

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

0 - 203.

Stokkevatn som drikkevannskilde.

Saksbehandler: Siv.ing. Kjell Baalsrud.

28. februar 1961.

INNHOOLD:

1. Innledning	Side	1
2. Hydrografi	"	1
3. Bakteriologi	"	2
4. Diskusjon	"	3

TABELLER:

Tabell 1.	Kjemisk-fysiske vannanalyser 15/3-60	"	6
"	2. Kjemisk-fysiske vannanalyser 1/9-60	"	7
"	3. Kimtallanalyser utført av Porsgrunn Helseråd 1960	"	8
"	4. Koliforme bakterier, analyser ut- ført av Porsgrunn Helseråd 1960	"	9

Stokkevatn som drikkevannskilde.

1. Innledning.

Stokkevatn i Bamle ligger i en nord-sydgående forkastning i sedimentære bergarter som er rike på kalksten. Stokkevatn har en overflate på ca. 0,64 km². Innsjøen er av Brevik kommune loddet opp. Dens største dyp er ca. 26 m og volumet er anslått til 5 - 6 mill. m³. Avrenningen fra Stokkevatn er av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen anslått til i middel å være 80 l pr. sek., eller 2,5 mill. m³ pr. år. Dette viser at vannet i innsjøen har en teoretisk oppholdstid på ca. to år. I nedslagsfeltet til Stokkevatn er det en del skog og en del dyrket mark. Det er i det senere også oppført enkelte boliger.

2. Hydrografi.

De hydrografiske og kjemiske forhold i Stokkevatn ble undersøkt den 15. mars og 1. sept. 1960. Resultatene av undersøkelsene er satt opp i tabell 1 og 2. Disse to undersøkelsestidspunkter ble valgt fordi de i sin alminnelighet viser de mest karakteristiske forhold som følger lagdelingen i en innsjø. Undersøkelsene viser at Stokkevatn i likhet med de aller fleste innsjøer i Norge har en fullstendig, vertikal sirkulasjon i vannmassene vår og høst. I de tidsrom vår og høst da overflatetemperaturen beveget seg mellom ca. 3,5 og 5,5^o foregikk det slik fullsirkulasjon. Resten av året var vannet i innsjøen mer eller mindre lagdelt. Undersøkelse av 15. mars viste at innsjøen var relativt rik på oksygen ned til et dyp av 20 m. Prøven tatt på 24 m dyp viste lite oksygen. Denne prøve ble imidlertid tatt så nær bunnen at direkte bunninnflytelse kan ha gjort seg gjeldende. Det sees at vannets surhetsgrad, pH, viste synkende tendens mot dypet. Dette stemmer overens med oksygenverdiene, og viser at en viss biologisk omsetning av organisk stoff foregikk i vannmassene. Vannets ledningsevne, farge, turbiditet, permanenat-tall, hårdhet og alkalinitet var nesten konstante i innsjøens hovedvannmasser. Det sees da bort fra at prøven på 1 m dyp har noe høy turbiditet og farge, hvilket kan skyldes omstendigheter ved prøvetagningen.

Verdiene for fosfor- og nitrogenholdige stoffer viser at innsjøen er utsatt for en merkbar gjødselvirkning. Det er imidlertid viktig å merke at innholdet av fri ammonium er lite sammenlignet med nitratinnholdet.

Prøvene fra 1. september viste en tilsvarende situasjon. Det var også denne gang et merkbart oksygenvinn mot dypet, men betydelig større enn under vintersituasjonen. Samtidig med oksygentæringen ser vi at vannet mot dypet hadde en synkende surhetsgrad som var et resultat av bakteriell nedbrytning av organisk stoff. De øvrige verdier, som ledningsevne, farge, turbiditet, klorid, alkalinitet og hårdhet, viste nokså konstante forhold gjennom hele vannmassen. Permanganat-tallene, og i noen grad også turbiditetstallene, var noe høyere i 1 og 4 m dypet enn lenger ned. Dette skyldtes antagelig at et visst innhold av alger gjorde seg gjeldende i de øvre vannmasser. Verdiene for temperatur og oksygen viser at sprangskiktet begynte noe høyere enn 8 m og strakk seg ned mot et dyp av 12 m. Vannmassene fra 12 m og ned er av relativt konstant temperatur og med konstante forhold forøvrig.

I bruksmessig forstand er innsjøen tilfredsstillende. Tallene for farge og turbiditet er tilfredsstillende lave etter norske krav. Innholdet av organisk stoff er tilfredsstillende lavt, og hårdheten er mellom 3 og 4 tyske hårdhetsgrader. Hårdheten er altså noe større enn i de typisk norske humuspregede overflatevann.

3. Bakteriologi.

I tabell 3 og 4 er vist sammenstilling av bakteriologiske undersøkelser i Stokkevatn som er blitt foretatt ved 6 anledninger. Undersøkelsene er blitt utført av Helserådet i Porsgrunn ved sunnhetsbetjent Vattenberg.

Kimtallene, vist i tabell 3, viser at det var gjennomgående lave tall i vannmassene. Tallene tyder på at det foregikk en viss omsetning av organisk stoff, men de var ikke så høye at de i seg selv har noen betydning for vannets brukbarhet som drikkevann.

I tabell 4 er stillet sammen de koliforme bakterier som ble funnet i innsjøen. Tabellen viser at innsjøen stort sett er meget fattig på koliforme bakterier, men periodevis kan slike bakterier opptre, som f.eks. 14. juli og 1. september. Det er nærliggende å tro at det forut for disse to prøvedager nylig hadde vært ekstra kraftig avrenning i nedbørsfeltet. De koliforme bakterier tas som indikasjon på fekal forurensning, men enkelte av de funne koliforme bakterier kan like gjerne skyldes andre forhold enn menneskelig kloakktilførsel.

4. Diskusjon.

De utførte undersøkelser viser at Stokkevatn må karakteriseres som en eutrof innsjø (næringsrik innsjø). Innsjøens eutrofieringsgrad fremgår av de hydrografiske undersøkelser, spesielt er den tydelig ut fra verdiene for oksygeninnhold i de forskjellige dyp. Innholdet av næringssalter i innsjøen fører til en rik oppvekst av fotosyntetiske organismer som høyere planter og alger.

I de fri vannmasser er det algene som gjør seg sterkest gjeldende. Disse produserer organisk stoff som senere danner føde for andre organismer som encellede og flercellede dyr. Algene, eller de organismer som lever av algene, vil delvis synke ned til de dypere vannmasser. I dypet av innsjøen er det de nedbrytende prosesser som gjør seg sterkest gjeldende fordi lystilførselen er liten eller mangler. En vesentlig del av nedbrytningen av organisk stoff i de dypere vannmasser forårsakes av bakteriene. Vannmassenes innhold av næringssalter fører altså primært til oppvekst av planter og sekundært til oppvekst av andre organismer som ernærer seg av plantematerialet. Det skjer derfor en betydelig omsetning av organisk stoff i en slik innsjø.

I strandbeltet fører næringsforholdene til at det oppstår en til dels betydelig vekst av høyere planter. Dette beltet med høyere planter gjør seg sterkest gjeldende i de grunne områder av innsjøen.

Stokkevatnets tilstand av eutrofiering henger sikkert sammen med at det ligger i et kalkrikt område. Det er vanlig å finne næringsrikt vann i slike geologiske formasjoner. I tillegg til de næringstoffer som følger de geologiske forhold, kommer et tilskudd

fra bebyggelse og jordbruk i området. Det er nærliggende å tro at bebyggelsen foreløbig har hatt liten innflytelse for disse forhold, men at jordbruksarealene kan være en faktor av større betydning. Avrenning fra dyrket mark og fra jordbruksinnretninger kan føre med seg betydelige mengder med organisk stoff og nærings-salter.

Ved sammenligning av tilstanden i innsjøen i mars og september ser vi at det er om sommeren at oksygentæringen er mest markert. Dette stemmer overens med at det er veksten av planter i og kloss ved innsjøen som utgjør den vesentlige belastning for denne. Tilførselen av organisk stoff fra boliger og jordbruksområder skulle også gjøre seg sterkt gjeldende om vinteren. En slik vintereffekt er imidlertid ikke særlig påvisbar ut over det som naturlig kan ventes i en innsjø av denne type.

For å bevare innsjøen best mulig som drikkevannskilde, bør det legges vekt på at tilførsel av nærings-salter fra bebyggelse og jordbruk fortsatt holdes så lav som mulig.

Som alle andre lavlandsinnsjøer er Stokkevatn utsatt for en viss tilførsel av koliforme bakterier. Analysetallene har vist at disse jevnt over ligger lavt, men at tydelige variasjoner opptrer. De gjennomgående gode forhold i Stokkevatn må særlig tilskrives to forhold. For det første er innsjøen relativt stor i forhold til nedslagsfeltet, slik at vannet har en betydelig oppholdstid, og en betydelig selvrensning kan gjøre seg gjeldende. For det annet er innsjøen eutrofiert og har en rask omsetning av organisk stoff. Dette medfører at selvrensningen med hensyn til tilførte bakterier også blir rask.

I mange tilfeller er det fordelaktig å anordne vanninntaket slik at det er de dypere vannlag i innsjøen som fortrinnsvis benyttes for vannforsyningen. I Stokkevatn er dette forhold noe komplisert, Til visse tider av året, særlig i vinterhalvåret, kan det sikkert være mest fordelaktig å ta vann på ca. 15 m dyp, men til andre tider, særlig på ettersommeren, er det antagelig best å benytte seg av overflatelaget, d.v.s. de øverste ca. 5 m. En anordning slik at det var mulighet for å variere inntaksdybden kunne derfor synes fordelaktig, men en slik ordning krever til-

svarende nøye ettersyn og kontroll av forholdene i innsjøen. Det kan derfor antagelig ansees å være sikrest å fortsette med å utnytte de øvre lag i Stokkevatn slik som det blir gjort idag.

I fysisk-kjemisk henseende er vannet i Stokkevatn tilfredsstillende for vannforsyningsformål. En desinfisering av vannet ved tilsetning av klor skulle antas å gi tilfredsstillende hygienisk sikkerhet. Det er sannsynlig at vannforsyningen burde utstyres med en filtreringsanordning for å hindre at alger i større grad skal komme inn i fordelingssystemet og forårsake ulemper i rørettet og hos konsumentene.

For beskyttelse av Stokkevatn som drikkevannskilde er det nødvendig å redusere innflytelsen av bebyggelse mest mulig. Dette kan enten skje ved at bebyggelsens avløpsvann ledes ut av nedslagsfeltet, eller at bebyggelsen underlegges restriksjoner slik at minst mulig avløpsvann oppstår. Det er spesielt viktig at det ikke oppstår avløpsvann fra vannklosett og andre sanitærinnretninger som renner direkte ut i Stokkevatn eller dens tilløp.

For jordbruksbebyggelsen er det viktig at innflytelsen fra forskjellige innretninger reduseres mest mulig. Det er i denne forbindelse også særlig viktig å hindre at flytende forurensninger fra urin- og gjødselkummer, fra siloer og halmlutningsanlegg kommer til innsjøen eller dens tilløp.

Hvis utviklingen i innsjøen blir slik at innsjøens belastning stiger vesentlig, vil det bli nødvendig med omfattende rensetiltak for begge de nåværende vannforsyninger. Det bør derfor legges vekt på å bevare innsjøen som den er idag.

Vannprøver fra Stokkevatn.

Kjemisk-fysiske vannanalyser.

Dato: 15/3-60.

Meter dyp	Temperatur °C	Oksygen mg O ₂ /l	Oksygen % metning	pH	Ledn. evne. 10 ⁻⁵ K ₂₀	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Permanganat-tall mg O ₂ /l	Hårdhet mg CaO/l	Alkalinitet ml N/10 HCl/l	Total fosfat mg PO ₄ /l	Nitrat mg NO ₃ /l	Fri ammonium mg NH ₄ /l
1	0,1	12,6	89,0	7,5	15,1	40	3,3	4,6	3,4	7,0	0,03	1,07	0,17
4	0,7	11,9	85,6	7,4	14,1	20	0,8	4,3	3,2	6,7	0,01	0,60	0,10
8	1,4	11,3	82,8	7,4	14,0	20	0,8	4,0	3,2	6,7	0,01	0,13	0,07
12	2,0	10,7	97,7	7,4	14,1	21	0,9	3,7	3,2	6,8	0,01	1,01	0,07
16	2,3	10,7	80,7	7,4	14,1	20	0,8	3,7	3,2	6,8	0,01	1,26	0,05
20	2,6	8,5	64,2	7,2	14,3	20	1,0	3,8	3,7	7,1	0,01	0,63	0,06
24	3,2	2,9	22,0	7,0	17,5	42	3,1	4,2	4,0	9,5	0,02	0,43	0,10

Tabell 1.

Tabell 2.

Vannprøver fra Stokkevatn.

Kjemisk-fysiske vannanalyser.

Dato: 1/9-60.

meter dyp	Temp. °C	Oksygen mg O/1	Oksygen % metn.	pH	Ledn. evne. 10^5 $\frac{\mu}{20^\circ}$	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Per ianga-nat-tall mg O/1	Klorid mg Cl/l	Alkalinitet ml N/10 HCl/l	Hårdhet mg CaO/l
1	17,4	9,5	102,2	7,9	13,6	13	0,9	4,6	9,9	7,4	32,7
4	17,1	9,2	97,8	7,9	13,6	12	0,8	3,8	10,3	7,2	32,0
8	14,0	5,9	59,4	7,1	13,8	11	0,5	3,3	10,5	7,4	32,6
12	7,3	6,7	57,5	7,1	13,7	11	0,6	3,1	10,7	6,9	32,1
16	6,1	7,2	59,8	7,0	13,7	10	0,6	3,0	10,7	7,0	32,1
20	5,7	6,5	53,9	7,0	13,9	10	0,4	3,0	10,9	6,9	33,0
24	5,4	4,2	34,1	7,1	14,1	11	0,5	3,0	11,3	6,9	33,0
Langesund inntak 4 m	17,5	9,0	96,3	7,9	13,6	12	1,4	3,9	10,4	7,9	32,3
Brevik inntak 4 m	17,4	9,5	101,5	7,9	13,2	11	1,2	4,0	10,5	6,9	32,6

Tabell 3.

Vannprøver fra Stokkevatn.

Kimtall pr. ml.

Analysene er utført av Porsgrunn Helseråd i 1960.

	Dyp	15/3	11/5	16/6	14/7	17/8	1/9
Breviks inntak	1	30	54	17	39	170	43
	4	10	27	35	29	180	45
Dypeste sted	1		30	36	59	100	18
	4	10	60	65	94	120	32
	8	30	190	25	36	30	53
	12	10	44	15	26	160	42
	16	20	33	44	24	130	7
	20	20	46	142	45	100	16
	24	50	72	211	51	410	15
Langesunds inntak	1	40	64	47	82	210	
	4	30	76	18	63	200	62

Tabell 4.

Vannprøver fra Stokkevatn.

Koliforme bakterier pr. 100 ml.

Analysene er utført av Porsgrunn Helseråd i 1960.

	Dyp	15/3	11/5	16/6	14/7	17/8	1/9
Breviks inntak	1	0	0	1	7	0	10
	4	0	0	0	8	0	8
Dypeste sted	1	0	0	0	18	0	2
	4	0	0	2	85	0	5
	8	0	0	2	10	0	6
	12	0	0	0	0	0	5
	16	0	0	3	4	0	0
	20	0	0	6	14	0	0
	24	0	0	18	19	10	0
Langesunds inntak	1	0	0	0	30	0	0
	4	0	0	2	30	0	2