

Forsøk 1

I dette forsøket ble en vannprøve (mottatt 7/6-66, se tabell 2) tilsatt 1,0 mg Cl_2 /l og filtrert uten pH-hevning den 25/8 gjennom eksperiment-sandfilteret. I tiden mellom 7/6 og 25/8 var vannprøven lagret på plastflaske og hadde derved opptatt oksygen fra luften. Ialt ble det filtrert 4 l vann gjennom sandfilteret. Manganinnholdet før filtrering var 0,22 mg Mn/l, mens det ikke kunne påvises mangan i filtratet. Resultatene av forsøket viste at oksygenering og klorering med etterfølgende filtrering fjerner mangan fra vannet.

Forsøk 2

En vannprøve (mottatt 1/9-66, se tabell 2) ble tilsatt 1,0 mg Cl_2 /l og filtrert uten pH-hevning gjennom eksperiment-sandfilteret, og det ble tatt prøver av hver liter vann som passerte gjennom filteret. Filteret var på forhånd vasket med springvann, og vaskevannet inneholdt 0,08 mg Mn/l. Resultatene ble:

					Manganinnhold i filtrat
Etter filtrering av 1 liter:					0,24 mg Mn/l
"	"	" 2	" :		0,31 "
"	"	" 3	" :		0,42 "
"	"	" 4	" :		0,46 "

Vaskevannet etter filtreringen inneholdt 0,10mg Mn/l eller praktisk talt det samme som før filtreringsforsøket startet. Resultatene av forsøket viste at 1 mg Cl_2 /l er for lite for fullstendig oksydasjon av den tilstedeværende mengde mangan. En del mangan oppløses i vannet under filtreringsforsøket.

Forsøk 3

Dette forsøket ble utført på samme måte som forsøk 2, men filtreringen foregikk den 3/9-66 etter at pH var hevet til 8,9 med kalkhydrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Filteret var på forhånd vasket, og vaskevannet inneholdt 0,08 mg Mn/l. Resultatene ble:

				Manganinnhold i filtrat	
Etter filtrering av 1 liter:				0,15 mg Mn/1	
"	"	" 2	"	0,21	"
"	"	" 3	"	0,24	"
"	"	" 4	"	0,28	"

Filteret ble vasket etter forsøket, og det ble funnet 0,08 mg Mn/1 i vaskevannet. Resultatene i forsøk nr. 3 viser at selv ved pH 8,9 var dosering av 1,0 mg Cl₂/1 for lite for oksydasjon av mangan.

I filtreringsforsøkene er det ikke undersøkt om jern fjernes ved oksydasjon og filtrering. I regelen kan man imidlertid vente at jern fjernes betydelig lettere enn mangan ved oksydasjon, alkalisering og filtrering.

4. KONKLUSJON

Vannet til Opstad Arbeidshus har vist vekslende bakteriologisk kvalitet. Antagelig skyldes dette forurensninger ved samlebrønnen på Vie I. Selv om forholdene her i den senere tid er endret, slik at tilsig av forurensninger vanskelig kan forekomme, vil vi anbefale at vannet kloreres idet desinfeksjon vil bety økt sikkerhet mot tilfeldige forurensninger. Vannet i samlebrønnen på Vie inneholder Leptothrix ochraceae som forårsaker slamproblemer. Med klorering vil man lettere kunne kontrollere veksten av Leptothrix ochraceae.

Kjemisk sett er vannet fra brønnen på Kanahei av god kvalitet. I kjemisk henseende er vannet fra samlebrønnen på Vie av mindre god kvalitet på grunn av jern og manganinnholdet. Innholdet av jern og mangan kan fjernes ved oksydasjon (oksygenering, klorering), alkalisering og filtrering i filtermaterialet med mangandioksydkatalysator.

Rensing av vannet i jonebytteranlegg bør vurderes som alternativ til rensing ved oksydasjon, alkalisering og filtrering.

Omkostningene med renseanlegg som fjerner jern og mangan bør sammenlignes med omkostningene ved tilknytning til nærmeste større vannforsyning, eller bygging av ny grunnvannsforsyning.

T a b e l l 1.

I - Bakterier pr. ml vann på agar ved 37°C i 48 timer.

II - Antatte coliforme bakterier pr. 100 ml vann.

III - Sikre coliforme bakterier pr. 100 ml vann.

Utført ved Statens Mikrobiologiske Laboratorium i Stavanger.

Prøven tatt fra:	Dato	I	II	III	Konklusjon
Kilder + en brønn 10 m dyp	10/9-64	109,5	33	-	Uskikket som drikkevann. Vekst av E.coli og paracoli.
Pumpebrønn	28/9-64	6	27	-	Uskikket som drikkevann.
Tappekran	"	10,5	47,5	-	" " "
Silkum	14/10-64	33,5	295	-	" " "
"	29/10-64	2,5	1	-	Skikket som drikkevann.
Pumpehus	"	3,5	3,2	-	Brukbart som drikkevann.
Fyren	"	49	2,3	-	" " "
Tappekran elektr.verkst.	1/12-64	1,5	6,2	6,2	Uskikket som drikkevann.
" "	11/12-64	66	25	25	" " "
Garasje	5/1-65	1	4,9	-	Betenkelig.
Silkum	"	11,5	-	350	Ikke skikket som drikkevann.
Pumpehus	"	1	-	12,5	" " " "
"	26/1-65	1	0	-	Skikket som drikkevann.
Kanaheikilde 1	"	1	0	-	" " "
" 2	"	4	0	13,8	Dårlig bakteriologisk kval.
Tappekran elektr.verkst.	9/2-65	51	0	-	Brukbart som drikkevann.
Kanaheikilde 2	"	8	-	15,4	Uskikket som drikkevann.
" 2	1/4-65	0,5	-	15,4	" " "
" 1	"	0,5	0	-	Skikket som drikkevann.
Tappekran, fyren	"	0	0	-	" " "
Pumpehus	10/5-65	0,5	1	-	" " "
Kanahei	"	0,5	10	-	Dårlig bakteriologisk kval.
Silververksted	"	0	1	-	Skikket som drikkevann.
Pumpehus	13/7-65	1	-	23	Dårlig bakteriologisk kval.
Fyren	"	1	-	25	Ikke tilfredst. som drikkev.
Silkum	"	0	1	-	Meget tilfredsstillende.
"	26/7-65	0,5	-	9,5	Uskikket som drikkevann.
Pumpehus	"	10,5	-	14,9	" " "
Tappekran, fyren	"	21,5	-	13,75	" " "
"	6/9-65	5	1	-	" " "
Pumpehus	"	0,5	2	-	" " "
Ikke opplyst	7/10-65	14 ¹⁾	-	13	Tilsig fra beite sannsynlig.

Prøven tatt fra:	Dato	I	II	III	Konklusjon
Plastrør	22/6-66	6	-	-	Meget tilfredsstillende.
Opp av jordet	22/6-66	Tall- rike	-	18	Uskikket som drikkevann.
Sementrør	"	"	-	4,5	Betenkelig.
Tappekran, fyren	5/7-66	2,5 ²⁾	1	-	Meget tilfredsstillende.
Ny kilde	18/7-66	10	-	0	Tilfredsstillende.
Tappekran	9/8-66	115 3)	41	-	Forurensning skyldes graving.
" , fyren	24/8-66	17	2	-	Meget tilfredsstillende.
" "	5/9-66	19 4)	2	-	Tilfredsstillende.
"	11/10-66	4	0	-	Særdeles tilfredsstillende.
"	31/10-66	1 5)	0	-	" "
"	30/11-66	3 6)	0	-	" "
"	10/1-66	12	0	-	Skikket som drikkevann.

- 1) ved 22°C i 48 timer
 2) " " " " "
 3) " " " " "
 4) ved 22°C
 5) " " i 48 timer
 6) " " " " "

Tabell 2

Resultatene av kjemiske undersøkelser på vannprøve fra Vie I (pumpehus) og

Komponenter	12/4 - 66		7/6 ^x		Vie I	Vie I	Vie I
	Kanahei	Vie I	Kanahei	Vie I			
Temperatur							
Oksygen							7,8
"							0,09
Surhetsgrad	6,9	7,4	6,8	7,4			0,78
Spes. ledn. evne, 20°C		385	228	385			7,3
Farge	ingen	23	1	25			375
Turbiditet	0,6	3,3	0,1	3,6			10
Permanganat-tall		1,6	<0,5	3,6			1,1
Alkalitet	17,2	34,1	16,9	33,8			0,8
Fosfat, total			30				
Klorid	14,5	20,6	15,6				21,2
Nitrat			320,0				
Sulfat			10,4				
Hårdhet, total	60,9	96,4	53,9	80,3			83,4
Kalsium							52,0
Magnesium							16,7
Jern	100	230	30	275			480
Kalium							1,7
Mangan	ikke påv.	0,19	ikke påv.	0,21			0,22

Prøvene fra 12/4 tatt etter en tørkeperiode
 Prøvene fra 7/6 tatt etter en nedbørperiode
 x) Mottagningsdato NIVA

Resultatene av klorbehovsbestemmelse på vann fra samlebrønn på Vie I og brønn på Kanahei.

Dosering mg Cl ₂ /l x)	Henstands- tid h	Vanntype													
		Dest.vann (kontroll)						Vie I						Kanahei	
		Kontroll 1			Kontroll 2			Smak	Lukt	Rest klor mg Cl ₂ /l	Smak	Lukt	Rest klor mg Cl ₂ /l	Smak	Lukt
1	0	ingen	ingen	1,25	ingen	ingen	ingen	1,10	ingen	ingen	0,95	ingen	ingen	ingen	1,2
2	0						"		"	"	2,0	"	"	"	2,1
3	0						klor-		klor-	klor-	3,0	smak	smak	smak	3,8 xx)
1	2	ingen	ingen	0,60	ingen	ingen	ingen	1,25	ingen	ingen	0,65	ingen	ingen	ingen	1,1
2	2						"		"	"	1,1	"	"	"	2,2
3	2						klor-		klor-	klor-	2,2	smak	smak	smak	3,0
1	7½	ingen	ingen	0,60	ingen	ingen	ingen	1,25	ingen	ingen	0,65	ingen	ingen	ingen	1,0
2	7½						"		"	"	0,75	"	"	"	2,3
3	7½						klor-		klor-	klor-	2,0	smak	smak	smak	3,0

x) Natriumhypokloritt

xx) Etter 3/4 h: 3,7 mg Cl₂/l.