

10. Det ble vedtatt at formennene i de enkelte kommisjoner skulle avggi årlige rapporter til I.P.S.' sekretariat innen desember hvert år.
11. Generalsekretæren meddelte at det ennå ikke hadde lyktes å løse problemene i forbindelse med Østerrikes medlemskap av I.P.S. Nye henvendelser ville imidlertid bli forsøkt ad ulike veier.
12. Dette punktet på dagsordenen gjaldt nominasjon — og valg — av tillitsmenn til kommisjonene I til VI for kommende 4-års periode.
13. Neste møte i Presidentskapet ble — etter forslag av direktør *Stausholm* — besluttet holdt i Danmark våren 1973.
14. Dr. *Schneider*, Vest-Tyskland, — foreslo at det ble utarbeidet — og publisert — en utførlig ordbok vedkommende myr og torv. En arbeidskomité ble oppnevnt.
15. Det forelå en henvendelse fra *International Horticultural Society* om å holde et fellesmøte av de to organisasjoner. Det ble besluttet at formannen i kommisjon III, professor *H. Kuntze*, Vest-Tyskland, skulle ta de nødvendige kontakter i anledning forslaget.

Møtet ble dermed hevet.

## BRUNFARGEN I NATURLIG VANN

*Av cand. real. Egil T. Gjessing.*

Norsk Institutt for vannforskning, Blindern.

Vann er blant de enkleste kjemiske forbindelser som finnes på vår klode, og er i tillegg den viktigste og mest utbredte forbindelse som alt liv er avhengig av.

Vann er sammensatt av elementene hydrogen og oksygen, to atomer hydrogen for hver atom oksygen —  $H_2O$ .

I en vannprøve fra havet, fra en innsjø, bekk, oppkomme eller endog nedbør, er det oppløst en mengde forskjellige stoffer. Med andre ord uansett hvor «rent» vannet kan synes, så vil det *alltid* inneholde oppløste stoffer.

I vårt land er ferskvannsforekomstene dominert av overflatevann. Dette er i alminnelighet relativt fattig på oppløste salter, og man betegner gjerne vannet for «bløtt» vann. Til gjengjeld er denne vanntypen ofte mer eller mindre gul-brunfarget, dvs. vannet inneholder løste, fargede forbindelser. I vann fra myrområder kan fargen være betydelig og vanntypen betegnes derfor av enkelte for myrvann. Humusholdig vann, humusfarget vann eller kort humusvann er også alminnelige betegnelser på denne vanntype.

Det er en alminnelig oppfatning at stillestående myrvann kan være helseskadelig. Dette er for så vidt riktig, men det er ikke humus-

stoffene i seg selv som gjør vannet helsefarlig. I en myr er det betydelig mikrobiologisk aktivitet, og fordi tilgangen på oksygen vanligvis er liten, vil miljøet i myra være oksygenfattig med den følge at anaerobe (ikke oksygenkrevende) organismer vil dominere. Det er disse organismene, eller deres metabolisme-(stoffskifte) og forråtnelsesprodukter som i første rekke kan forårsake forgiftninger.

Myrvannet eller humusvannet i en rennende bekk, hvor det er rik tilgang på oksygen, er imidlertid ikke påvist å være helseskadelig. I denne sammenheng kan nevnes at fôringsforsøk med rotter hvor humus isolert fra vann ble blandet i kosten (over en lengere periode) har ikke vist skadelige effekter ved rimelig doseringer.

Det er da naturlig å spørre hva er det som gjør at vi reagerer så negativt på farget vann og hva er disse fargede forbindelser? Dette er spørsmål som griper inn i hverandre og for å forstå en del av de mindre heldige effekter humusvann har som bruksvann, er det nødvendig å kjenne litt mer til humusens oppbygning og egenskaper.

### Humusens dannelsesmønster

Det kan med en gang slås fast at disse gulbrune fargestoffer i det vesentligste er av organisk natur. Det er med andre ord rester etter en eller annen form for liv. Folk flest tror at det er jern som forårsaker fargen. Dette er ikke riktig. Selv om det er en sammenheng mellom fargen og jerninnholdet i denne vanntypen, er det ikke jernet som gir fargen, men de organiske stoffer. For å skissere dannelsesmønsteret for humus, er det naturlig å betrakte en myr som modell etter som det er fra slike lokaliteter farget vann oftest har sin opprinnelse. Det er, ofte, to forhold som skiller et myrområde fra omliggende arealer: spesiell vegetasjon som er karakterisert av et lite artsutvalg med stor individrikdom, og relativt flate områder som gir liten vanngjennomstrømming og som i lange perioder har et overskudd på fuktighet. De biologiske prosesser i dette miljø er som regel langsomme og det samme er tilfelle med de kjemiske (og mikrobiologiske) prosesser som bryter ned og omdanner de døde planterestene. Det er disse nedbrytnings- og omdanningsprosessene som til slutt resulterer i dannelsen av humus. Man kan altså si at humufiseringsprosessen består i en langsom forvandling av det organiske stoff i planterestene, dels kjemisk og dels ved hjelp av mikroorganismer. Hvis man så går ut fra at det under hver m<sup>2</sup> av en myr er en rekke typer av mikroorganismer og like forskjelligartet vegetasjon, er det utenkelig at de nevnte prosesser skal ende opp med et veldefinert produkt. Med andre ord, humus må anses å være en komplisert blanding av organiske forbindelser med sterkt varierende sammensetning. Det som er antydnet ovenfor om humufiseringsprosessen angår humus generelt. Den vannløselige del, som har interesse i denne sammenheng, er en del av det hele. Det vil føre for langt å gjengi de ulike

teorier og betraktninger som er fremkommet i årenes løp m.h.t. forskjeller mellom den humus som blir igjen i jorden og den som transporteres med vannet. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at det er noe skarpt skille mellom de ulike fraksjoner. Det skal i denne sammenheng innskytes at den tid det tar å omdanne planterester til løselig humus er estimert 50—250 år.

### Ulemper ved humusvann

Som nevnt er det ikke påvist fysiologiske skadevirkninger ved konsumering av humusvann. Grunnen til at denne vanntype er så uønsket som bruksvann er derfor rent estetisk og av praktiske årsaker. Vi har etter hvert vent oss til at det vann vi drikker eller bader i skal være *klart, fargeløst, uten lukt og smak*. Humusvann tilfredsstiller ikke nødvendigvis noen av disse krav. Dette skal forklares litt nærmere, men først skal denne «mangelliste» suppleres med noen flere punkter: Humusvann virker korrosivt overfor transportsystemene og resulterer i tilslamming av rørledninger, bassenger m.v. Denne vanntype kan også forårsake misfarging, f.eks. av tekstiler, den kan binde til seg toksiske elementer (tungmetaller) og enkelte typer av pesticider som derved lettere blir holdt i «løsning» og som kan akkumuleres i organismen til konsumenten. Dette siste er for vårt lands vedkommende foreløpig i det vesentlige hypotetisk, men det er viktig å være klar over at det kan bli et ankepunkt.

*Lukt — smak* opptrer bare i ekstreme tilfeller. Man kan f.eks. oppleve lukt av dihydrogensulfid — den karakteristiske lukt av råtne egg — fra myrområder. Dette forekommer bare når det ikke er oksygen til stede. I rennende vann hører dette til sjeldenhetene, men i humusrike innsjøer, utvikles ofte et oksygenvinn i bunnvannmassene, og dette kan gi opphav til «råttent vann».

Humusstoffene i seg selv både smaker og lukter («myrsmak»), men med de konsentrasjoner som vanligvis finnes i denne type bruksvann er det få mennesker som plages av dette. Det skal imidlertid tilføyes at lukt- og smaksulemper kan opptre i de tilfeller hvor vannet tilsettes klor. Som kjent er klor et meget brukt desinfeksjonsmiddel i vannverk, og klorering kan resultere i dannelsen av forbindelser (klorfenoler) som både smaker og lukter i meget små konsentrasjoner.

Hovedinnvendingen mot humusvann er imidlertid utseende, dvs. farge og eventuelt uklarhet. Det at en væske ikke er klar betyr som regel at det finnes større eller mindre partikler svevende omkring i vannet, man sier at partiklene er i suspensjon. Dette er tilfelle med *uklart* humusvann. I en vannkilde av noen størrelse vil partikkelinnholdet som regel være minimalt, fordi partikler etter hvert vil falle til bunns, men når et farget humusvann tas ut av sitt naturlige element og tilføres kjemikalier (klor, kalk, ozon) vil eksisterende likevekter kunne forskyves, og resultatet kan bli en utfelling og dannelsen

av nye partikler. I verste fall kan dette gi seg til kjenne i form av humusslam, eller med andre ord en uakseptabel vannkvalitet.

I enkelte lokaliteter er imidlertid denne vanntype det eneste praktiske alternativ og en er derfor nødt til å gi vannet en behandling for å imøtekomme de estetiske krav.

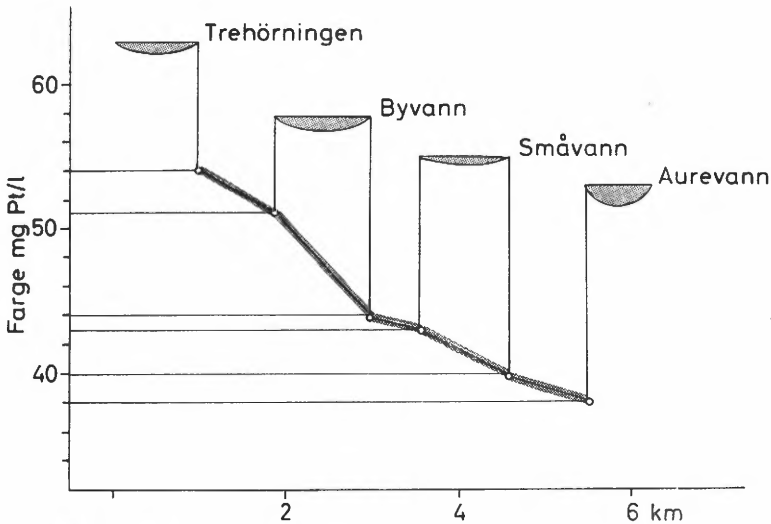


Fig. 1. Forandring av humusfarge i Trehörningsvassdraget.

Det skal her innskytes at naturen selv reduserer fargen. Det er vanlig å observere til dels betydelige reduksjoner i humusinnholdet nedover i vassdrag både på elvestrekninger og i innsjøer. Figur 1, som illustrerer fargeforandringer i Trehörningsvassdraget er et eksempel på dette.

### Karakteristika og egenskaper

Humussyre er også en alminnelig brukt betegnelse på disse gulbrune fargestoffer.

Hvis man sammenholder fargen i forskjellige humusvann med surhetsgraden, eller pH (jo lavere pH, dess høyere surhetsgrad), finner man et avhengighetsforhold, idet surhetsgraden øker med økende farge av vannet. Selv om dette ikke er generelt fordi vann også inneholder andre stoffer som har innflytelse på pH, viser det at humus har sure egenskaper. I enkelte lokaliteter har det vært målt pH-verdier av humusvannet på under 4.

Det er vel kjent at syre angriper de fleste metaller. Humusvannets korroderende egenskaper er bl.a. forårsaket av dette forholdet.

Humusrike (dystrofe) tjern og sjøer har ofte liten eller ingen fiskeproduksjon; dette antas også å være på grunn av lav pH.

Som det vil fremgå av det som er sagt ovenfor er humus meget kompliserte organiske forbindelser med gjennomgående *store og sterkt varierende molekyler*. Mens vann har molekylvekt på 18 har humus molekylvekter som varierer mellom ca. 1000 og 200 000. Molekylvektfordelingen vil variere med de ytre forhold, f.eks. med pH.

Det er vist at de *høymolekylære humusforbindelser blir dominerende når pH øker* og omvendt blir mengden av disse molekylerne mindre når pH minker, f.eks. ved tilsetning av mineralsyre. Det er også lett å vise at fargen i et humusvann følger tilsvarende mønster. Dette er illustrert på fig. 2 som viser at *fargen øker med tilsetning av base og reduseres ved syretilsetning*.

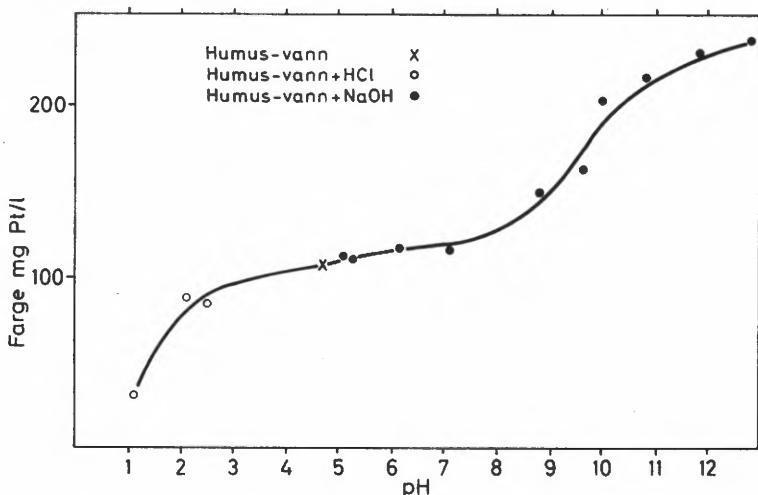


Fig. 2. Forandring av humusfarge ved tilsetning av syre og base.

På grunn av den komplekse sammensetning humus har, er det ikke mulig å si hva det er som forårsaker disse egenskapene, men en omleiring eller økning av såkalte kromoforne grupper er en sannsynlig forklaring.

Når humusvann utsettes for ultrafiolett (UV) bestråling, en stråling som ikke er synlig for det menneskelige øye, vil det sende ut synlig lys. Man sier at stoffer fluoriserer ved UV-bestråling.

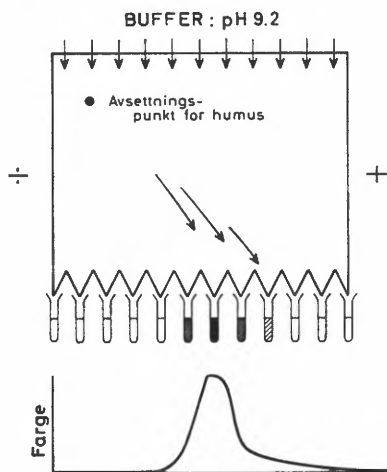
Det skal her innskytes at UV-bestråling også virker nedbrytende på humusmolekylet, idet man ved tilstrekkelig ultrafiolett strålingsdose kan få alt det organiske stoff omdannet til karbondioksyd:



Humus har under normale forhold en netto negativ overskudds-ladning, dvs. at humus vil bevege seg mot anoden (den positive pol)

i et elektrisk spenningsfelt. Dette kan enkelt demonstreres på følgende måte (se fig. 3): Man henger et filtrerpapir over kanten på et kar som er fylt med en elektrolytt (dvs. en væske som er strømlende). Dette karet holdes fullt til enhver tid, og man vil derved få en kontinuerlig væskestrøm nedover papiret. Papirets nedre del er klipet som vist på figuren, og under hver spiss er plassert reagensrør som samler opp «dryppene». Forsøket utføres ved at et konsentrat av humusvann sprøytes kontinuerlig mot papirets øvre del samtidig som det påtrykkes en spenning over papirflaten.

### PAPIR ELEKTROFORESE



*Fig. 3. Fraksjonering av humusvann ved papirelektroforese.*

Humusstoffene føres nedover på grunn av den vertikale elektrolyttstrøm, men vil på grunn av netto negativ ladning bøyes av mot den positive pol.

Det skal her tilføyes at man også har vist ved forsøk at under bestemte pH-betingelser er en del av humusen i et farget vann elektrisk nøytral.

### Behandlingsmetoder

Her i landet har vi ikke noen faste regler for maksimalfarge av vårt bruksvann. I enkelte lokaliteter er som nevnt de vannkilder som er til disposisjon så humusrike at en eller annen form for rensing er påkrevet.

Det er tre prinsipielt forskjellige rensemetoder i bruk i dag for fjerning av farge. Disse er: filtrering, bleking og koagulering. Valg av rensemetode vil i stor grad avhenge av råvannets sammensetning, dets farge og hvilke krav man stiller til fargen og konsentrasjonen av det organiske stoff i det rensede vann. Økonomien spiller selvsagt også en rolle i vurderingen.

Den billigste og enkleste rensemetode både i anlegg og drift er *filtreringsanlegg*, men dette er også den metode som har den minste fargefjernende effekt. Filtrering kan foregå ved at vannet blir presset forholdsvis langsomt gjennom et lag av en spesiell type sand.

Effekten av slik behandling er vanligvis liten; man oppnår å fjerne fargede partikler, men når det gjelder den del av fargen som er i løsning, fjernes vanligvis mindre enn 10 %.

*Blekemetoden* går ut på å tilsette et oksydasjonsmiddel. Ozon som er sammensatt av tre atomer oksygen ( $O_3$ ), er et vel egnet reagens i denne forbindelse. Denne tilsetning som vanligvis gjøres etter at eventuelle partikler er fjernet (f.eks. ved mikrosiling), resulterer i en reduksjon av fargen. Forsøk har vist at denne blekeprosess bl.a. består i en «oppsplitting» av molekylene. Man kan si at det foregår en ufullstendig oksydasjon av humusen fordi konsentrasjonsdifferansen av det organiske stoff før og etter ozonering som regel er liten. Med andre ord ozonering resulterer i en fargereduksjon, men denne behandling gir bare i liten grad en reduksjon av mengden organisk stoff.

Den mest effektive metode for fjerning av humus fra vann er *fel-ling eller koagulering* som denne metoden også kalles. Det ligger i navnet at prinsippet for denne rensemetode er å bevirke at løseligheten av humusfargen reduseres i den grad at humusen felles ut. Den utfelte humus kan så skilles fra vannfasen ved f.eks. sedimentering og filtrering.

En slik utfelling av humus kan man oppnå ved å tilsette f.eks. aluminiumsulfat. Mekanismen for den prosess som finner sted er ikke klarlagt, men det antas at humusens elektriske egenskaper er av vesentlig betydning.

Når aluminiumsulfat settes til det aktuelle vann vil det dannes fnokker som av utseende kan sammenliknes med snøfnugg. Hver av disse fnokkene som består av hydratisert aluminiumsulfat, har en stor overflate, og forenklet kan man si at overflaten består av negative og positive ladede flater.

De negativt ladede humusmolekyler vil «hekte» seg på de positive flatene på aluminiumsulfatfnokken og blir sammen med fnokken fjernet fra vannfasen.

Rensemetoden kalles også fullrensing fordi man i tillegg til humus også fjerner en rekke andre stoffer.

Metoden er meget effektiv, men både anleggs- og driftsomkostningene er høye, og dette må derfor også anses å være det mest kostbare alternativ.

### Sluttbemerkninger

Vi har altså i dag midler til å rense humusvann i tilfredsstillende grad, men til en forholdsvis høy pris.

Det er sannsynlig at kravene til rent vann vil stige i fremtiden,

også når det gjelder den naturlige farge. Selv om vi må regne med å bruke en betydelig del av våre faglige ressurser på de problemene som menneskene selv har forårsaket når det gjelder vannforurensning, så kan man ikke neglijsjere denne «naturlige forurensning». Et engasjement her er ønskelig dels på grunn av økende krav til kvalitet, og dels på grunn av at vi foreløpig ikke vet hvilke problemer humus skaper i kombinasjon med de sivilisatoriske tilførsler av forurensninger til våre vassdrag.

Kunnskap om et onde er den første forutsetning for å kunne bekjempe det.

Blindern, 21. juli 1972



### ALF LANGSÆTER 75 ÅR

Skogdirektør dr. Alf Langsæter fylte 75 år den 24.6.1972. Jubilanten kan se tilbake på et fremragende arbeid som forsker og administrator både som forsøksleder i Det norske Skogforsøksvesen og som skogdirektør i Landbruksdepartementet. Sistnevnte embede hadde han fra 1948 til oppnådd aldersgrense. Her i Myrselskapets medlemsblad vil vi først og fremst takke for interessen for myrsaken. Dr. Langsæter var medlem av Det norske myrselskaps representantskap fra 1949 til 1965. Han var også på denne måte en god støtte for vårt Selskap.

Av dr. Langsæters mange hedersbevisninger må først og fremst nevnes: Ridder av 1. klasse av Den Kongelige Sankt Olav's orden, Kommandør av Dansk Dannebrog's orden og Kommandør av Svenska Vasaordenen. Han har Storkors av Ås Studentersamfunns orden «Hestehoven» og Norsk Forstmannsforenings orden «Den grønne gren».

Vi gratulerer i anledning milepelen og ønsker alt godt i fremtiden.

O. L.