

# Landbrukets bidrag til forurensningen av Vansjø-Hobølvassdraget

Av Torodd Hauger

Torodd Hauger er siv.ing. fra NTH 1974. Han er overingeniør i Østfold fylkeskommune.

*Innlegg holdt i Norsk Vannforening  
29. januar 1980.*

Vansjø er blant de innsjøer her i landet hvor eutrofieringsutviklingen de senere år har gått urovekkende raskt. Vannmassenes innhold av plantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen er blitt mer enn fordoblet i løpet av den siste 15-års perioden. Dette har resultert i en omtrent tilsvarende økning i mengden planktonalger, samtidig som flere av de grunne/områdene i innsjøen nå trues av fullstendig tilgroing med vannplanter. En oppblomstring av blågrønnalgen *Oscillatoria agardii* i 1979 bekrefter at innsjøen er kommet i ulage (2) (3) (5) (6).

Det bor idag noe i overkant av 20.000 mennesker i nedbørfeltet som fordeler seg med ca. 75% i tettbygdte områder og ca. 25% i spredt bebyggelse. Det er lite med industri, men landbruksaktiviteten er derimot stor. Nærmere 14% av nedbørfeltet er dekket med landbruksarealer (dyrket mark og eng) og av gårdsbruk med husdyrhold finnes med stort og smått ialt 217 bruk (1978).

I forbindelse med utarbeidelsen av et handlingsprogram for gjennomføringen av nødvendige opprydningsarbeider, ble det laget et forurensningsredskap for vassdraget. Grunnlaget for beregningene framgår av tabell 1.

Det bør bemerkes til tabellen at det i beregningene over forurensningstilførsler fra husholdninger er tatt hensyn til type sanitæranlegg/avkloakking og antagelser om tilførringsgraden til det enkelte avløpsanlegg.

Spesifikke avrenningsverdier for nitrogen fra gjødslet mark er fastsatt på grunnlag av NIVA's anbefalinger i A2-32 «Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snau fjell og jordbruk (7)». Når det gjelder fosfor, foreslås det brukt 200 kg pr. km<sup>2</sup> dyrket mark og år for Østlandsområdet. H. Lundekvam (personlig meddelelse) har imidlertid antydnet at nyere resultater fra sammenlignbare forsøksfelter i Rakkestad tyder på at denne verdien er noe høy. Da det videre er rimelig å anta at avrenningen har avtatt noe de senere år som følge av innføringen av husdyrgjødselsforskriftene og reduksjonen i husdyrantallet, har en i beregningene benyttet 120 kg pr. km<sup>2</sup> og år som spesifikk verdi for tilførsler av fosfor fra gjødslet mark. Denne verdien inkluderer tilførseler fra gjødselkjellere, avrenning som følge av spredning på frossen mark, samt bakgrunnsavrenningen.

Rundt Vansjø og langs tilløpselvene blir betydelige arealer oversvømmet ved flom — totalt omlag 2.500 da. dyrket mark. Det er rimelig å anta at dette med-

Tabell 1. Vansjø — spesifikke forurensningsverdier.

	Totalt fosfor	Totalt nitrogen
<i>Husholdninger</i>	2,5 g pr. pers. og døgn	12 g pr. pers. og døgn
<i>Landbruk</i>		
— Totalt fra dyrket mark og gjødelskjellere (inkl. bakgrunnsavrenning)	120 kg pr. km <sup>2</sup> og år	3 800 kg pr. km <sup>2</sup> og år
— Silopressaft	0,096 kg pr. m <sup>3</sup> masse	0,336 kg pr. m <sup>3</sup> masse
— Melkerom	0,18 kg pr. ku og år	0,18 kg pr. ku og år
<i>Industri</i>	Ifølge opplysninger fra bedriftene	Ifølge opplysninger fra bedriftene
<i>Bakgrunnsavrenning</i> (naturlig avrenning)	6,5 kg pr. km <sup>2</sup> og år	220 kg pr. km <sup>2</sup> og år

fører en betydelig merutvasking av næringsstoffer. En har imidlertid funnet det vanskelig å foreta en nærmere kvantifisering av dette bidraget.

Bidraget fra industrien er beregnet ut fra opplysninger fra den enkelte bedrift. Forurensninger fra overflateavrenning (urbane områder), fra hyttebebyggelse og søppelfyllplasser antas å være av underordnet betydning og er derfor ikke tatt med i beregningene.

Ifølge forurensningsregnskapet, som selvfølgelig er beheftet med en betydelig grad av usikkerhet, utgjør landbrukets fosforbidrag nærmere 50% av de sivilisatoriske tilførsler til vassdraget, og hele 80% av de totale nitrogen tilførsler, jfr. tabell 2.

Et sentralt spørsmål i denne forbindelse er om slike forurensningsregnskaper kan legges til grunn for prioritering av tiltak, m.a.o. om effekten (biologisk respons) av de ulike forurensningskilder tilsvarer

Tabell 2. Vansjø — teoretisk beregnede forurensningstilførsler.

	Totalt fosfor (tonn/år)	Totalt nitrogen (tonn/år)
— Fra husholdninger	11,5	66,1
— Fra landbruk	11,6	357,6
— Fra industri	0,8	31,5
— Sivilisatoriske utslipp	23,9	455,2
— Bakgrunnsavrenning	4,2	143,0
<b>TOTALT</b>	<b>28,1</b>	<b>596,2</b>

den tallmessige andel av de totale tilførsler. Den biologiske effekt i resipienten vil foruten de rent mengdemessige forhold også være bestemt av på hvilken årstid næringsstoffene blir tilført vassdraget, den form stoffene foreligger i (tilgjengelighet) og ikke minst resipientens egenskaper (hydrodynamiske forhold, næringsomsetning m.v.). Generelt bør man derfor benytte slike forurensningsregnskaper med stor forsiktighet i praktisk forvaltning.

Fosfor som vaskes ut fra gjødslet mark vil i stor grad være knyttet til partikler, og foreligger da enten som krystallinsk bundet, adsorptivt bundet til partikler eller ved at fosforet inngår som komponent i partikulært organisk materiale. Det er imidlertid lite kjent hvor stor andel av landbrukets fosforbidrag som er partikkelbundet og hvordan dette fordeler seg på de nevnte hovedtyper av partikulære forbindelser.

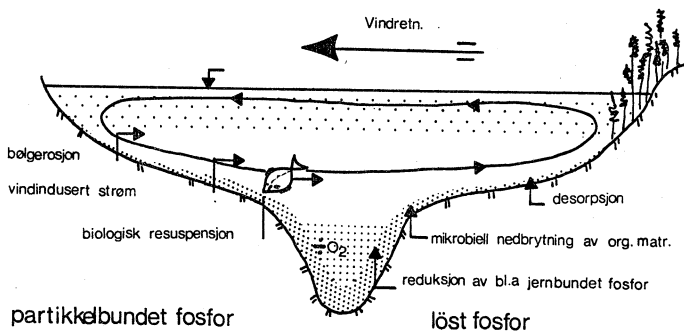
Selvom landbruksavrenningen kvantitativt utgjør et vesentlig bidrag til fosforbelastningen på Vansjø, synes likevel den almene holdning å være at gjødslingseffekten er relativt liten. Begrunnelsen synes i hovedsak å være:

- En stor andel av fosforet er partikulært bundet, og dermed mindre tilgjengelig som plantenæring enn f.eks. fosfor i kommunal kloakk.
- Partikkelbundet fosfor vil i stor grad bli sedimentert og dermed unndratt næringskjeden.
- Jordpartikler (leire, silikatmineraler m.v.) vil adsorptivt binde til seg fosfat.
- En overveiende del av landbruksavrenningen finner sted under snøsmeltingen når vekstmulighetene forøvrig er sterkt reduserte bl.a. på grunn av opsløpmet leire, og lav temperatur.

Den største svakheten ved en slik «bevisførsel» er at en ikke har vurdert mulighetene for at det senere vil kunne finne sted en desorpsjon av bundet fosfor, og deretter transport av fosfat fra sedimentet og ut i vannmassene. Det er kjent at sedimentene deltar i de biokjemiske sykluser i innsjøer, og er derfor en del av systemets **struktur** og funksjon. Viktige faktorer i denne forbindelse synes å være morfologi, samt de hydrodynamiske og biologiske forhold i vannsystemet. Sedimentets deltakelse i stoffomsetningen vil således variere fra innsjø til innsjø.

Ut fra dagens generelle kunnskaper om næringsomsetningen i innsjøer og den hydrologiske, kjemiske og biologiske viten som er ervervet gjennom flere års undersøkelser i Vansjø-Hobølvassdraget, skal en her punktvis peke på enkelte forhold som i dette vassdragssystemet bidrar til at gjødslingseffekten av det fosfor som stammer i fra landbruket trolig er langt større enn tidligere antatt. Som det fremgår er fremstillingen relativt grov, og det er ikke gjort forsøk på å vurdere den relative betydning av de forhold/prosesser som er nevnt.

- Utenom Vansjø er alle større innsjøer og vann i dette vassdraget beliggende i periferien av nedbørfeltet. Mulighetene for permanent akkumulering av forurensninger (selvrensing) utenfor Vansjø er derfor liten. En kan her gå ut fra at det meste av de produserte landbruksforurensninger vil nå Vansjø før eller senere. En midlertidig sedimentering av partikler vil nok finne sted på stilleflytende elvestrekninger under liten vannføring, men dette materialet vil imidlertid bli erodert og fraktet videre under neste flom.



Figur 1. Forhold/prosesser som bidrar til transport av fosfor fra sedimentet til vannmassene i en innsjø.

— Målinger har vist at en meget stor andel av årstransporten av næringssalter finner sted under vårfloppen. Forøvrig er også de høyeste fosforkonsentrasjoner i tilløpselvene målt på stigende vannføring under flom.

Reguleringsbestemmelsene for Vansjø forutsetter at innsjøen benyttes som dempningsmagasin. Av den grunn blir vannstanden senket ca. 1,70 meter under vinteren, d.v.s. vannvolumet reduseres med ca. 20%. Uttappingen vil p.g.a. temperaturforholdene skje fra det øvre vannlag som på denne årstiden inneholder lite næringsstoffer. Når en såpass stor andel av innsjøens vannvolum erstattes med næringsrikt flomvann, vil dette nødvendigvis prege næringsforholdene. Målinger i Vansjø bekrefter dette (6).

Reguleringen kan synes å være spesielt uheldig i enkelte av innsjøens grunne fjordarmer, som forøvrig har liten gjennomstrømning. Her styres vannutskiftningen nesten utelukkende av vannstandsvariasjoner i innsjøen, og dempningsmagasinet utgjør nærmere halve vannvolumet.

— Adsorpsjon/desorpsjon av fosfat på/ fra uorganiske partikler er avhengig av en kjemisk konsentrasjonslikevekt. Ved flom når fosfatkonsentrasjonen i vannet er høy, vil forholdene således ligge tilrette for at fosfat adsorberes til partikler og sedimenteres med disse. Allerede i juni-måned er imidlertid algeveksten kommet så godt igang at vannet omtrent er fritt for fosfat (vekstbegrensende faktor). Konsentrasjonslikevekten tilsier da at fosfat vil frigjøres ved desorpsjon fra sedimentet (8).

— Under den mikrobiologiske mineraliseringen av sedimentert stoff vil det gradvis bli frigjort næringssalter.

— De siste årene er det regelmessig under stagnasjonsperiodene blitt registrert anaerobe forhold i dyplagene. Målinger bekrefter at dette resulterer i en økt uttransport av fosfor.

— En effektiv resuspensjon av næringssalter er først og fremst betinget av en vertikal omrøring av vannmassene. Dette betinger igjen en god vind-

eksponering av innsjøoverflaten og labil vannsøyle; d.v.s. liten eller ingen temperatursjiktning. I store deler av Vansjø er begge disse betingelser oppfylt under det meste av den isfrie sesongen.

- Etter perioder med kraftig vind er det dessuten registrert en påtagelig økning i vannets partikkelinnhold. Dette skyldes at vindinduserte strømmer og bølgeaktivitet hvirvler opp materiale fra grunne bunnsedimenter. Det er rimelig å anta at dette bidrar til å øke mulighetene for at sedimentets forråd av løst og adsorptivt bundet fosfor igjen kan bli brakt i omløp (resuspensjon) (9).
- I en grunn innsjø som Vansjø er bunndyraktiviteten stor. Da Vansjø også har en stor andel av de fiskearter som primært beiter på bunndyr (brasme, flre m.fl.) vil fisken her fungere som «fosfatpumpe» — d.v.s. at mye av de næringsstoffer som er akkumulert i bunndyrene blir som feces sprøytet

ut som finfordelt materiale i vannmassene. Dette materialet vil raskt bli mineralisert og næringssaltene frigjort (1) (4).

### Sammendrag

Ut fra teoretiske beregninger over urensningstilførsler til Vansjø, stammer halyparten av de sivilisatoriske fosfortilførsler fra landbruksaktiviteter. En relativt stor andel av dette foreligger bundet til organiske eller uorganiske partikler og vil derfor i stor grad sedimentere i innsjøen. Omfanget av tilbakeføringen av fosfor fra sedimentet til vann er lite kjent. Det er imidlertid vist at sedimentet spiller en mer aktiv rolle i stoffsyklusen i grunne enn i dype innsjøer. Vansjø kan her stå som et eksempel på en innsjø der landbruket sannsynligvis i vesentlig grad har bidratt til en uønsket eutrofieringsutvikling både på grunn av den relativt store landbruksaktiviteten i nedbørfeltet, og som følge av den intime kontakt det er mellom sedimentet og vann.

### LITTERATUR

- (1) *Brabrand, A.* 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, rapport nr. 40: 44 s. Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo.
- (2) *Hauger, T.* 1974. Fysisk-kjemisk undersøkelse av vannsystemet — Hobøl-elva og Vansjø.
- (3) *Hauger, T.* 1979. Vansjø — undersøkelser utført for Moss-Rygge fellesvannverk 1978. 24 s. + bilag.
- (4) *Lamarra, V. A.* 1975. Digestive activities of carp as a major contributor to the nutrient loading of lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol.
- (5) *NIVA.* 1966. Vansjø. En limnologisk undersøkelse utført i tidsrommet januar 1965 — januar 1966. Norsk institutt for vannforskning. 0-5/64.
- (6) *NIVA.* 1977. Vansjø. Undersøkelse 1976—77. Norsk institutt for vannforskning 0-87/75 80 s.
- (7) *NIVA.* 1978. Tilførselen av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, snaujell og jordbruk. A2—32.
- (8) *Ravera, O.* 1978. Biological Aspects of Freshwater. Pollution, Commission of the European Communities, 214 s.
- (9) *Porcella, D. B. et. al.* 1977. Comprehensive management of Phosphorus water pollution, Utah State University, Logan, Utah. 300 s.