

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

UNDERSØKELSE AV VANNET I
AKERSELVAS NEDRE DEL

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen
Rapporten avsluttet: 12. januar 1971.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
INNLEDNING	1
ANALYSERESULTATER	1
TEMPERATUREN PÅ VANNET I AKERSELVA	3
FILTRERING, MULIGHET FOR BEGROING	3
ALKALISERING, KORROSJON	4
KONKLUSJON	5
ANALYSE AV DRIKKEVANN FRA FORSKJELLIGE STEDER I OSLO	6

Figur

TITRERKURVER, ASIDITET/ALKALITET, FOR VANN FRA AKERSELVAS NEDRE DEL	7
--	---

Tabeller

TABELL 1. pH og spesifikk elektro- lytisk ledningsevne for vannprøver tatt i Akerselvas nedre del	8
TABELL 2. Analysedata for vannprøver tatt i Akerselvas nedre del	9
TABELL 3. Saliterm-målinger av vannet i Akerselvas nedre del	10
TABELL 4. Vannføring i Akerselva	11
TABELL 5. Temperaturmålinger på 1 meters dyp av vannet i Akerselvas nedre del.	12
TABELL 6. Analysedata for drikkevann i Oslo	13

INNLEDNING

Instituttet fikk i brev av 14. august 1969 fra Kåre Hankås A/S i oppdrag å undersøke vannet i Akerselvas nedre del. Vannet tenkes brukt til kjølevann fra A/S Vaterlands bebyggelse.

Til vurdering av muligheten for å benytte vann fra Akerselva til å dekke bebyggelsens kjølebehov, ønsket oppdragsgiver følgende spørsmål besvart:

- 1) Er det vann nok i driftsperioden fra 1/4 til 31/9?
- 2) Hvilken kjemisk sammensetning har vannet, og hvilke hensyn må tas ved valg av materialkvaliteten i rørledningsnett, pumper og kjøle-kondensatorer?
- 3) Hvilke tiltak må gjøres m.h.t. filtrering og rensing, evt. beredning før vannet kan tilføres kjølekondensatorsystemet?

I brev fra instituttet av 26. august 1969 ble et undersøkelsesprogram fremlagt og det ble samtidig gjort oppmerksom på at pkt. 1 måtte besvares av Oslo kommunes ingeniørvesen.

Det ble foreslått å foreta målinger tre ganger i løpet av driftsperioden og at det hver gang ble foretatt analyser på prøver samlet inn over en uke.

ANALYSERESULTATER

Målingene ble foretatt til disse tider: 28/4 - 4/5, 21/7 - 27/7 og 30/9 - 6/10 1970. Inntaket for prøvetaking var. ca. 1 m under overflaten.

På grunn av vanskeligheter med vakthold og fare for hærverk ble det ikke montert instrumenter for kontinuerlig måling av pH-verdi og spesifikk elektrolytisk ledningsevne. Det ble derfor laget blandprøver for hvert døgn. Blandprøvene ble laget ved at en større vannmengde kontinuerlig ble pumpet opp fra elven. Denne vannstrøm ble ledet gjennom et apparat med en innebygget magnetventil som åpnet seg hvert annet minutt og tok ut en vannprøve på 15 ml. På døgnprøvene ble pH og ledningsevne målt daglig i laboratoriet. Resultatene er oppført i tabell 1.

Den 28/4 ble inntaket opprinnelig plassert for dypt slik at det ble tatt inn brakkvann. Denne prøven ble ikke tatt med i ukeblandprøven for analyse. Mellom 24/7 og 25/7 viser målingene et markant fall i elektrolytisk ledningsevne. Dette skyldtes et kraftig regnvær som forårsaket større vannføring i elven. Dermed ble sjiktet mellom ferskvann og brakkvann senket.

I tiden 30/9 - 6/10 har inntaket ligget i sjiktet mellom ferskvann og brakkvann. Små variasjoner i vannstand har ført til store variasjoner i ledningsevne og dermed saltinnhold.

Av døgnprøvene ble det laget blandprøver som ble analysert mer fullstendig. Resultatene er ført opp i tabell 2.

pH-verdien i første kolonne i tabellen er lavere enn pH for enkeltverdiene i tabell 1. Dette kan skyldes reaksjoner i vannet, f.eks., utfelling av hydroksyder før pH ble målt.

Elvevannet er mettet eller nær mettet med oksygen. Fra brakkvannssjiktet og nedover avtar oksygeninnholdet gradvis. Mot bunnen kan vannet bli oksygenfritt og det utvikles da hydrogensulfid i bunnsedimentene.

I Akerselva nedre del går en sjøvannstunge inn under ferskvannet. Vannnivået i elven er bestemt av sjøvannsstanden, mens nivået av skille mellom ferskvann og sjøvann, varierer med vannføringen. Ved lave vannføringer i elven er ferskvannssjiktet tynt, og sjøvannet går da høyt opp under overflaten. Når vannføringen er stor, presses sjøvannet ut og det er da bare ferskvann i elven.

For å vise fordelingen av ferskvann og sjøvann i elven ble det tatt noen målinger til forskjellige tider av saltinnhold og temperatur. Resultatene er ført opp i tabell 3.

Resultatene viser at den 28. april og 25. juli var det bare ferskvann i elvens nedre del, mens det den 23. mai bare var ferskvann i det aller øverste sjikt.

Fra Oslo kommunes Skog- og fløtningsvesen har vi fått oversendt en oversikt over hvilke tappinger som er foretatt gjennom Maridalsdammen sommeren 1970. Denne er gjengitt i tabell 4. I tabellen er alle endringer i vannføring ført opp, og tabellen skal forstås slik: fra 20. april kl. 24.00 til 4. mai kl. 07.00 var vannføringen 1 m^3 pr. sekund og fra 4. mai kl. 07.00 til 6. mai kl. 21.00 6 m^3 pr. sekund osv. På grunn av snøsmeltingen i månedsskiftet april/mai hadde vi et betydelig tilsig av vann nedenfor målestedet.

TEMPERATUREN PÅ VANNET I AKERSELVA

Samtidig med måling av saltinnhold ble også temperaturen målt i forskjellige dyp. Resultatene er ført opp i tabell 3.

Fra 16. juni ble et selvregistrerende instrument for temperaturmåling montert. Føleren ble plassert på samme dyp som vannprøvene for analyse ble tatt på.

Av instrumentets skriverark er maksimums- og minimumstemperaturen avlest og resultatene ført opp i tabell 5.

På grunn av hærverk på instrumentet måtte dette gjentakende ganger til reparasjon og kontroll. Målingene ble derfor ikke kontinuerlige.

FILTRERING, MULIGHET FOR BEGROING

Frafiltrerbare stoffer i vannet ble bestemt som sedimenterbare suspenderte stoffer og tørrstoff og gløderest på suspendert materiale. Det første er volumet av den mengde stoff som sedimenterer fra en liter vann etter en halv og etter to timer. Det neste er vekten av den mengde stoff, først tørret og deretter glødet, som lar seg filtrere fra vannet med en bestemt type filter. Vektforskjellen mellom tørret og glødet materiale, glødetapet skyldes innhold av organisk stoff.

Resultatene av ovennevnte analyser fins i tabell 2. Det fremgår av analysen at ferskvannet inneholder sedimenterbart suspendert materiale, mens det suspenderte materiale i brakkvannet ikke sedimenterer så lett.

Sedimenterbare stoffer i vannet vil med tiden avsette seg i rørsystemet og bidra til å nedsette gjennomstrømningskapasiteten. Suspendert materiale vil kunne tette igjen trange dyser som vannet må passere. En form for siling eller filtrering må man derfor regne med. Det er to typer siler som kan komme på tale: plansiler og roterende siler. For plansilene går maskeåpningen stort sett ned til $0,1 \text{ mm}^2$, mens det fins roterende siler, såkalte mikrosiler, med maskevidde helt ned til $0,02 \text{ mm}$. Hvilken siltype man skal velge avhenger av hvilke krav som skal stilles til partikkelinnholdet i vannet.

Vannet i Akerselva inneholder plantenæringsstoffer, men vekstforsøk har vist at det samtidig inneholder giftige stoffer som hindrer algevekst. Giftvirkningen skyldes først og fremst innhold av kobber- og sinkioner. Da vannet inneholder giftstoffer, anser vi det for unødvendig å klorere det for å hindre eventuell begroing. Klorbehovsanalyser er derfor ikke utført.

ALKALISERING, KORROSJON

Målingene har vist at pH-verdien på vannet i Akerselva varierer innenfor vide grenser. Dette fremgår av analyseresultatene i tabell 1. Variasjonene i pH-verdi er større desto saltfattigere vannet er. For å finne vannets evne til å motsette seg forandringen i pH-verdi ble det tatt opp titrerkurver. Blandprøver på 1 liter ble titrert med oppløsninger av saltsyre og natriumhydroksyd. Resultatene er fremstilt grafisk på figuren. Den heltrukne titrerkurve er for prøver tatt i tiden 28/4 - 5/5 og stiplet for prøver tatt i tiden 21/7 - 27/7. Titrerkurvene viser at vannets pH-verdi er i et område hvor en liten tilsetning av natriumhydroksyd forårsaker en stor forandring i pH-verdi. pH-forandringen er større jo saltfattigere vannet er. Prøvene tatt 28/4 - 5/5 var mindre saltholdig enn prøvene tatt 21/7 - 26/7.

For å redusere korrosjon så mye som mulig bør vannets pH-verdi heves til noe over 8. En tilsetning av $10 \text{ ml } 0,02 \text{ N NaOH/l}$ eller 8 mg NaOH/l hever pH-verdien til ca. 8,2. Av tabell 2 fremgår det at vannet inneholder kobber. Kobberioner i vannet vil forårsake korrosjon på alle metaller som er mindre edle enn kobber dvs. støpejern, stål, galvanisert stål og lettmetaller. Ved å heve pH-verdien dannes kobberhydroksyd som bør fjernes fra vannet. Hydroksydene fjernes ikke ved de forannevnte mikrosiler, men kan fjernes ved å filtrere vannet gjennom sandfilter. Dersom vannet må sandfiltreres kan silingen gjøres enkel, eventuelt bortfalle.

Vannets korrosivitet reduseres også ved å fjerne oksygenet i vannet. Oksygenet fjernes med natriumsulfitt og koboltklorid som katalysator. Pr. mg oksygen kreves $17,4 \text{ mg NaSO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Til å fjerne $10 \text{ mg O}_2/1$ trenges $174 \text{ mg NaSO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 4 \text{ mg COCl}_2$ pr. liter vann.

Deoksygenering av vannet anser vi for lite realistisk.

KONKLUSJON

Vannet i Akerselvas nedre del er lagdelt. Det øverste lag er ferskvann og under er det en sjøvannstunge som strekker seg et stykke oppover elven. Ferskvannslagets tykkelse varierer med vannføringen og nivået i elven varierer med sjøvannsstanden. For å sikre jevn vannkvalitet foreslås at det blir tatt vann fra det øverste lag, ferskvannslaget. Vanninntaket må derfor kunne reguleres vertikalt.

Vannet inneholder stoffer som hindrer begroing, men også metallioner som kan forårsake korrosjon. Av korrosjonsmessige grunner foreslås at vannets pH-verdi heves til $8,0 - 8,3$ og deretter sandfiltreres vannet.

ANALYSE AV DRIKKEVANN FRA FORSKJELLIGE STEDER I OSLO

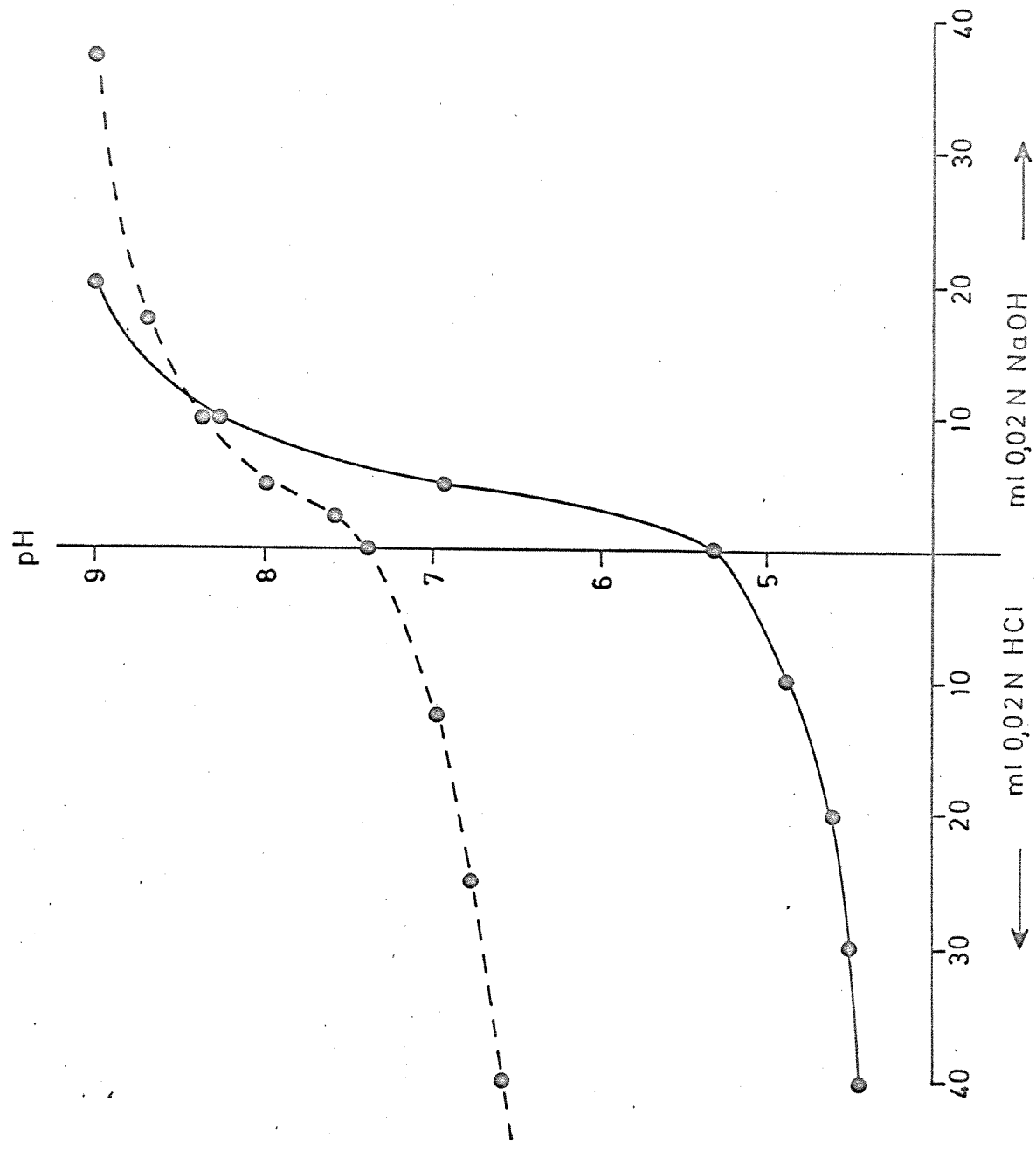
I tabell 6 er ført opp noen analysedata for drikkevann fra forskjellige steder i Oslo. Hovedvannkilden for drikkevannet i Oslo er Maridalsvatn. Vannet i Maridalsvatn er meget bløtt, svakt surt og noe humusholdig.

Foruten siling får råvannet ingen annen behandling enn at det kloreres før det går ut på nettet. Forandring av vannkvaliteten etterpå skyldes påvirkninger i rørledninger og høydebasseng.

Av tabellen fremgår at det er forholdsvis store variasjoner i pH-verdi, men stort sett er vannet surt. Surt vann er korrosivt. Det høye kobberinnhold skyldes korrosjon på kobberrør idet inntaksledninger og vannledningsrør i hus er av kobber. Vannet i Maridalsvatn har et meget lavt kobberinnhold.

Kobberholdig vann vil forårsake korrosjon på alle metaller som er mindre edle enn kobber, dvs. støpejern, stål, galvanisert stål og lettmetaller. Dersom inntaksledningen er av kobber bør resten av rørsystemet eller de konstruksjoner vannet får kontakt med, være av kobber, rustfritt stål eller plast. Inntaksrør av rustfritt stål eller plast vil ikke avgi stoffer som kan forårsake korrosjon.

Titerkurver, asiditet / alkalitet, for vann fra Akerselvas nedre del



TABELL 1. pH og spesifikk elektrolitisk ledningsevne for vannprøver tatt i Akerselvas nedre del.

Dato 1970	pH	Spes.ledn.evne v/20°C, µS/cm
28/4	7,0	8400
"	6,6	132,2
29/4	6,2	138,0
30/4	6,8	137,6
2-5/5	6,1	90,0
21/7	7,5	28600
22/7	7,7	28200
23/7	7,3	29800
24/7	7,6	26800
25/7	7,2	6800
26/7	7,3	2100
27/7	7,3	2200
30/9	6,9	390
1/10	7,0	16600
3/10	6,8	13400
4/10	7,2	22500
5/10	7,4	30000
6/10	7,1	14000

TABELL 2. Analysedata for vannprøver tatt i Akerselvas nedre del.

Komponent \ Dato	28/4-4/5 1970	21/7-27/7 1970	30/9-6/10 1970
pH	5,6	7,4	6,9
Spes.el.ledn.evne v/20°C, µS/cm	100,0	14.800	12.000
Sedimenterbare } stoff- Suspenderte } fer ml/l	½t 0,5 2t 0,9	½t spor 2t 0,2	spor spor
Tørrestoff } på Gløderest } suspendert } mg/l } materiale }	47,2 36,0	18,5 7,7	56,5 26,7
Turbiditet på filtret prøve, JTU-enheter	0,56	0,02	0,01
Permanganattall mg O/l	5,3	12,5	13,5
Dikromattall mg O/l	21,9	-	-
Alkalitet ml 1/10 N HCl/l	6,5	12,5	11,9
Klorid mg Cl/l	15,4	10.800	
Sulfat mg SO ₄ /l	23,4	810	660
Nitrat mg N/l	1,2	1,8	1,1
Bundet og fri ammonium mg N/l	1,5	2,6	12,8
Fosfor, total mg P/l	0,25	0,32	1,1
Cyanid mg CN/l	0,01	ikke påvist	ikke påvist
Ammonium mg N/l	0,05	0,2	0,6
Kalsium mg Ca/l	6,9	52,7	145
Magnesium mg Mg/l	1,81	639	566
Natrium mg Na/l	8,79	6490	12.300
Kobber mg Cu/l	0,215	0,18	0,18
Sink mg Zn/l	0,775	0,58	0,52

TABELL 3. Saliterm-målinger av vannet i Akerselvas nedre del.

Dato 1970	Dyp i m	Temperatur °C	Salinitet ‰
28/4	0	5,5	0,5
"	0,5	5,0	0,6
"	1	4,8	1,5
"	1,5	5,2	5,0
23/5	0	10,0	1,2
"	0,5	11,7	21,8
"	1,0	11,6	23,7
"	1,5	11,4	23,5
5/6	0	19,8	0,9
"	0,5	17,5	0,8
"	1,0	15,1	21,0
"	1,5	14,1	21,5
23/7	0	18,0	1,35
"	0,5	17,0	1,35
"	1,0	17,5	21,2
"	1,5	17,8	22,3
"	2,0	17,8	22,3
25/7	0	15,6	0,7
"	0,5	15,8	0,8
"	1,0	15,8	0,8
"	1,5	15,8	2,7
"	2,0	17,5	20,0
30/9	0	11,3	1,0
"	0,5	11,3	1,0
"	1,0	12,7	23,2
"	1,5	13,0	24,8

TABELL 4. Vannføring i Akerselva

Tapping gjennom Maridalsdammen sommeren 1970.

Dato 1970	Klokkeslett	Vannføring, m ³ /sek.
20/4	24.00	1,0
4/5	7.00	4,0
6/5	21.00	6,0
7/5	8.00	8,0
7/5	10.00	12,0
7/5	17.00	14,0
13/5	5.00	1,0
9/6	7.00	3,0
9/6	13.00	1,0
30/6	5.00	0,5
30/6	16.00	1,0
2/7	7.00	3,0
14/7	5.00	0,5
16/7	9.00	3,0
21/7	12.00	0,5
23/7	18.00	1,0
24/7	12.00	5,0
29/7	11.00	12,0
1/8	9.00	8,0
7/8	7.00	1,0
15/9	11.00	5,0
17/9	13.00	10,0
19/9	20.00	4,5
21/9	7.00	10,0
22/9	7.00	6,0
24/9	16.00	1,0
1/10	15.30	2,0

TABELL 5. Temperaturmålinger på 1 meters dyp av vannet i Akerselvas nedre del.

Dato 1970	Temperatur, °C	
	Maks.	Min.
16/6	19	16
18/6	20	17
19/6	21	17
23/6	20	18
25/6	19	15
26/6	19	16
5/7	18	16
6/7	16	15
7/7	18	15
9/7	19	10
12/7	18	15
17/7	18	15
18/7	15,5	15
19/7	16,5	14,5
20/7	16	15
21/7	16	15
1/8	18	15
3/8	19	16
4/8	19,5	17
5/8	19,5	17,5
6/8	20	16
7/8	17	16
9/8	17	16,5
10/8	18	17
11/8	18	15,5

TABELL 6. Analysedata for drikkevann i Oslo

	Maridalsvatn middelverdi 1959-1967	Bygdø allé	Trondheims- veien 2	Nordbygt	Frysjaun.	Torggt.	Blindern 3/6 1970	Blindern 26/2 1970
Surhetsgrad, pH	6,5	6,1	5,5	7,4	7,6	6,5	7,8	6,6
Spes.el.ledn.evne v/20°C µS/cm	32,0	44,5	36,2	33,0	31,4	36,4	33,2	31,0
Farge, mg Pt/l	20	22	61	6	5	15	28	17
Turbiditet, J.T.U.-enheter	1,0	1,3	2,9	0,05	0,07	0,1	0,5	0,04
Permanganattall, mgO/l	3,1		3,4	2,0	2,0	2,1	3,5	3,1
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	0,9		0,9			0,8		
Hårdhet, total, mg CaO/l	6,6	6,3	6,2	6,1	5,8	6,1	5,9	6,5
Kalsium, mg Ca/l		2,5		3,2	3,0	3,3	3,1	3,4
Magnesium, mg Mg/l		1,2		0,68	0,68	0,67	0,60	0,64
Jern, mg Fe/l	0,1		0,1	0,03	0,04	0,04	0,10	0,10
Mangan, mg Mn/l	<0,05			0,009	0,005	0,015	0,04	0,02
Kobber, mg Cu/l				0,10	0,075		0,20	0,22
Sink, mg Zn/l				0,015	0,03		0,05	0,06