

# Lukt og smak i drikkevann

## Foreløpige resultater fra pilotforsøk med fjerning av lukt og smakstoffene Geosmin og 2-MIB.

Av Eilen Arctander Vik

Eilen Arctander Vik er siv.ing. og Ph.D. og nå ansatt som seksjonssjef i forurensningskomitéen ved Norges Teknisk — Naturvitenskapelige forskningsråd.

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening  
25. september 1986.*

### 1. Bakgrunn

Under planleggingen av forsøksanlegget på Frangstøa hadde vi følgende viktige momenter å ta hensyn til (1).

#### ★ Lukt- og smaksstoffene.

Stoffene var kjemisk karakterisert, m.a.o. det fantes analysemetoder for stoffene. I Norge hadde vi på dette tidspunkt ikke innkjørt følsomme nok analyser for de to stoffene geosmin og 2-metylisoborneol (2-MIB) i forhold til luktterskelen. De mulighetene for analysering som fantes i Norge var på forskningsinstituttene (NIVA og SI) der man ikke kjørte disse analysene rutinemessig og der analysene derfor ble ekstremt kostbare sett i forhold til det behovet som fantes mhp. antall analyser.

Lukt- og smaksproblemet oppstår bare av og til i Mjøsa, m.a.o. det var liten grunn til å regne med at problemet ville oppstå under vår forsøkskjøring (2). Stoffene geosmin og 2-MIB ble derimot produsert kommersielt i Japan og kunne kjøpes fra Wako Chemicals.

#### ★ Utførte pilotforsøk

Det var utført pilotforsøk med fjerning av de nevnte lukt- og smaksstoffene to steder i verden:

##### *Los Angeles Metropolitan i USA*

Geosmin og 2-MIB problemet stammer her fra eutrofe reservoarer (3). Stoffene ble periodevis dosert i pilotanlegget. Kun aktivt karbon prosessen ble studert (4). Anlegget ble besøkt sommeren 1985 og problemer tilknyttet forsøksplanleggingen ble diskutert. Ca. 15 millioner mennesker var berørt av problemene.

##### *Osaka i Japan*

Råvannskilden var meget eutrof og ca. 15 millioner mennesker fikk vann fra kilden. Oson, aktivt karbon, klor og kjemisk felling var studert. Den første serien pilotforsøk foregikk over en to-års periode (5). Man er i dag i ferd med bygge opp et større pilotanlegg der aktivt karbon og oson skal studeres nærmere.

Mr. Katsuhiko som var ansvarlig for planleggingen av forsøkene i stor målestokk, var våren '85 på besøk i Oslo og diskuterte forsøkene sine med oss (5). Forøvrig var det gjennomført forsøk med lukt og smaksstoffer generelt i England,

Tyskland, Nederland og Frankrike. Mange ulike prosesser var studert. Felles for alle forsøkene var at vannkvalitetene som var studert hadde høyt innhold av mange ulike organiske stoffer i tillegg til geosmin og 2-MIB, mens vannkvaliteten i Mjøsa var å betrakte som rentvann sammenlignet med de øvrige.

## 2. Beskrivelse av forsøksanlegget

Råvann taes inn fra 50 meters dyp fra Frangstøa. Vannet pumpes inn i et råvann-

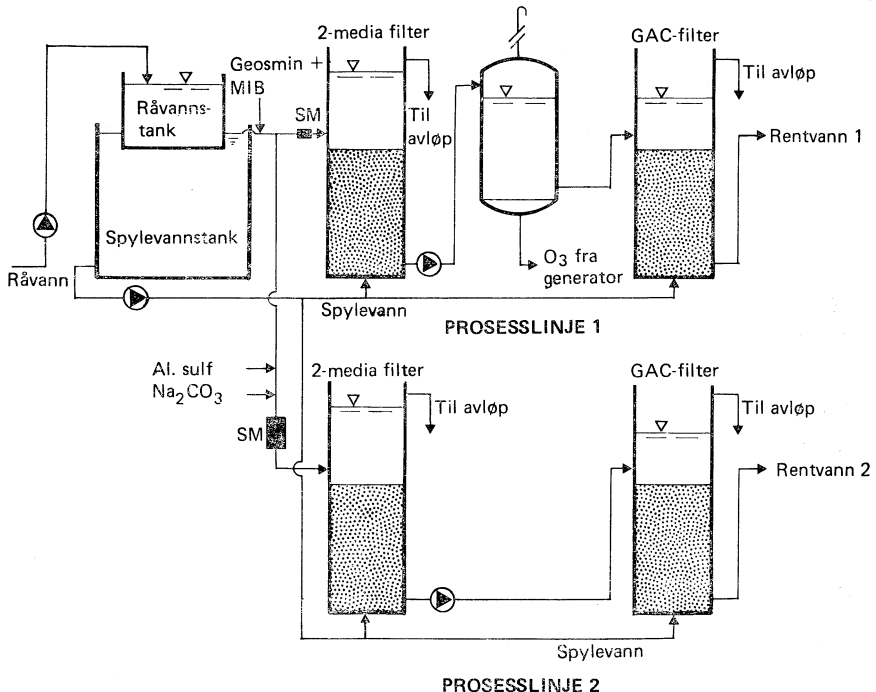
reservoar og fordeles på to prosesslinjer, se figur 1. De to prosesslinjene består av følgende prosesser.

Prosesslinje 1:

2-media filter, osonerering ( $O_3$ ) og granulert aktivt karbonfilter (GAC-filter).

Prosesslinje 2:

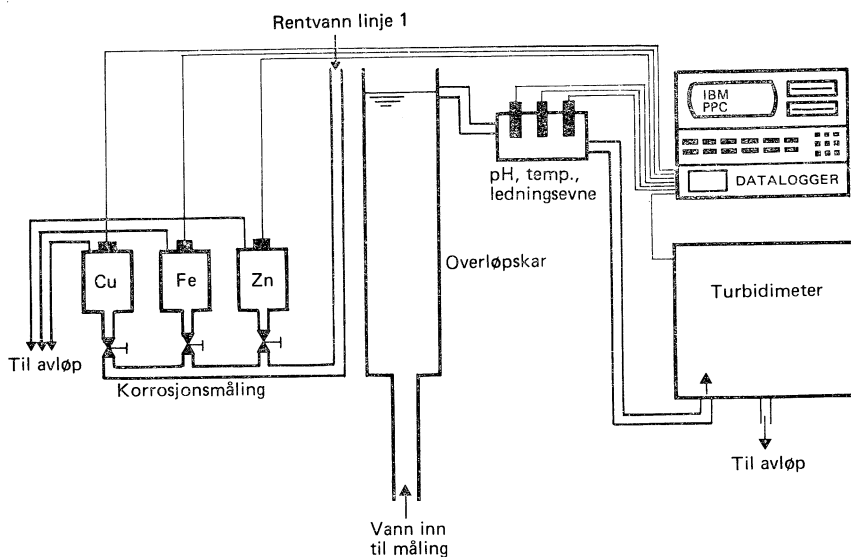
2-media filter og GAC-filter.



Figur 1. Skisse over de to prosesslinjene i pilotanlegget på Frangstøa.

Geosmín og 2-MIB doseres via en dose-  
ringspumpe til råvannet før dette fordeles  
på de to linjene. På linje 2 er det opplegg  
for å dosere fellingskjemikalier (alumi-  
niumsulfat og soda). Det er muligheter for  
å ta vannprøver etter hver prosess i anleg-  
get. Magnetventiler er plassert på råvann,  
rentvann linje 1 og rentvann linje 2. Hvert  
20. minutt renner vann fra ett av

disse punktene inn på en målestasjon, der  
kvaliteten registreres kontinuerlig. En  
skisse av målestasjonen er gitt i figur 2.  
For alle de tre vannkvalitetene registreres  
turbiditeten, pH, ledningsvne og tempera-  
tur. På rentvann fra linje 1 registreres i  
tillegg korrosjonshastigheten for jern og  
kobber ved hjelp av elektrokjemiske målin-  
ger (10).

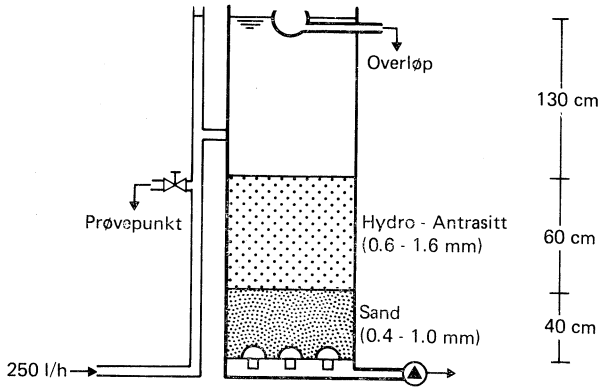


Figur 2. Skisse av målestasjonen i anlegget.

De ulike enhetsprosessene i anlegget er  
beskrevet i de tre følgende figurene. Vann-  
føringen på hver prosesslinje er 250 l/h.  
Vannet går med selvfølgelig fra råvannstanken

inn på to-media filtrene. Derfra pumpes  
det videre gjennom anlegget. Detaljdata om  
prosessene er beskrevet i hver figur.

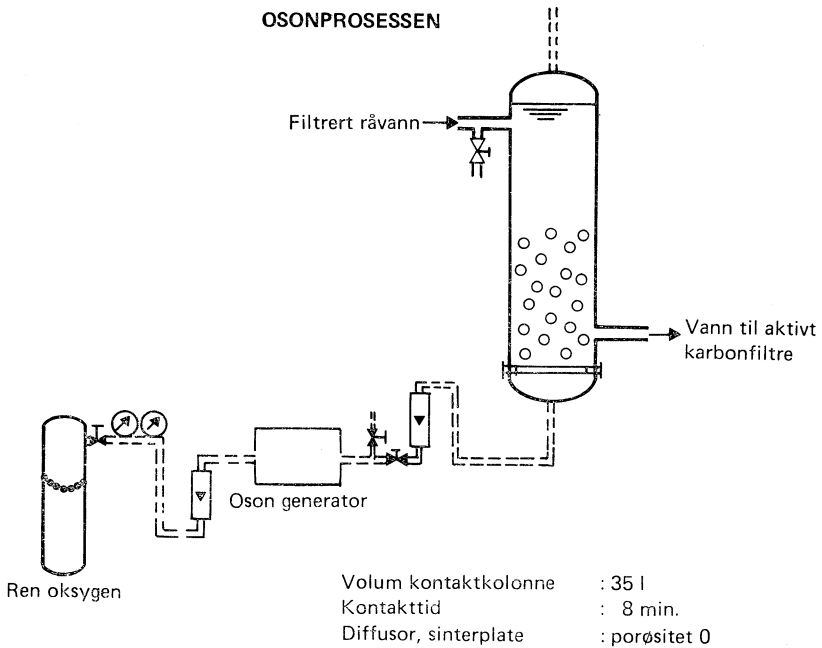
### TO - MEDIA FILTER



|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| Overflatebelastning           | : 3.5 m/h      |
| Filtermedium/vann, kontakttid | : 18 min.      |
| Volum filterkolonne           | : 163 l        |
| Tilbakespyling: normalt       | : 1 gang/uke   |
| Under kjem. felling           | : 2 ganger/uke |
| Vaskehastighet:               | : ~20 m/h      |

Figur 3. Beskrivelse av to-media filtrerne.

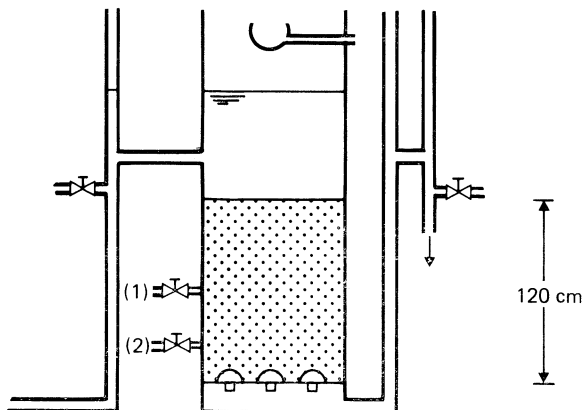
### OSONPROSESSEN



|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Volum kontaktkolonne  | : 35 l       |
| Kontakttid            | : 8 min.     |
| Diffusor, sinterplate | : porøstet 0 |

Figur 4. Beskrivelse av ozonprosessen.

## GRANULERT AKTIVT KARBON FILTER (GAC - filter)



|  |   |                               |
|--|---|-------------------------------|
| Overflatebelastning                    | : | 3.5 m/h                       |
| Volum                                  | : | 163 l                         |
| Filtermedium/vann, kontakttid, punkt 1 | : | 9 min.                        |
| ————— " ————— punkt 2                  | : | 17 min.                       |
| ————— " ————— totalt                   | : | 21 min.                       |
| Aktivt, karbon, Chemviron, F-400       |   |                               |
| Midlere partikkelstørrelse             | : | 0.9 - 1.1 mm                  |
| Spesifikk overflate (BET)              | : | 1050 - 1200 m <sup>2</sup> /g |

Figur 5. Beskrivelse av aktivt karbon (GAC) prosessene.

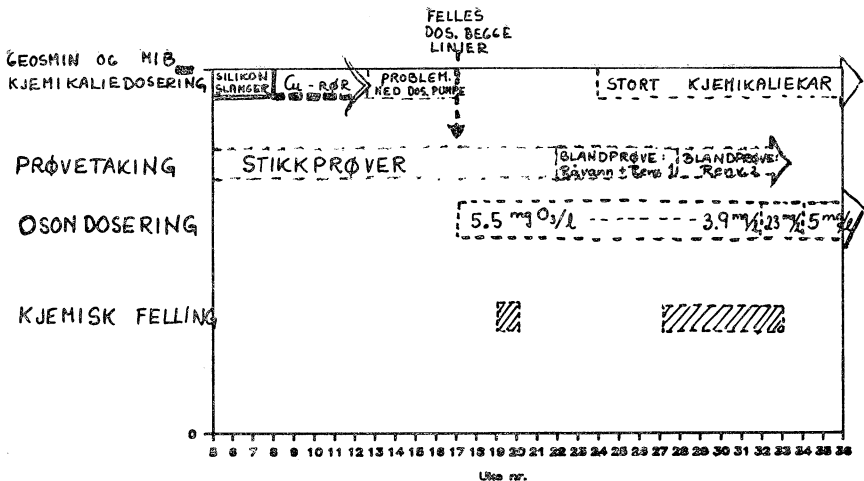
### 3. Beskrivelse av forsøkskjøringen

Innkjøring av anlegget startet i uke 5, 1986, se figur 6. Geosmin og 2-MIB doseringen kan beskrives som følgende:

- \* Silikonslanger ble brukt fra doseringspumpe inn på råvannslinje og kjemikaliene ble «borte», uke 5—8.
- \* Doseringspumpe ga periodevis ingen dosering og var problematisk i uke 8—17.
- \* Doseringen ble gjort felles for begge linjer i uke 17.
- \* Kjemikaliekaret for Geosmin og 2-MIB viste seg å være for lite for å kunne tåle langhelger og sykdom hos driftsoperatøren. Større kar ble installert i uke 24. Kjemikalienes bestandighet i karet ble ved testing funnet å være god.

Prøvetakingen kan beskrives som følger:

- \* Alle vannprøver ble tatt som stikkprøver fra uke 5—22. Forsøk viste da at prøver som skulle analyseres mhp. geosmin og 2-MIB kunne taes som blandprøver.



Figur 6. Beskrivelse av foreløpig forsøksperiode.

★ Blandprøver av råvann og rentvann linje 1 ble tatt fra og med uke 22. Først i uke 28 kunne den siste magnetventilen leveres og blandprøver taks også for rentvann linje 2.

Osonoseringen har ikke vært uproblematisk. Allerede under innkjøringen i uke 5 hadde man et uhell der osongeneratoren eksploderte og bruk av pulverapparat, avstengning av oksygen og evakuering av anlegget var eneste løsning. Ny osongenerator var i drift i uke 17. Doseringen var på 5,5 mg O<sub>3</sub>/l. Denne generatoren hadde også barnesykdommer. Dosen gikk derved gradvis ned til 3,9 mg O<sub>3</sub>/l i uke 32 for så å kutte helt ut. En ny generator ble straks skaffet av den svenske leverandøren. Denne hadde imidlertid adskillig større effekt og doseringen var oppe i 23 mg O<sub>3</sub>/l i to uker før denne ble rettet opp til 5 mg O<sub>3</sub>/l som planlagt. Rest oson i vannet inn på aktivt karbon filterne var på ca.

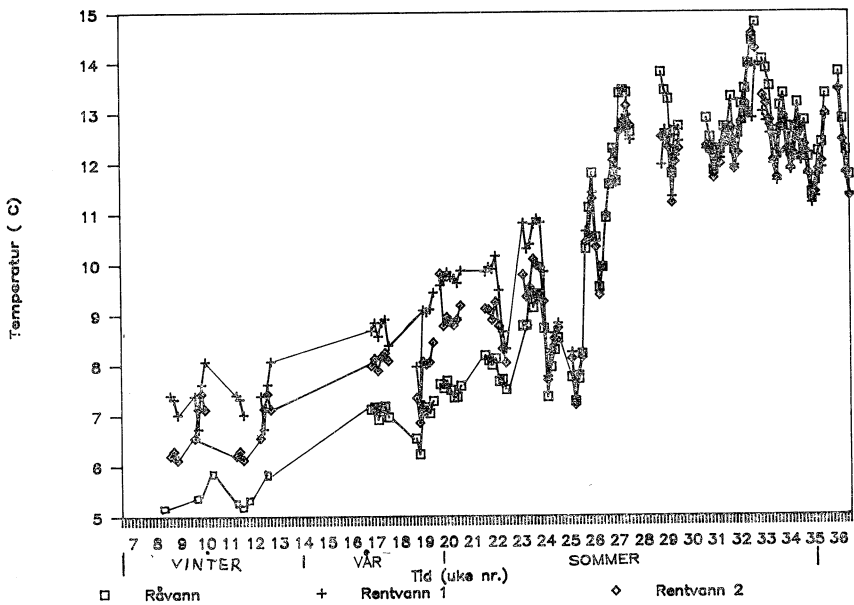
0,02 mg O<sub>3</sub>/l i den første osondoseringsperioden.

Linje 2 har vært kjørt med kjemisk felling uke 27—33, samt en kort testperiode i uke 19.

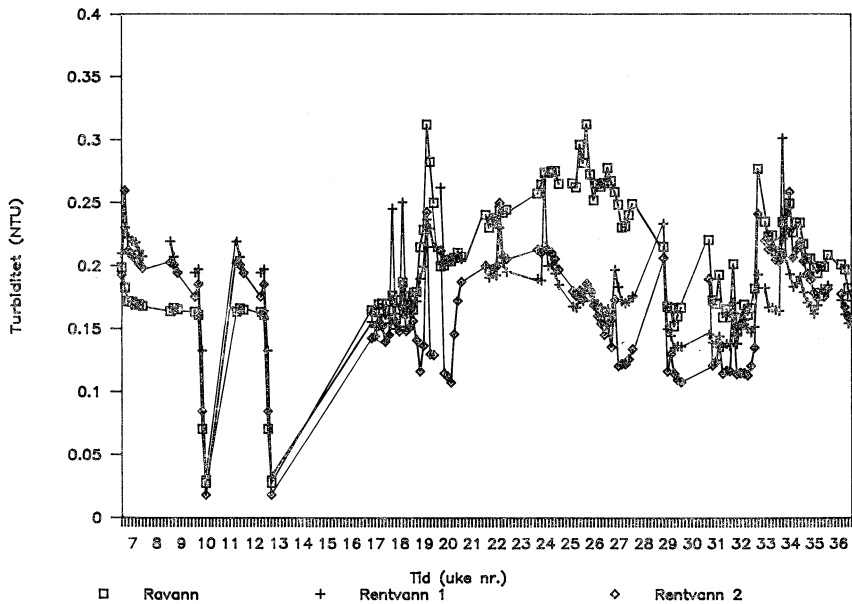
Temperaturen på vannet i anlegget er beskrevet i figur 7 og viser forsøksperiodens varighet til nå. Råvannstemperaturen er målt inne i anlegget. Det foregår åpenbart en oppvarming av vannet inne i anlegget. I et fullskala anlegg må man ta hensyn til dette i prosjekteringsfasen.

#### 4. Foreløpige resultater

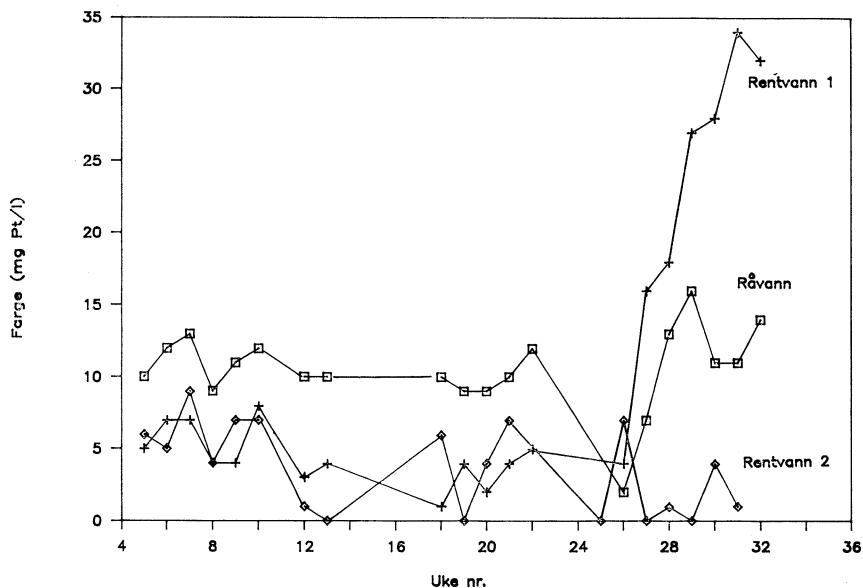
Turbiditeten i råvannet er meget lav, fra 0,05—0,3 NTU over hele forsøksperioden. De første ukene har rentvann fra de to linjene høyere turbiditet enn råvannet, se figur 8. Dette skyldes utvasking fra GAC-filterne. I uke 27—32 ligger turbiditeten på rentvann linje 2 markert lavere enn på linje 1. I denne perioden kjøres denne linjen med kjemisk felling.



Figur 7. Vanntemperaturen i forsøksanlegget under forsøksstiden.



Figur 8. Turbiditet målt kontinuerlig på råvann og rentvann fra linje 1 og 2 i anlegget.



Figur 9. Farge målt på råvann og rentvann linje 1 og 2.

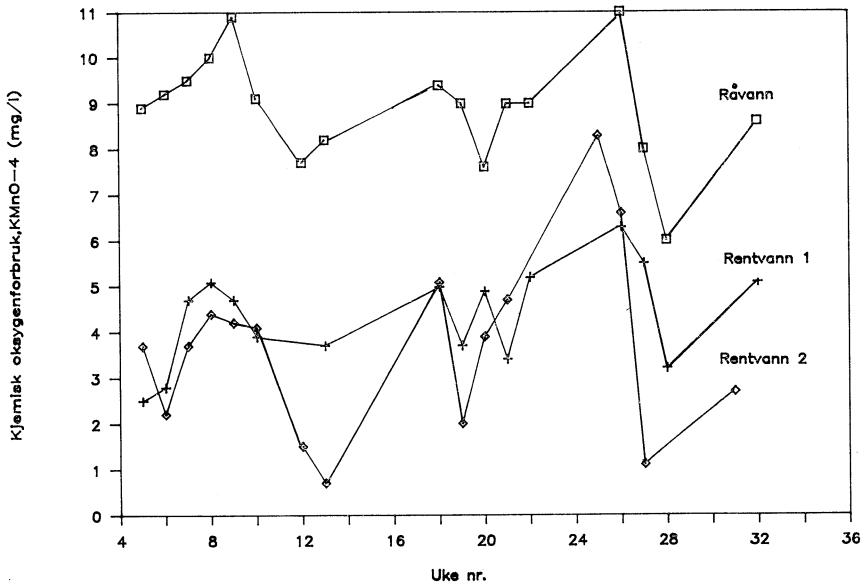
I figur 9 er farge målt på vannprøver fra de tre prøvestedene framstilt som funksjon av tiden. Data foreligger kun fram t.o.m. uke 31. Rentvann 2 har markert lavere farge enn de øvrige i perioden med kjemisk felling. Rentvann linje 1 viser unaturlig høy farge den siste tiden. Ved nærmere undersøkelse av prøveflasken viste det seg at man her hadde høy biologisk aktivitet i prøven. I løpet av den uken prøveflasken sto i anlegget, «grodde» det i rentvann på linje 1.

I figur 10 er  $\text{KMnO}_4$ -verdiene for de samme vannkvalitetene framstilt. Av disse resultatene ser man at linje 2 har bedre renseresultater enn linje 1 i perioden med

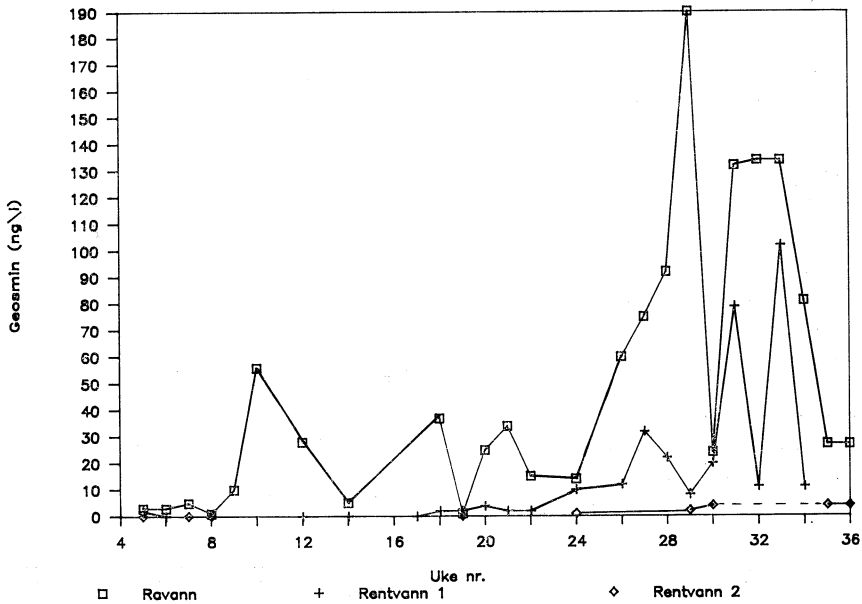
kjemisk felling (uke 27—33), men at man tross alt fjerner organisk stoff i linje 1 under hele forsøksperioden på tross av de høye fargetallene i figur 9.

I figur 11 er geosmin konsentrasjonen i råvann etter doseringa, rentvann linje 1 og 2 presentert. Råvannet har hatt varierende dosering av geosmin. I uke 26—34 har den periodevis vært ekstremt høy. I samme periode registrerer vi at konsentrasjonen på rentvann linje 1 har vært meget høy. Dette kan tyde på at kombinasjonen osoner og aktivt karbon ikke klarer å rense vannet slik man hadde forventet. Dessverre mangler man data for rentvann linje 2 i uke 31—35 som er den «verste» perioden for linje 1.

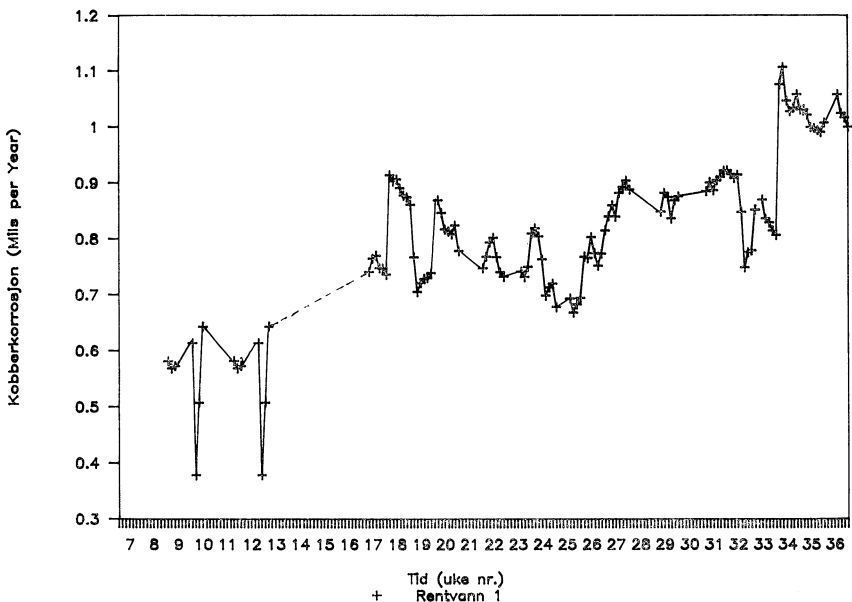




Figur 10. Kjemisk oksygenforbruk,  $KMnO_4$ , målt på råvann og rentvann linje 2.



Figur 11. Geosmin konsentrasjonen i råvann og rentvann linje 1 og 2 i forsøksperioden.



Figur 12. Kobberkorrosjonen i mils/år (0,0254 mm/år) på rentvann linje 1.

Til slutt er det ønskelig å presentere en kurve for kobberkorrosjonen målt på rentvann linje 1 under forsøksperioden (figur 12). Det er noen interessante forhold å merke seg. Kobberkorrosjonen har økt fra ca. 0,6 mils per år til 1,0 mils per år (0,0254 mm/år), dvs. mer enn 60% økning i løpet av perioden. Bakgrunnen for økningen vil bli studert i forhold til øvrige vannkvalitetsparametre. Denne vurderingen er ikke avsluttet enda.

### 5. Videre arbeid

Prosjektet vil foreløbig fortsette ut 1986. Følgende aspekter vil bli studert:

\* Råvannet på forsøksanlegget (fra 50 meter dyp) utenfor Frangstøa vil bli studert til sammenligning med data fra NIVA's overvåking av Mjøsa, mhp:

- alger
- zooplankton, og
- næringsalter.

\* Begroingen i rør («kuponger») vil bli studert på råvann og på rentvann linje 1 og 2.

\* Forsøkene med dosering av geosmin og 2-MIB vil bli videreført som nå.

Forøvrig er det en rekke aspekter som gjør at forsøkene bør videreføres i 1987 og 1988:

\* Geosmin og 2-MIB dosering bør fortsette til man opplever metning av GAC-filtrene, både mhp. disse stoffene og med hensyn på totalt organisk karbon (TOC). Dette er av stor betydning for å vurdere tidspunktet for regenerering av karbonen.

- ★ En oppholdstank bør settes inn etter osondoseringen, slik at restoson i vannet er fjernet før GAC-filtrene.
- ★ Uttesting av bruk av pulverisert aktivt karbon (PAC) foran to-media filter bør testes.
- ★ Begreingsstudiene bør videreføres.
- ★ Økt hydraulisk belastning på GAC-filtrene bør studeres.
- ★ Fullskala utprøving av GAC-filtre, utbytting av sand med aktivt karbon i eksisterende filtre bør studeres.

#### REFERANSER

1. Vik, E. A.: Drikkevannsforsyning til Hamar-regionen. Lukt og smaksproblemer på grunn av geosmin og 2 metylisorborneol. Litteraturstudium. NTNFs Program for drikkevannsforskning. Rapport 11/84, Aug. 1984.
2. Berglind, L., Holtan, H. and Skulberg, O. M. Case studies on off-flavours in some Norwegian lakes. Water Science and Technology. 15: 6/7: 199, 1983.
3. Ladenzary, S., Pirbazary, M., McGuire, M. J. and Krasner, S. W. Air stripping of taste and odour. Proceedings from AWWA annual conference in Las Vegas, Nevada, 1984.
4. McGuire, M. J., Krasner, S. W., Hwang, C. J. and Izaguirre, G.: An early warning system for detecting earthy musty odors in reservoir. Water Science and Technology, 15: 6/7: 267, 1984.
5. Katsuhiko Terashima, personlig samtale 1985.
6. Okuno Y.: Experiment for the Reduction of Trihalomethan and Musty Odor Substances in Tap Water by Ozonation/Granular Activated Carbon Treatment. Osaka and Its Technology, no 8. Osaka Municipal Government, 1985.
7. Montiel, A. J., Municipal drinking water treatment procedures for taste and odour abatement — A review. Water Science and Technology, 15: 6/7: 279, 1983.
8. AWWA Research Foundation, Removal of Organic Contaminants from drinking Water. An AWWA RF project report, 1983.
9. Greene, L. A., Hyde, R. A., Pinchino, M. J. and Rodman, D. J., Enhanced Removal of Organics by Preozonation of Granular Activated Carbon. IWES/WRC Seminar on Ozone in UK Water Treatment Practice — The Future. London, England, 5th sept. 1984.
10. Vik, E. A. og Bjerkelund, E., Alkalisering av drikkevann, korrosjonskontroll, Alkalisering og karbonatisering ved Eidsberg vannverk. Delrapport 4. NTNFs Program for drikkevannsforskning. Drikkevannsrapport 12/85, 1985.