

## Forurensinger i Haldenvassdraget

*Et gruppearbeid ved  
Halden lærerskole*

*Av Audun Gussgard  
(Skoleforum 15/1976)*

Økologi/miljøvern er fagdisipliner som i de senere år ser ut til å ha vunnet varig innpass i norsk skole. Forurensningsproblematikk/vassdragsvern er viktige delemner innen denne sektor. Her ligger det godt til rette for å kunne drive meningsfylt feltarbeid som elevaktiviteter i vassdrag i lokalmiljøet. Dersom et slik arbeid gjøres systematisk gjennom en årrekke, vil det kunne fremskaffe verdifulle data av samfunnsnyttig karakter – samtidig som elevene blir ført inn i praktiske arbeidsmetoder for slike feltundersøkelser. Dette kan bli elevaktiviteter der elevene med rette får inntrykk av å være med på å løse matnyttige arbeidsoppgaver, oppgaver som ofte vil sette krav til å kunne formulere problemstillinger og som kan utfordre elevenes skapende fantasi. Altfor mange elevøvelser i norsk skole bærer etter mitt syn preg av å følge en ferdiglaget og detaljert arbeidsoppskrift. Denne tradisjonelle elevøvelsestype bør suppleres med elevaktiviteter der elevene virkelig er med på å fremskaffe ny og derfor ofte spennende informasjon.

I det følgende skal jeg referere «Undersøkelser av Tista – forurensninger fra Saugbrugsforeningen m.m.», et gruppearbeid som ble utført høsten 1975 av studentene på biologi 1/2-årsenhet ved Halden lærerskole.

Bio-avdelingen tar i denne sammenheng sikte på å finne fram til et fornuftig fast måleprogram

som skal inngå i vår årlige arbeidsrutine, og det skal bli spennende å se hvilke effekter vi kan registrere når det gjelder virkningen av de renssetiltak som nå er igangsatt i Haldenvassdraget/Iddefjorden! Vi håper fra neste år å kunne utvide målingene med stasjoner i Iddefjorden, der vi bl.a. vil måle vannets siktbarhet og oksygeninnhold. Kjemiavdelingen ved Saugbrugsforeningen har stilt seg meget imøtekommende og vil i tilknytning til vårt arbeidsprogram gi våre studenter noen forelesninger om pensetiltak som er satt i gang av Saugbrugsforeningen, samt gi oss en innføring i problemstillinger omkring byggingen av nye rensanlegg.

### **Måleutstyr**

Det ble brukt følgende måleutstyr høsten 1975:

La Motte Chemical: Totalt joneinnhold, Nitrat★, Fosfat, Klorid.

Tetra-Test: pH, Nitrit★, Hardhet = Calciuminnhold.

«Egne målemetoder»: Innhold av organiske stoffer, Sulfat.

### **Omtale av målestasjonene**

*Stasjon 1* ligger nær utløpet av Femsjøen. Vannet herfra brukes bl.a. som drikkevann i Halden og til industriformål av bedriftene langs Tista (som renner fra Femsjøen og munner ut i Iddefjorden ved Halden).

*Stasjon 2* ligger i Tista ovenfor hoveddelen av papir/tremassefabrikken Saugbrugsforeningen – som er en hovedårsak til forurensningen av Tista/Iddefjorden.

*Stasjon 3* ligger i Tista noen hundre meter nedenfor nedre utslipp fra Saugbrugsforeningen.

*Stasjon 4* er utløpet av Schultzebekken, en lukket «kloakkbekk» som renner gjennom Halden og munner ut i Tista ca. 100 m nedenfor stasjon 3. Bekken er resipient for en god del husholdningskloakk og for småbedrifter i Halden. Denne bekken har en svært varierende vannføring, og måleresultatene herfra kan derfor neppe uten videre sammenliknes fra år til år, men det kan være artig å kvalitativt sammenlikne med Tista (= forurensninger fra Saugbrugsforeningen).

## Arbeidsbeskrivelse + Måleresultatskjema

Se vedlegg 1 og 2.

### Diskusjon av måleresultatene

*Farge/lukt* av vannet viste naturlig nok store forskjeller for stasjonene i Tista nedenfor og ovenfor Saugbrugsforeningen. Det er imidlertid vanskelig å kvantifisere disse observasjonene slik at sammenlikninger med vannprøver fra ulike år blir meningsfylte.

*Surhet pH:* Det er åpenbart at en viktig forurensningskomponent fra Saugbrugsforeningen er syreutslipp, idet det er stor forskjell på pH-verdiene for stasjon 2 og 3. Det er interessant å sammenlikne med forholdene i Schultzebekken (stasjon 4) som har en forurensningseffekt som gjør vannet i denne bekken basisk.

*Totalt joneinnhold:* Målemetoden baserer seg på jonebytte/kjemisk felling. Det er tydelig at Saugbrugsforeningen slipper ut betydelige mengder med joner, da joneinnholdet i Tista nedenfor Saugbrugsforeningen (stasjon 3) er mangedoblet sammenliknet med joneinnholdet i Tista ovenfor Saugbrugsforeningen (stasjon 2). Også Schultzebekken er betydelig forurenset av joner.

De påfølgende rubrikker i vårt måleresultatskjema gir uttrykk for våre bestrebelse med å kartlegge *hvilke* joner som er viktige forurensningskomponenter. Når det gjelder positive metalljoner, har vi påvist et betydelig utslipp av  $\text{Ca}^{++}$  fra Saugbrugsforeningen. Schultzebekken hadde et enda større innhold av  $\text{Ca}^{++}$  joner pr. liter vann enn Tista stasjon 3. Når det gjelder målingene av  $\text{Ca}^{++}$  joneinnholdet (= hardhet) er det forvirrende mange målesystemer som dels brukes om hverandre i de ulike land. Vårt Tetra-Test utstyr opererer med «Tyske hardhetsgrader» der 1 hardhetsgrad tilsvarer 10 mg CaO pr. liter vann. I Norge er det ofte vanlig å angi hardheten direkte som antall mg CaO pr. liter.

Det ble også påvist et innhold av  $\text{NH}_4^+$  joner i Tista nedenfor Saugbrugsforeningen.  $\text{NH}_4^+$  innholdet i Schultzebekken var imidlertid betydelig større.

Når det gjelder negative joner, viser

måleresultatskjemaet at vi ikke kan registrere  $\text{NO}_3^-$  joner som utslipp fra Saugbrugsforeningen. Vi har imidlertid påvist  $\text{NO}_2^-$  joner i Tista på stasjon 3. Dette antas å skyldes bakteriell virksomhet, en virksomhet som i så fall synes å være større i Schultzebekken.

Fosfatinnhold ble knapt registrert i Tista, men Schultzebekken inneholdt en del fosfat. Det er rimelig å tro at fosfatinnholdet i bekken kan skyldes bekkens innhold av husholdningskloakk med bl.a. utslipp av fosfatholdige vaskemidler.

Klorid var en målbar forurensningskomponent fra Saugbrugsforeningen (enda større kloridinnhold i Schultzebekken!).

Sulfatjoner synes å være den mest betydelige forurensningskomponent fra Saugbrugsforeningen blant de anjonene vi målte. Vi mangler på Bio-avdelingen ferdigkjøpt utstyr for kvantitative målinger av sulfat, men håper at vår metode med felling av Ba-sulfat fra en inn-dampet vannprøve er brukbar.

### Organiske stoffer

Som det fremgår av forsøksbeskrivelsen, har artikkelforfatteren selv målt innholdet av sedimenterbart organisk stoff i en vannprøve fra stasjon 3 (etter at studentene hadde avsluttet feltarbeidet).

Med 150 ppm tørrstoff som gjennomsnittsverdi betyr det med en midlere vannføring i Tista på  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  et årlig utslipp av sedimenterbart organisk tørrstoff på 142 tonn! Dette tallet er åpenbart altfor høyt og viser at langt mer omfattende prøver må til for å kunne ha grunnlag for å trekke noen konklusjoner om forurensningens størrelse på årsbasis. Vannføring og strømforhold i Tista, evt. temporære utslipp fra bedriften etc. gjør slike vurderinger relativt kompliserte.

En testprøve av tørt filtrat utført av artikkelforfatteren gav klar positiv lignintest, mens tilsvarende cellulostest ikke var overbevisende positiv. (Studentene påviste ikke lignin, men hadde svært lite utfellingsmateriale å arbeide med – bunnfall fra 1 l vann fra stasjon 3 som hadde stått på skolen i 2 uker. Forsøks-

beskrivelsen er derfor i artikkelen på dette punkt utformet slik artikkelforfatteren mener det vil lønne seg å arbeide seinere år.)

### Konklusjon

De viktigste forurensningskomponenter som vi har målt i Tista nedenfor Saugbrugsforeningen og som i hovedsak må antas å være utslipp fra bedriften, er:

1. Utslipp av organisk stoff – som i alle fall inneholder lignin.
2. Utslipp av div. joner:
  - a) Positive joner: Betydelig syreutslipp (=  $H^+$  joner), en del  $Ca^{++}$  joner, noe  $NH_4^+$  joner.
  - b) Negative joner: Mest  $SO_4^{--}$  joner, en del  $Cl^-$  joner. Målbart nitritinnhold kan indikere bakteriell virksomhet.

Forurensningene i Schultzbekken hadde en noe annen karakter. Vannet var svakt basisk til forskjell fra Tista stasjon 3. Vannet inneholdt betydelige mengder  $Ca^{++}$  joner og  $NH_4^+$  joner. Det viktigste negative jon synes å være  $Cl^-$ . Det store innholdet av  $PO_4^{--}$  sammenliknet med Tista tilskrives bekkens innhold av husholdningskloakk. Innholdet av nitrit kan indikere bakteriell virksomhet.

### Etterord

Våre måleresultater og vurderinger ble oversendt sjefen for kjemiavdelingen ved Saugbrugsforeningen, siv.ing. Per Hallan, til evt. vurdering. Han skriver i sitt svar:

«Jeg vil først få lov å gi min kompliment til selve opplegget. Det var interessant å se at elev øvelser kan anvendes på områder i samfunnet som er dagsaktuelle. Det må jo virke inspirerende på såvel lærere som elever.

De analyser som er brukt, gir en god karakterisering av vannets kvalitet. Det eneste man kan si mangler for at bildet skulle vært fullstendig, er en måling av det biologiske oksygenforbruket. Dette er imidlertid en meget vanskelig analyse som krever lang erfaring. Vi utfører heller ikke den analysen ved vårt laboratorium.

Vi tar ikke regelmessige analyser av vannet i

Tista og har lite underlag for en sammenligning med elevenes resultat. Det synes imidlertid som om analyseverdiene ligger på et riktig nivå.

Etter å ha lest de tilsendte analyseforskriftene har jeg ikke lenger noen innvending mot måten totalt joneinnhold er bestemt på. Når det gjelder sulfatbestemmelsen, vil det – som jeg nevnte i telefonen – være fare for en samtidig utfelling av lignosulfonater. Disse kan fjernes ved gløding av det avfiltrerte stoffet. Ved å bruke askefritt filterpapir kan man gløde uten å fjerne papiret.

Jeg vil foreslå at man i betegnelsen sedimenterbare stoffer sløyfer ordet organisk, så lenge man ikke skiller mellom uorganisk og organisk materiale. Når det gjelder påvisning av lignin og cellulose i det sedimenterte stoffet, har jeg ikke noe å bemerke til de anvendte analysemetodene. Man må imidlertid være klar over at lignin-testen bare vil være positiv for vedfibre med høyt lignininnhold (f.eks. tremasse), mens cellulose testen bare gir positive utslag på vedfibre med lavt lignininnhold (f.eks. blekte og ublekte kjemisk fremstilte masser). I motsatt fall vil man i begge tilfellene få en gulfarging av fibrene. Ved hjelp av mikroskop kan man av gjøre hvilke fibertyper som er til stede. For elevene vil det vel være mest interessant å bestemme om bunnfallet inneholder vedfibre.

Jeg håper skolen får anledning til å fortsette med disse elevøvelsene, og at man med tiden vil kunne registrere den forbedring av vannkvaliteten som vi alle regner med skal komme. Hvis det er noe vi kan hjelpe med, vil vi gjerne det.»

★ Det kan virke noe «uryddig» at bruksanvisningene for måleutstyret fra La Motte Chemical og Tetra-Test ikke korresponderer helt når det gjelder benevninger. La Motte utstyret angir f. eks. nitratinnholdet i mg *nitrat* pr. liter, men Tetra-Test angir nitritinnholdet i mg *nitrogen* pr. liter. Dette spiller imidlertid mindre rolle når en er oppmerksom på det, og det er jo enkelt ved hjelp av atomvektene å beregne sammenliknbare størrelser dersom en ønsker å sammenlikne nitrat- og nitritinnhold.

### Vedlegg 1.

#### Arbeidsbeskrivelse for undersøkelse av Tista, forurensninger fra Saugbrugsforeningen m.m

Ta vannprøver fra:

Stasjon 1: Femsjøen, ved Pumpehuset.

Stasjon 2: Tista ovenfor Saugbrugs – plass for tømmervelting like nedenfor Skaaningsfoss bro.

Stasjon 3: Tista nedenfor Saugbrugs – tvers overfor firma Stamsaas.

Stasjon 4: Utløpet av Schultzebekken – munn ut i Tista 100 m nedenfor stasjon 3.

A. Sml. farge og lukt for de 4 vannprøvene.

B. Sml. surhetsgrad for de 4 vannprøvene (Tetra-Test).

C. Totalt joneinnhold (= Total dissolved Solids – La Motte-utstyr). Vannprøve 3 og 4 testes. Hvis prøve 3 gir positive verdier, undersøk prøve 2, til sist evt. prøve 1.

D. Hardhet (=  $\text{Ca}^{++}$  innhold) (Tetra-Test). Vannprøver fra alle stasjoner.

E. Vannprøve 3 og 4 testes for Nitrat (La Motte utstyr) og Nitrit (Tetra-Test utstyr) og Ammonium (La Motte utstyr). Hvis vannprøve 3 positivt: test vannprøve 2 evt. til slutt vannprøve 1.

F. Vannprøve 3 og 4 testes for Fosfat (La Motte utstyr). Hvis vannprøve 3 positiv, test vannprøve 2, evt. til slutt vannprøve 1.

G. Vannprøve 3 og 4 testes for Klorid (La Motte utstyr). Hvis vannprøve 3 positiv, test vannprøve 2, evt. til slutt vannprøve 1.

H. Sulfat: Vi har ikke spesielt utstyr til sulfat-test. Jeg foreslår følgende metode: Evt. sulfat felles med  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .  $\text{BaSO}_4$  er tungt oppløselig og vil felles ut som et hvitt stoff. Da sulfat antakelig finnes i så små mengder at en ikke vil kunne se at vannet blakkes ved fellingen, foreslås testen gjort med en inndampet vannprøve slik:

1 l vann fra stasjon 3 dampes inn til ca. 10–15 ml og tilsettes litt konsentrert  $\text{HNO}_3$  (for å hindre evt. utfelling av karbonater og hydrokysyder). Det tilsettes  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  oppløsning. Utfelling av evt. sulfat vil skje som  $\text{BaSO}_4$ .

Dette filtreres gjennom et standard filterpapir. Filtratvæsken testes for ordens skyld med  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  for å verifisere at alt sulfat er felt ut. Filterpapiret med utfelt  $\text{BaSO}_4$  tørkes og veies – trekk fra vekten av et tørt standard filterpapir. Differansen angir mg  $\text{BaSO}_4$  pr. liter. Ut fra atomvektene kan sulfatjonekonsentrasjonen beregnes.

I en bøtte med vann fra stasjon 3 som har stått på skolen i 4 uker, kan en se noe geleaktig fibret stoff. Det er i hovedsak organisk stoff som skyldes utslipp fra Saugbrugsforeningen.

a) Mål mg tørrstoff organisk stoff pr. liter vann.

b) Gjør Lignin- eller Cellulosestest for om mulig å finne ut hva det organiske stoffet består av.

#### Metode for Lignin-test:

Litt av stoffet legges på et objektglass. Tilsett 3 dråper Floroglucin (0,1 g i 10  $\text{cm}^3$  95 % alkohol). Materialet i dråpen ca. 1 minutt.

2 dråper konc. HCl et annet sted på objektglasset. Overfør testmaterialet til HCl. Objektglasset varmes. Testmaterialet blir rødfarget hvis det inneholder Lignin.

NB! For kontroll: Ta en liten fyrstikkbit og legg den ved siden av testmaterialet i Floroglucin og Saltsyrebade. Da vil du se at fyrstikken farges rød.

#### Metode for Cellulose-test:

Materialet på et objektglass i sterk KJ oppløsning (1,5 g J + 3 g KJ i 60  $\text{cm}^3$  vann) i ca. 1 minutt. Over i  $\text{ZnCl}_2$  oppløsning (2 deler  $\text{ZnCl}_2$  i 1 del vann). Resultat: blåfarge – cellulosen blir hydrolysert til monosakkarid som blåfarges av jod. (Merk: blåfargen forsvinner ved evt. oppvarming!)

NB! For kontroll: Test fargemetoden på utdelt celluloseprøve.

## Vedlegg 2.

## Måleresultatskjema.

(Analyse av Tista høsten 1975.)

Målestasjon	1	2	3	4	Analysert av Gruppe	Merknader
Farge	klar	klar	gulaktig	gulaktig mindre enn st. 3	7	
Lukt	svak lukt	nesten lukt ikke	sterk lukt	lukt	7	
Surhet (pH)	6,4	6,4	lavere enn 4,8	7,3	7	
Totalt joneinnhold	30 ppm —	15 ppm —	145 ppm 150 ppm	100 ppm —	4 6	angitt som ppm CaCO <sub>3</sub>
Hardhet = Ca <sup>++</sup> innhold	1 (GH) <sup>o</sup> —	1 (GH) <sup>o</sup> 0,5(KH) <sup>o</sup>	3 (GH) <sup>o</sup> 0,5(KH) <sup>o</sup>	6 (GH) <sup>o</sup> 2,5 (KH) <sup>o</sup>	1	1 (GH) <sup>o</sup> : 10 mg CaO pr. l 1 (KH) <sup>o</sup> : 10 mg CaO pr. l
Ammonium	—	mindre enn 1 ppm 0	3,0 ppm 1,0 ppm	4,0 ppm	7	angitt som ppm NH <sub>3</sub>
Nitrit	—	0	0,02 mg N/l	0,07 mg N/l	7	
Nitrat	—	—	0	spor mindre enn 2 ppm NO <sub>3</sub>	7	
Fosfat	mindre enn 0,2 ppm —	mindre enn 0,2 ppm —	0,2 ppm 0,2–1 ppm	1,0 ppm 2,0 ppm	2 8	angitt som ppm PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
Klorid	— —	0 —	10 ppm tilstede mindre enn 20 ppm	40 ppm tilstede mindre enn 20 ppm	3 5	angitt som ppm Cl <sup>-</sup>
Sulfat	— —	— —	58 ppm 25 ppm	— —	2 8	angitt som ppm SO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
Lignin	—	—	0 0 tilstede	—	4 6 artikkel- forf.	
Cellulose	—	—	0 spor spor?	—	4 6 artikkel- forf.	
Sedimentert organisk stoff	—	—	150 ppm	—	artikkel- forf.	

— i rubrikkene ovenfor betyr: *ikke målt*