

1. Nedslagsfeltet med vassdrag.

I Trehörningsvassdraget er det 4 innsjøer som ligger etter hverandre. Alle 4 innsjøer er regulert ved oppdemning, og den nederste som skal ~~nytt~~ som drikkevannsreservoar, vil bli demmet opp ytterligere 12 m. Nedslagsfeltet består av nåleskog som vokser i et tynt jord- og gruslag. Det forekommer også en del mindre myrer. Berggrunnen består av feltsitt-porfyr, syenitt-porfyr og akeritt. De tre øverste vann, Trehörningen, Byvann og Småvann har utvilsomt stor betydning for kvaliteten av det vann som føres til Aurevann. De kjemiske analysene viser at det er samme vanntype som finnes i alle 4 vann. Hydrografiske undersøkelser utført av oss i august 1957 viste at alle vann må klassifiseres som oligotrofe, men det skjer en eutrofiering fra øverste til nederste vann.

2. Hydrografiske forhold i Aurevann, og de forandringer som kan ventes ved avtapping av drikkevann.

De kjemiske analyser som har vært tatt i Aurevann, viser en forholdsvis konstant sammensetning. Hydrografiske undersøkelser er blitt utført fra 23. august 1957 og utover høsten. I nedenstående vurderinger er det antatt at de hydrografiske forhold i august 1957 representerer den typiske sensommer-situasjon, uten at det er mulig å si hvor riktig denne antagelse er.

I en innsjø vil man normalt finne en total omveltning av vannmassene, fullsirkulasjon, hver vår og høst. Temperaturen i vannet er da ca 4° . Sommer og vinter vil man finne at vannet p.g. av temperatur- og dermed tetthetsdifferenser skikter seg i 2 horisontale lag, et øvre lag, epilimnion, og et undre, hypolimnion. Temperaturen i epilimnion henger nøye sammen med lufttemperaturen mens temperaturen i hypolimnion holder seg meget nær 4° om vinteren og stiger meget langsomt fra 4° om sommeren. Mellom de to lag ligger et sprangskikt (metalimnion.).

I Aurevann lå sprangskiktet mellom 4 og 7 meter under overflaten. Oksygeninnholdet hadde et minimum ved 5 - 6 m på ca 35 % metning, lenger ned steg det til ca 55 % og avtok igjen ned mot bunnen.

Den nye oppdemning i Aurevann vil forandre den fra å være en grunn innsjø til å bli en forholdsvis dyp innsjø og denne oppdemning vil få betydning for de hydrografiske forhold. Målingene i Trehörningen og Byvann som begge er relativt dype, har vist at sprangskiktet i disse lå på et dyp av mellom 5 og 7 m, det er derfor rimelig å anta at Aurevann etter oppdemningen vil ha et sprangskikt på ca 5 - 7 meter under overflaten. Ved oppdemningen er det med andre ord først og fremst hypolimnion som vil øke i volum. Denne vannmasse vil derfor etter vår- og høstsirkulasjonen inneholde en vesentlig større oksygenreserve etter oppdemningen, og det er sannsynlig at oksygeninnholdet vil bli gunstigere både i

sprangskiktet og i hypolimnion enn det er i dag. Det er da sett bort fra den forbigående forverring av vannkvaliteten som man må vente de første år etter oppdemningen.

Det er imidlertid nødvendig også å vurdere den betydning for de hydrografiske forhold som avtappingen av vannet gjennom en luke nær bunnen vil ha. For å vurdere dette har vi forutsatt at

1. Aurevann alltid er fullt til kote 275,
2. all avtapping skjer på kote 260,
3. sprangskiktet ligger på 5 meter. Epilimnion mellom kote 270 og 275 blir på 0.97 millioner m³ og hypolimnion mellom kote 260 og 270 blir på 1.09 millioner m³,
4. vannet i tillöp og tilsig til Aurevann har meget nær samme temperatur som overflatevannet.
5. den gjennomsnittlige avtapping er 20 000 m³ pr døgn.

Vi kan tenke oss at den hydrografiske situasjon etter en fullsirkulasjonsperiode vil utvikle seg slik: Det etablerer seg et sprangskikt på ca 5 m's dyp. Over sprangskiktet er epilimnion som p.g. av vind er i kontakt med overflaten og har overflatevannets fysikalske, kjemiske og biologiske egenskaper. Under sprangskiktet er hypolimnion som har tilnærmet 4°, og som bare den korte tid fullsirkulasjonen varer, har vært i kontakt med overflaten. På grunn av avtappingen vil sprangskiktet bli trukket nedover og sannsynligvis på en slik måte at det alltid vil holde seg tilnærmet horisontalt. Ved en gjennomsnittlig avtapping på 20 000 m³ pr dag vil hypolimnion mellom kote 260 og 270 være brukt opp etter 50 dager. Noen fornyelse av hypolimnion gjennom tillöp til vannet kan ikke skje da disse vil fordele seg i epilimnion.

Etter 50 dagers avtapping vil derfor temperaturen forandre seg fra de opprinnelige ca 4°. Om vinteren vil temperaturen synke og nærme seg 0° innen isen går. Om sommeren vil temperaturen begynne å stige ca 2 måneder etter issmeltingen, men det er vanskelig å si hvor høyt den vil nå innen höststavrölingen gör seg gjeldende.

Da vannmassenes temperaturforhold p.g. av bunn-uttappingen vil bli annerledes enn i en innsjö med avtapping i overlöp, er det sannsynlig at de to ärlige fullsirkulasjonsperioder vil strekke seg over förholdsvis lange tidsrom.

Så lenge Aurevann holdes fullt, vil vannet som tappes ut, ha en midlere teoretisk oppholdstid på ca 100 dager. Hvor lang den virkelige oppholdstid blir, vil bl. a. avhenge av hvorledes vannmassenes stabilitet influeres av den skisserte hydrografiske situasjon. En betydelig selvrensing vil imidlertid finne sted.

Den spesielle hydrografiske situasjon vil få betydning for de biologiske forhold. De dype varem vannmasser i epilimnion vil kunne gi mulighet for en stor algeproduksjon per overflateenhet. Samtidig vil strømminger føre til en tilsvarende dyp utluftning av vannet.

Det er ikke mulig for oss å forutsi hvilke oksygenforhold som kan komme til å utvikle seg om vinteren og sommeren, men vi antar at det ikke vil oppstå så lave oksygenkonsentrasjoner i avtappingsvannet at dette vil ha noen betydning for renseprosessen og drikkevannets kvalitet.

Hvis vannstanden ikke kan holdes konstant på kote 275, som antatt under punkt 1, vil dette få betydning for de hydrografiske forhold. Imidlertid vil temperaturforholdene i avtappingsvannet bli omtrent som skissert ovenfor såfram magasinet er fullt under fullsirkulasjonen vår og høst.

3. Vurdering av vannets kvalitet.

Kvaliteten av vannet i Aurevann er vurdert på grunnlag av resultater fra fysikalsk-kjemiske, bakteriologiske og biologiske undersøkelser som er foretatt med visse mellomrom fra 1950 til utpå høsten 1957. Undersøkelsene er utført av Statens institutt for folkehelse, Norges Veterinærhøgskole og Utvalg for vannrensing, NTN F.

Fysikalsk-kjemiske undersøkelser.

De viktigste analytiske data for bedømmelse av vannets kvalitet fremgår av følgende oversikt:

Analyse	pH	Farge °H	Perm. ml n/100 pr l	Hårdhet °dH	Fe mg/l	Mn mg/l	Gløderest mg pr l
MiddeI	6.25	34	90	0.5	0.13	0.05	17.1
Maksimum	6.9	45	130	0.8	0.26	0.25	20
Minimum	5.7	20	63	0.3	0.04	0.01	11

Vannprøvene har dessuten som regel inneholdt litt grums, men det foreligger ingen analyse av turbiditet.

Følgende kommentarer til vannkvaliteten kan gis:

a. Turbiditeten må reduseres slik at det ikke dannes avsetninger i legningsnett.

b. Farge- og permanganattall må reduseres før vannet kan betraktes som helt tilfredsstillende. De høye verdier for farge- og permanganattall skyldes for en stor del humus-stoffer fra myrer og skogbunn i nedslagsfeltet.

- c Innholdet av jern og mangan har enkelte ganger overskredet de henholdsvis 0.2 og 0.1 mg pr l som er en vanlig grenseverdi for beste kvalitet drikkevann. Årsaken til disse få høye verdier må undersøkes slik at tiltak mot dem kan treffes.
- d Vannets surhetsgrad må kontrolleres og antagelig justeres. Vannet i ledningsnettets bør ha en pH over 7.0 med 6.5 som nedre grense. Justering av surhetsgraden vil være avhengig av den behandling vannet får forøvrig.

Bakteriologiske undersøkelser.

Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelser viser at vannet i Aurevann alltid inneholder en viss mengde coliforme bakterier. Selvom antallet er forholdsvis lite, er det nødvendig at vannet blir desinfisert før det brukes som drikkevann.

Biologiske undersøkelser.

Det foreligger bare én kvantitativ undersøkelse av plankton, og den viste et middels innhold av alger og et forholdsvis høyt innhold av et lite krepsdyr Holopedium sp. Man må imidlertid vente periodevis oppblomstring av plankton, og dette vil sannsynligvis føre til tilsvarende stigning av turbiditeten i avtappingsvannet.

Det fremgår av ovenstående at det er nødvendig med en behandling av vannet før det tilfredsstiller de alminnelige krav til drikkevann for en stor befolkningsmengde.

4. Alternative rensemeter.

Den anvendte rensemeter bør, i alt vesentlig, etter det foregående, innbefatte at:

- a. Turbiditeten reduseres.
- b. Permanganat- og fargetall senkes.
- c. Fe- og Mn- innholdet kontrolleres og topper undgås.
- d. Surhetsgraden reguleres.
- e. Vannet desinfiseres.

Valget av rensemeter må ta hensyn til både anleggs- og driftsøkonomiske forhold og den kvalitet som man ønsker vannet skal ha.

Uten forutgående eksperimentelle undersøkelser vil det være vanskelig å avgjøre hvilken av de moderne metoder for drikkevannsrensing som egner seg best på vannet i Aurevann. Vi foreslår derfor at det bygges et forsøksanlegg som kan rense vannet i liten målestokk etter 3 alternative metoder. Et slikt

forsøksanlegg vil gi holdepunkter for hvordan vannet bør renses, samtidig som visse økonomiske betraktninger kan gjennomføres.

Alternativ I. Rensing av vannet ved koagulering, flokkulering, sedimentering, sandfiltrering og klorering.

Vannet tilsettes visse kjemikalier som etter blandingen danner en volumniøs utfelning. Utfelningen oppstår som mikroskopiske partikler som under egnede betingelser med langsom omrøring vil løpe sammen og danne større og tyngre partikler, fnokker, som lett kan skilles fra vannet ved sedimentering og filtrering. Det filtrerte vann blir tilslutt desinfisert med klor.

Denne rensemetode vil sannsynligvis være meget effektiv for samtlige 5 krav. Den er imidlertid relativt komplisert og vil medføre betydelige anleggs- og driftsomkostninger. Det kan tenkes å oppstå visse vanskeligheter med å fjerne koagulerings-slammet, hvis uttømming i bekken ikke kan tillates.

Alternativ II. Rensing av vannet med sandfiltrering og ozonering.

Råvannet slippes rett på sandfiltrene, videre gjennom et ozoneringsapparat til et kontakt-kammer med 10 min oppholdstid og derfra til renvannsmagasin.

Sandfiltrene vil fjerne turbiditet og redusere innholdet av humus, jern og mangan noe. Ozonbehandlingen vil fjerne fargen, redusere permanganat-tallet og jern- og manganinnholdet. Ozonbehandlingen vil gi et drikkevann som hva farge, smak og lukt angår er bedre enn vann renses etter alternativ I. Det mest usikre punkt er hvilken reduksjon av permanganat-tallet som kan bli oppnådd. Det er mulig at Ozonoksydasjonen vil føre til en blekning av humusstoffene uten at permanganat-tallet reduseres vesentlig.

Jern og mangan kan under egnede forhold fjernes fullstendig ved hjelp av Ozon.

Ozon vil samtidig sterilisere vannet, idet dets bakteriedrepende evne er større enn klorets.

Dette alternativ vil kreve mindre anleggs- og driftsomkostninger enn alternativ I, og det er god mulighet for at det kan gi et fullt tilfredsstillende drikkevann.

Alternativ III. Rensing av vannet med mikrosil og ozonering.

Mikrosil (Micro-strainer, Feinsieb) er roterende silduker med så liten maskeåpning at finfordelte partikler i vannet holdes tilbake. Metoden vil gi gode resultater når det gjelder turbiditet. Forøvrig vil stort sett samme betraktninger kunne anvendes som under II.

Anleggs- og driftsutgiftene til mikrosil er rimelige, samtidig som enhetene tar liten plass.

5. Beskrivelse av forsøksanlegg for teknisk renseprosess.

Den vedlagte skissen (se bilag 3) viser det projekteerte renseanlegget. Anlegget vil bli konstruert slik at man kan utføre de alternative forsøkene som er nevnt ovenfor ved kontinuerlig drift over kortere tidsperioder. Størrelsen på anlegget er beregnet i henhold til en vannføring på ca $1/3$ l/sek.

Det er forutsatt at anlegget skal plasseres i en hytte ved Aurevann slik at forsøk kan utføres på vintertiden. Hytten man har tenkt å anvende er "Sangerheimen" på Aurevannets østside som ligger bra til for å kunne skaffe seg vann fra de dypeste partiene i magasinet. Inntaksforholdene kan reguleres fra isen om vinteren og fra en flåte om sommeren.

Anlegget blir liggende 20 - 25 meter over nå-værende toppvannstand i Aurevann slik at vanntilførselen må skje ved hjelp av pumpe. Pumpen blir plassert ved strandbredden. Trykkledningen fra pumpen fører vannet til en utjevningstank med overløp som er plassert i en viss høyde over anlegget. Overløpet tjener til å holde et konstant nivå i tanken. Vannmengden som pumpes til anlegget, vil bli ca $\frac{1}{2}$ l/sek. Fra utjevningstanken vil den nødvendige vannføringen reguleres ved hjelp av gjennomstrømningsmåler og nålventil for deretter å føres inn på de forskjellige enhetene i anlegget.

For alternativ I vil vannet først ledes inn i et blandekammer hvor de nødvendige kjemikalierne (aluminiumsulfat og eventuelt kalk og aktivert silica) blir tilsatt og godt blandet med vannet. Blanding skjer ved hjelp av omrøring med hastighet 100 - 150 omdr./min og oppholdstiden i blandekammeret vil være ca 5 min. 103 ?

Fra bunnen av blandekammeret fører en ledning til toppen av flokkuleringskaret som gir vannet en oppholdstid på ca 30 min. Omrøringshastigheten i dette karet kan varieres for å gi de optimale forhold for flokkdannelse. Området for variasjon av hastigheten er 13 - 130 omdr./min.

Den påfølgende sedimenteringstanken er tilstrekkelig stor til å gi en teoretisk oppholdstid på 2 timer. Tanken er av den rektangulære typen med innløp i bunnen i den ene enden og rett overløp i den andre. For å øke overflaten er tanken forsynt med to ekstra gulv og overflatebelastningen blir ca 0.3 m/h. Sedimenteringstanken er ellers forsynt med 4 vertikaltstilte vinduer for å kunne følge prosessen.

Fra overløpet i sedimenteringstanken føres vannet direkte til toppen av

sandfilterbeholderen. Denne er utført som sylinder med en innvendig diameter på 0.55m. Selve filtersanden vil hvile på en porøs keramisk plate som er spent fast 0.20 m over bunnen av sylindere. Sanddybden vil i første omgang bli ca 0.75 m med muligheter for senere å kunne variere denne i henhold til den dybden som er nødvendig for de ulike typer av forurensinger som vil forekomme. For å kunne klarlegge dette spørsmål vil det bli plasert avtapningsdyser i flere forskjellige dybder inne i sandskiktet.

Vaskingen av filteret vil skje medrenset vann som samles opp i to 600 liters tanker. Vaskevannet vil bli pumpet fra disse tankene og gjennom filteret ved hjelp av lavtrykkspumpe. Ved bruk av nålventil og vannmåler vil ekspansjonen av sanden kunne reguleres ved variasjoner i vannføringen gjennom filteret. Det forbrukte vaskevannet vil bli ført bort til avløp ved en overløpsordning plasert over filtersanden. Ved regulering av sluseventiler kan det filtrerte vannet enten føres til avløp eller til klorering.

For alternativ II føres vannet direkte fra fordelingstanken til sandfilteret for derfra enten å ledes til avløp eller ozonering. Ozoneringsapparatet vil kunne ta imot en vannføring på inntil $1/3$ l/sek og er utstyrt med nødvendige instrumenter for direkte å kunne variere vannføringen og ozonkonsentrasjonen.

Mikrosilen som vil bli brukt for alternativ III, kan ikke bli utført med en horisontalstilt roterende sylinder, som i de større anleggene, da vannføringen blir for liten til å gi en tilfredsstillende konstruksjon med hensyn til kontinuerlig drift. Vi har derfor valgt å benytte to like, rektangulære beholdere hvor vi har en oppadstigende vannstrøm gjennom sildukene som er plasert horisontalt i begge beholderne. Ved alternativ drift kan den ene silduken skylles mens den andre er i drift. Det vil bli benyttet silduker av rustfritt stål og av nylon. Maskeåpningen for ståldukene er 0.028 m/m mens nylondukene leveres med rektangulære maskeåpninger på 0.017 x 0.040 m/m.

Sedimenteringstank, beholder for sandfilter og mikrosil vil bli utført i 7 m/m plast som bygges inn i en enkel treforskalling.

Alle rørledninger som brukes i anlegget vil være av plast og alle ventiler og anslutninger vil bli tilkoplede ledningene ved hjelp av messingkupper for plastrør.

For måling av vannføringer og kjemikalietilsetninger vil det bli brukt gjennomstrømningsmålere med flyter for direkte avlesning.

Kjemikalierne vil bli tilsatt i form av oppløsninger som doseres ved hjelp av hastighetsvariable stempelpumper.

En rekke steder i forsøksanlegget vil det bli tilkoplede kik-kraner med

T - løp for å kunne ta de nødvendige vannprøver.

6. Drift av forsøksanlegg.

De forskjellige prosesser i forsøksanlegget må holdes i gang så lenge at det opptrer stabile tilstander f r det tas observasjoner av driftsforhold og renseeffekt. For koagulerings-, sedimenterings- og sandfiltreringsprosessene vil innkjøringen for hvert sett driftsforhold ta ca en dag, for mikrosilen vil innkjøringen ta flere timer og for ozoneringsapparatet ca en time. Varigheten av hvert enkelt eksperiment vil være av samme størrelsesorden som innkj ringstiden. Det blir således alternativ I som vil kreve mest tid.

Det er antatt at det vil ta 4 uker   utføre en komplett forsøks-serie med variasjon av vanninntak, vannføring, kjemikalietilsetning og prøve av filtrerings- og ozoneringsbetingelser.

Enkelte analyser som er nødvendig for innstilling og kontroll av forsøksdriften, vil bli utført på stedet, men prøver som skal gi opplysning om renseeffekten, vil bli sendt til laboratoriet for kjemiske og bakteriologiske analyser.

Det må utføres en 4 ukers forsøks-serie i mars og en i august, dessuten bør enkelte spesielle serier utføres etter isløsningen, det vil si omkring månedsskiftet april - mai.