

Vassdragsforurensning ved flom

Av Arne Erlandsen

Arne H. Erlandsen er limnolog og ansatt i Vassdragsregulantenenes forening.

Innlegg på møte i Norsk Vannforening 27. oktober 1988.

Flom oppstår fra nedbør. Enten som følge av intens regn, snøsmelting eller begge i kombinasjon. Nedbøren er i utgangspunktet relativt ren, så det er nærliggende å tenke seg en flomsituasjon som rensende for et vassdrag. Dette er ikke alltid tilfellet fordi ulike forurensninger påvirker vassdragene på ulike måter avhengig av type flom og hva slags forurensning som er aktuell. Dessuten tar nedbøren opp en del forurensninger på sin veg som kan skape visse problemer i flomsituasjoner.

Dette vil jeg komme tilbake til, men vil først kort nevne litt om de viktigste forurensningene som våre vassdrag utsettes for.

Forurensninger

Som de vanligste forurensningene regnes eutrofiering/saprobiering, effekter av sur nedbør, miljøgifter og ulike partikkelforurensninger.

Eutrofiering/saprobiering er et stort problem i mange vassdrag i områder med tettbebyggelse og intensivt jordbruk, som i deler av Trøndelag, Rogaland og på Østlandet (SFT 1986).

Utslipp av plantenæringsstoff, særlig fosfor og nitrogen, og organisk materiale fra husholdningskloakk, jordbruk og industri fører til uønsket vekst av alger, høyt innhold av tarmbakterier og stort oksygenforbruk i vannmassene. Dette fører til dårlig drikkevann, dårlig badevann og reduserte rekreasjonstilbud pga. generelt nedsatt vannkvalitet.

Effekten av sur nedbør har ført til reduksjon av ørretstammen i store deler av Sør-Norge. Problemet skyldes langtransportert forurensning, vesentlig svovel og nitrogenforbindelser som forsurer nedbøren og som bidrar til økt utvasking av bl.a. aluminium fra jordsmonnet.

Miljøgifter er også en del av surnedbørproblematikken, men vanligvis forbinder en miljøgifter med utslipp av tungmetaller og organiske mikroforurensninger fra industri direkte i vassdragene. Hovedkilden til tungmetaller i våre vassdrag er utslipp fra gruvevirksomhet og sigevann fra nedlagte gruver. Tungmetallpåvirkningen fører ofte til lokal giftvirkning på bunndyr og fisk.

Partikkelforurensning er et kompleks av problemer og grenseopp-

gangen til «naturlig forurensning» er uklar. Breelver fører store mengder partikler som påvirker miljøet i vassdragene på ulike måter, f.eks. tilslamming, sliping, lyshemming, hindring av næringsopptak hos ulike dyregrupper og innvirkninger direkte på ulike fysiske og kjemiske prosesser i vannmasene. Dette er imidlertid naturlige prosesser som ikke klassifiseres som forurensning.

Erosjon fra jordbruksområder er i dag i fokus pga. forurensende avrenning. En stor del av denne forurensningen er koblet til erosjonspartikler fra jordbruksarealene. Særlig er dette markert fra arealer som ligger på gammel marin leire, dvs. under tidligere marin grense. Menneskelig aktivitet som bakkeplanering og annen jordbearbeiding har gjort disse områdene utsatt for erosjon, men det foregår også erosjonsaktiviteter som må karakteriseres som naturlige for vassdraget. Det er vanskelig å tenke seg en flomdiger elv som drenerer gjennom marine avsetninger uten stor partikkeltransport.

Andre kilder til partikkelforurensninger er finfraksjon av stein fra sprengningsarbeider ved tunneldrift, steinknusing og gråbergavgang fra gruvedrift.

Flomtype og flomforløp vil påvirke disse forskjellige forurensningene på ulike måter. Her nevnes noen eksempler.

Endringer i vannkjemi.

Når nedbør akkumuleres i form av snø bygges det gradvis opp et vannmagasin som har et flompoten-

siale. I områder hvor nedbøren ikke er forurenset vil nedbøren representere en fortynningsfaktor i nedbørfeltet. Under snømeldingen vil det ionefattige smeltevannet blandes med øvrige avrenning og kan føre til markert fortykning av sigevannet. Dette er bl.a. vist ved Jergul på Finnmarksvidda (SFT 1987). I et godt bufret vassdrag der f.eks. pH er styrt av bikarbonatsystemet vil ikke slike smelteepisoder medføre noen dramatisk virkning på det biologiske systemet. Etterhvert som vannet drenerer gjennom nedbørfeltet vil vannet gradvis anrikes på salter og effekten av smelteflommen vil stadig avta. Slike vannmasser vil imidlertid fortynne eventuelle forurensninger, og har derfor en rensende effekt på vassdraget.

I områder hvor nedbøren er forurenset med sure komponenter som sulfat og nitrat og hvor vassdraget er dårlig bufret mot sur nedbør, vil en tilsvarende smelteflom som nevnt ovenfor kunne gi helt andre og klart negative effekter i vassdraget. I deler av Sør-Norge er ørretstammen utryddet eller sterkt truet pga. effekter av sur nedbør. De sure komponentene i smeltevannet fører til en kraftig reduksjon i pH-verdien. Dette sure vannet påvirker aluminiumsfraksjonene i vannet og kan føre til dramatiske konsekvenser for fisken i vassdraget (Henriksen og medarb. 1984).

Dette illustrerer at en flom med samme forløp kan ha forskjellige effekter i to sammenlignbare vassdrag og at effekten i vassdraget

hovedsakelig er bestemt av nedbørkvaliteten.

Forurensning i urbane strøk

I små nedbørfelt i urbane strøk kan en kortvarig intens flom føre til stor uttransport av forurensende stoffer fra nedbørfeltet, og ut i nærmeste resipient. Dette kan være i form av overflateavrenning, men også utspyling av såkalt tørrværsavsetning i dreneringssystemer vil da forekomme. I renseanlegg vil inntrengning av fremmedvann føre til hydraulisk overbelastning som kan resultere i nedsatt rensekapasitet og slamflukt fra anlegget. Utette overvanns- og spillvannsledninger kan i flomperioder føre til at overvannsledningene blir belastet med kloakkvann. Disse faktorene fører til at nærliggende resipienter, f.eks. en innsjø blir sterkt belastet med forurensende stoffer over en kort periode.

Hvor alvorlig effekten av forurensningen blir vil selvsagt avhenge av hva som følger med flomvannet. Forurensninger fra kloakkvann som gir eutrofierende virkning er et klassisk problem.

Dersom flommen får lang varighet vil konsekvensene av forurensningen etterhvert endres. Forutsetter en «konstant» forurensningsproduksjon i nedbørfeltet, vil det etter den første utspylingen bli en økning i fortynningsfaktoren. Er oppholdstiden i resipienten kort, vil flomvannet etterhvert dominere, og graden av forurensning i resipienten vil i stor grad bestemmes av lekkasjer fra kloakkledninger, driftsforstyrrelser i renseanlegg etc.

Sammensatte nedbørfelt

Ovenfornevnte problemstillinger gjelder også i større nedbørfelt, men her er bildet mer komplekst fordi nedbørfeltet og avrenningen blir mer sammensatt.

Eksempelvis er avrenning fra jordbruksområder langt fra entydig som forurensningskilde, og effekten av en flom vil variere sterkt avhengig av areal- og brukstype.

Den totale mengde fosfor blir ofte brukt som indikator på vannets produksjonspotensiale. Uorganisk materiale (vesentlig leire) og organisk materiale (vesentlig fra pressaft og husdyrgjødsel) er de viktigste bærerne av fosfor til vassdragene. Den biologiske responsen er imidlertid avhengig av formen dette fosforet foreligger på, og effekten i vassdraget vil derfor variere avhengig av om det er avrenning fra f.eks. åkerbruk eller arealer med husdyrhold (SFT 1986, Erlandsen og Lingsten 1987).

Selve avrenningen fra silo og gjødselkjellere kan en stort sett betrakte som lite påvirket av flomsituasjoner. I vassdragene fører utslipp av silopressaft til stort oksygenforbruk, og skaper utrivelige forhold for bl.a. fisk. Problemene er størst i perioder med lav vannføring og høy vanntemperatur. Her vil en flom ha en positiv effekt både ved å fortynne forurensningene og ved tilførsel av friskere, mer oksygenrikt vann.

Avrenning fra dyrket mark vil variere sterkt avhengig av jordsmonn, vegetasjonstype, gjødslingsmåte, jordbearbeidingsgrad, drifts-

form, nedbørintensitet etc. Effekten av avrenningen i vassdragene vil også variere. Hovedproblemet har som regel vært uønsket vekst av alger.

Berge og Källqvist (1988) har vist at det er stor variasjon i fosforets tilgjengelighet for algevekst avhengig av fosfortype, fra nærmest utilgjengelig i partikkelholdig brevann, til 58—100% i avrenning fra jorder på Jæren med høstspredd naturgjødsel. I avrenningsvannet fra korndyrkningsarealer varierte tilgjengeligheten avhengig av årstiden avrenningen fant sted, med en middelverdi på 35% og maksimalt 61%.

Ulik biotilgjengelighet skyldes bl.a. at partikler har ulik bindingskapasitet overfor fosfor. Dette fører til at partikler i ulik grad suger til seg fosfor (Mc Allister & Logan 1978, Logan 1982, Krogstad 1985). Når det i tillegg er kompliserte biokjemiske mekanismer som styrer eventuell frigivelse av fosfor fra partikler og sedimenter (se bl.a. Ongley 1982, Sanni 1986), så er det umulig å kvantifisere den forurensende belastning av en flom på et vassdrag.

Partikler og sedimentering

Det faktum at partikulært materiale, særlig leire, har stor adsorptiv kapasitet bl.a. overfor fosfat fører til at partikkelsuspensjoner kommer i en særstilling når det gjelder flom og forurensning.

I en flomsituasjon i et partikkelførende vassdrag vil forurensningene i stor grad være knyttet til partiklene. Partikkeltransporten er størst ved stigende vannføring. Idet

partikkelsuspensjonen når en innsjø vil det foregå en sedimentering, først av de store fraksjonene, men etterhvert også av de mindre partiklene. Hvor mye som vil sedimentere vil variere avhengig av flere faktorer som vannføring, innsjøens størrelse, form, oppholdstid, temperaturforhold mm. (Lick 1982, Rust 1982).

Når det gjelder partikkeltransport i norske vassdrag har en relativt god kjennskap til prosessene og størrelsesordner (Bogen og Nordset 1986, Bogen 1986 a, b). Det som imidlertid mangler, bl.a. for å fastslå hvorvidt en flom virker positivt eller negativt på en forurensningssituasjon, er kjennskap til hva som skjer med partiklene idet de kommer ut i innsjøene. Etter en flom er det ikke uvanlig å finne oppslag i avisene om sterkt forurensete vassdrag. Måleenheten som da er brukt er ofte siktedyp, utseende (gråbrunt) eller antall billass med matjord. At jordtapet har vært stort, og er et problem i deler av jordbruket er en kjennsgjerning. En vet også at det følger en del forurensninger med erosjonsproduktene ut i vassdraget. Men å sette likhetstegn mellom mengden suspendert materiale og forurensning av vassdraget er for lite nyansert.

Krogstad og Løvstad (1988) fant at mindre enn 1% av årlig fosfortilgang til elvene Nitelva, Leira og Rømuva i nedbørfeltet til Øyeren i Akershus ble utnyttet av algene. Mesteparten av fosfortransporten var under flomperioder, men stor vannføring, særlig kombinert med mye suspendert materiale førte til

reduisert algebiomasse i disse periodene.

Øyeren er en av de innsjøene som har vært i fokus i de senere år fordi det produseres mye forurensning i området rundt innsjøen. Innsjøen mottar også store mengder partikulært materiale via tilløpselvene, særlig i flomperioder, og det er gjort relativt gode beregninger av materialtransporten inn i innsjøen. Såvidt jeg kjenner til er det imidlertid ingen som vet hvor mye av dette som renner ut av innsjøen.

Fra en limnologisk synsvinkel er en av de viktigste egenskapene ved partikler i vann at de bidrar til å fjerne stoffer fra selve vannmassene (Hongve 1987). Innsjøer virker som sedimentfeller. Med unntak av en del spesielle, særlig grunne innsjøer (Berge 1987), så fungerer de fleste som fosforfeller, dvs. det renner mer fosfor inn enn det som renner ut.

Tilsvarende vil partikler spille en vesentlig rolle for utfelling og sedimentering av tungmetaller og andre forurensninger (Hongve 1987).

Som tidligere nevnt vil oppholdstiden i resipienten være avgjørende for effekten av en forurensning. En kortvarig «spyleflom» kan føre til strekkelig forurensninger ut i vassdraget til at det kan gi en klar respons, enten i form av økt uønsket algevekst, eller en eller annen gift-effekt dersom forurensningen er av en slik karakter.

Dersom flommen er av lang varighet, og oppholdstiden i resipienten kort, vil forurensningene fortynnes og f.eks. problemalger spyles ut.

Som eksempel mener Løvstad og Hauger (1988) at forholdene med hensyn til problemalger er langt gunstigere i den næringsrike innsjøen Bjørkelangen i perioder med mye nedbør. Dette skjer erfaringsmessig i mange vassdrag med liten flomdempning. I slike tilfeller vil også innsjøene fungere dårligere som sedimentasjonsbasseng og forurensningene, også de partikkelbundne, transporteres langt nedover i vassdraget.

I innsjøer med lang teoretisk oppholdstid, mer enn 5 år, vil effekten av flommenes varighet være vanskeligere å beregne. Innsjøer med lang oppholdstid kan være sårbare ved flom fordi de har stor flomdempningskapasitet og derved tar imot mye av forurensningene som kommer. Nå er imidlertid flomperioder den tid da hovedtransporten til de store innsjøene naturlig skjer. Disse innsjøene er som regel dype og voluminøse og har derfor ofte kapasitet til å omsette/inaktivere forurensningene effektivt.

Selv om en flom ikke nødvendigvis skaper de store forurensningsproblemene i vassdragene, er vassdragene viktige som transportveier for forurensningene under en flom. Utspyling av biologisk materiale produsert under forhold med «normal» vannføring, resuspensjon av sedimenter, samt transport av ulike forurensninger, fører til at flom har stor betydning for forurensning eller gjødsling av våre fjord- og kystområder.

Konklusjon

Flom har stor betydning for transport av forurensninger i vassdragene. En kan imidlertid ikke generelt si at flom skaper forurensningsproblemer i vassdragene.

I områder hvor resipienter nærmest kontinuerlig belastes med gjødselstoffer, organisk stoff etc. vil en flom vanligvis virke opprenskende. Kortvarige flommer, særlig etter lange tørrværsperioder kan imidlertid øke belastningen på en resipient ytterligere ved at tørrværsavsetninger i dreneringssystemene spyles ut.

Utsettes vassdraget for langvarig flom vil den første utspylingseffekten på stigende vannføring normalt etterfølges av et mindre forurenset flomvann. Graden av fortykning vil variere etter nedbørfeltets forurensningsproduksjon og resipientens oppholdstid. Som regel vil en langvarig flom fortygne forurensningene og bl.a. spyle ut problemalger fra innsjøene.

Avrenningsvannet fra fjellområ-

ene, særlig under snøsmeltingen, har et stort fortynningspotensiale, og dette flomvannet kan fortygne store forurensningsmengder. I områder hvor nedbøren er forurenset med svovel og nitrogen, forårsaker imidlertid dette flomvannet en alvorlig gifteffekt særlig på laksefisk i de berørte vassdragene. Dette flomvannet vil altså kunne fortygne forurensning som skaper en type problem, mens det samtidig virker forurensende på en annen del av det biologiske systemet.

Intens regn og flommer forårsaker erosjon både på land og i elveløpene. Dette fører til stor partikkeltransport i vassdragene. Mye av forurensningsproblematikken er knyttet til partikkelkjemien. Så lenge en ikke har god nok kjennskap til naturlig partikkelproduksjon og effekten partiklene har på vannkvaliteten, er det umulig å kvantifisere betydningen en flom på forurensningssituasjonen f.eks. i vassdrag som drenerer områder med marin leire.

LITTERATUR

- Berge, D., 1987. Fosforbelastning og respons i grunne innsjøer. NIVA, O-85110.
- Berge, D. & Källqvist, T., 1988. Algetilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. NIVA, O-87064, O-87079, E-88431.
- Bogen, J., 1986 a. Sedimenttilførsel og sedimentasjon i innsjøer. Sedimentkilder og spredningsprosesser. I: Sverdrup, A. C. og Nicholls (red.): Sedimentundersøkelser. Et godt redskap i vannforvaltningen. Norsk Limnologforening.
- Bogen, J., 1986 b. Erosjonsprosesser og sedimenttransport i norske vassdrag. Utredning av forvaltningsansvar, faglig status og forskningsbehov. NHK. Rapport nr. 20, 1986.
- Bogen, J. & Nordseth, K., 1986. The sediment yield of Norwegian rivers. I: Hasholt, B. (red.): Partikulært bundet stofftransport i vann og jorderosjon. NHP-rapp. nr. 14, 1986.

- Erlandsen, A. H. & Lingsten, L., 1987. Fosfortilførsler fra landbruk og betydningen for eutrofiering i norske vassdrag. NIVA, O-85170.
- Henriksen, A., Skogheim, O. K., og Rosseland, B. O., 1984. Episodic changes in pH and aluminium-speciation kill fish in a Norwegian salmon river. *Vatten* 40, 255—260.
- Hongve, D. 1987. Metaller i oppløst og partikulær form i limniske systemer — med eksempler fra Tyrifjorden. I: Nicholls, M. og Erlandsen, A. H. (red.): Partikler i vann. Norsk Limnologforening.
- Krogstad, T., 1985. Fosfor i erosjonsmateriale. *Vann* 1, 6—11.
- Krogstad, T. og Løvstad, Ø. 1988. Erosion, phosphorus and phytoplankton response in rivers of South-Eastern Norway. *Hydrobiologia* (under trykking).
- Lick, W., 1982. Entrainment, deposition, and transport of finegrained sediments in lakes. *Hydrobiologia* 91, 31—40.
- Logan, T. J., 1982. Mechanisms for release of sediment-bound phosphate to water and the effect of agricultural land management on fluvial transport of particulate and dissolved phosphate. *Hydrobiologia* 92, 519—530.
- Løvstad, Ø. & Hauger, T., 1988. Bjørkelangen — Hydrologiske tiltak for å dempe algeveksten og tilgroingen med makrovegetasjon. *Vann* 2, 355—363.
- Mc Callister, D. L. & Logan, T. J., 1978. Phosphate adsorption-desorption characteristics of soils and bottom sediments in the Maumee River basin of Ohio. *J. Environ. Qual.*, vol. 7, 1.
- Ongley, E. D., 1982. Influence of season, source and distance on physical and chemical properties of suspended sediment. Recent Development in the Explanation and Prediction of Erosion and Sediment Yield. IAHS Publ. no 137, 1982.
- Rust, B. R., 1982. Sedimentation in fluvial and lacustrine environments. *Hydrobiologia* 91, 59—70.
- Sanni, S., 1986. Sedimentenes betydning i stoffsykler i innsjøer. I: Sverdrup, A. C. og Nicholls, M. (red.): Sedimentundersøkelser. Et godt redskap i vannforvaltningen. Norsk Limnologforening.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1986. Eutrofiering i ferskvann. I: Erlandsen, A. (red.). Eutrofiering i ferskvann. Luftkvalitet i byer. Overvåkingsresultater 1985. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 257/86.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1987. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport 1986. Rapport nr. 296/87.