

Klarlegging av sanerings og restaureringstiltak for Årungen

Av Reidar Borgstrøm, Jon Arne Eie, Olav Grøterud og Odd K. Skogheim.

Med sanering menes tiltak i nedbørfeltet for å stoppe eller redusere forurensningstilførslene til innsjøen. Med restaurering forstås tiltak direkte i innsjøen for å føre den tilbake til en definert, akseptabel tilstand. Det kan for eksempel være ønskelig å bringe en næringsrik innsjø til et nivå preget av likevekt og stabilitet i økosystemet. Det er viktig å være klar over at det kan være vanskelig eller umulig å bringe næringsrike innsjøer tilbake til en «naturlig» næringstilstand, bl.a. fordi saneringen i nedbørfeltet vanskelig lar seg gjennomføre med full effekt. Videre er det nødvendig med en klar og realistisk målsetting for saneringen og restaureringen før tiltakene settes igang.

Erfaringer fra utlandet

Oversikter over restaureringsprosjekter er gitt av bl.a. Bjørk (1974) og Seppänen (1975). Det best kjente restaureringsprosjektet er gjennomført ved Limnologiska Institutionen ved Lunds universitet. Limnologene i Lund restaurerte innsjøen Trummen ved fjerning av makrovegetasjon og sedimenter (Bjørk 1972, Andersson 1975).

De har senere utviklet et bredt spekter av metoder for restaurering og styring av innsjøøkosystemer (Ripl et al. 1979) hvorav noen kan nevnes i stikkords form:

Sedimentmanipulering (sedimentfjerning og oksydasjon av sediment med nitrat, Bjørk 1972, Ripl 1976), biomanipulering (fisk, alger, Andersson et al. 1977, Ripl et al. 1979).

Situasjonen i Norge

Sanering kombinert med innsjørestaurering har hittil vært viet liten oppmerksomhet her i landet. To eksempler kan nevnes: Kolbotnvann (Oppegård kommune) hvor en såkalt Limnolufter har sørget for oksygentilførsel til bunnvannet siden 1973. Langevann (Lørenskog kommune) hvor det prosjekteres fjerning av sedimenter etter sanering i nedbørfeltet (H. Rensvik pers. medd.). De forventede resultater er ikke oppnådd i Kolbotnvann, noe som bl.a. skyldes ufullstendig sanering i nedbørfeltet (H. Holtan pers. medd.).

For tiden pågår en landsomfattende kartlegging av potensielle restaureringsobjekter (forsurede innsjøer er ikke inkludert). Forvaltning av vannressurser og herunder innsjørestaurering burde være en naturlig del av en kommuneplan/fylkesplan/landsplan. Med hensyn til sentralmyndighetenes ansvar for tiltak av denne type kan det nevnes at det i Sverige er utarbeidet anvisninger for statlige bidrag til restaureringsprosjekter (SNV 1974).

Det faglige grunnlaget for sanering og restaurering

Hvis en innsjø trofigrad skal forandres, må økosystemets struktur og funksjon være godt kjent. I tillegg må sammenhengen mellom forurensningskildene og forurensningstransporten i tilførselsbekkene og de enkelte bekkenes forurensningsbidrag til innsjøen være klarlagt. Det er også viktig å kjenne innsjøens nyere utviklingshistorie for å kunne formulere en realistisk målsetting for saneringen og restaureringstiltaket.

Enkle stoffbalansemodeller av fosfor og nitrogen for nedbørfeltet og innsjøen kan være tilstrekkelig for å vurdere sanering og restaurering. Men det kan også være nødvendig å bruke simuleringsmodeller som bedre beskriver prosessene og som gir prognosene en større sikkerhet.

Sedimenter og makrovegetasjon representerer akkumulerte mengder av nærings-salter og betydning av disse på lang sikt bør være kjent. I tillegg til den naturvitenskapelige vurdering vil faktorer av teknisk og økonomisk art inngå i beslutningen om sanering og innsjørestaurering.

Sanerings- og restaureringsmetoder

Kompleksiteten i innsjøsystemene tilsier at det ikke finnes noen generelle metoder som ukritisk kan brukes på forskjellige nedbørfelt og innsjøer. Erfaringer fra gjennomførte sanerings- og restaureringsprosjekter må benyttes i kombinasjon med forprosjekter eller prototype-forsøk for den aktuelle innsjøtype. Viktige saneringstiltak er: Oppsamling av avløpsvann og behandling i renseanlegg/gjenvinningsanlegg. Det er imidlertid bare punktutslippene som kan saneres på denne måten. De diffuse forurensningskildene (dyrket mark, avfallsplasser, tettsteder) derimot

må angripes nærmere kilden. Mulige tiltak på dyrket mark er å forandre (forbedre) gjødslingsprosedyren, det vil si å begrense mengdene til det nødvendige minimum, finvurdere gjødslingstidspunkt og gjødslingsmåte. Jordbearbeidingsrutinen kan også forandres for å hindre utvasking og erosjon fra dyrkingsarealene. I tillegg kan det anlegges beskyttelsesbelter av busker mot bekker og innsjøer. Øket bruk av vanning er også et interessant virkemiddel mot utvasking av næringsalter fra de dyrkede arealene. Videre vil sedimentasjonsdammer og biodammer kunne by på muligheter for rensing av de mest forurensete bekker. En omdiskutert saneringsmetode er infiltrasjon av avløpsvann i undergrunnen eller kunstige løsmasser. Noen viktige restaureringstiltak er fjerning av makrovegetasjon og sedimenter, regulering av vannstanden alene eller i kombinasjon med andre metoder, kjemisk felling av næringsalter, tildekking av sedimenter, oksydasjon av sedimenter med nitrat, lufting eller uttapping av dypvannet og regulering av fiskebestanden og algesamfunnet.

Aktuelle sanerings- og restaureringsobjekter

I Norge er det særlig forsurede og eutrofierte innsjøer som det er aktuelt å sanere og restaurere. I denne artikkelen nevnes bare eutrofierte innsjøer. Disse ligger som regel i tettbygde strøk og har store brukerinteresser. Det er særlig mindre og relativt grunne innsjøer, eller grunne områder i større innsjøer, som kan restaureres. Disse innsjøene har ofte vært utsatt for langvarig og gjennomgripende påvirkning av forurensninger. På grunn av fortsatt for stor belastning av næringsalter fra nedbørfeltet eller fra akkumu-

lerte lager i innsjøen vil slike innsjøer ofte reagere sent på en sanering i nedbørfeltet. Hvis en innsjø ikke kan føres tilbake til den ønskede trofigrad ved sanering i nedbørfeltet, er det aktuelt å sette igang restaureringstiltak. Tiltaket må komme etter eller eventuelt samtidig med saneringen i nedbørfeltet. Saneringen og restaureringen må veies mot hverandre for å oppnå en optimal effekt med hensyn til både vannkvalitet og økonomi.

Årungenprosjektet

En av hovedmålsettingene til prosjektet er å utrede forskjellige sanerings- og restaureringsalternativer og forutsi virkningen av disse. Flere delprosjekter er eller vil bli forsøkt gjennomført i denne forbindelse (Borgstrøm et al. 1980, Andersen og Skogheim 1980). Av saneringsalternativer kan spesielt nevnes infiltrasjonsforsøk *in situ* i liten skala i aktuelle områder med løsmasser og spredt bebyggelse. Disse forsøkene tenkes kombinert med måling av fosforbindingskapasiteten (Lindbak 1979).

Hovedtilførselen til Årungen kommer fra nedbørfeltets østre deler (via Østensjøvannet ved Holstad og Holstadbekken, se fig. 1 i Borgstrøm et al. op. cit.) og denne bekken vil i lang tid ha et høyt forurensningsnivå som antydte tidligere (Borgstrøm et al. op. cit.). Det kan tenkes et opplegg med forskjellige typer naturlige og/eller kunstige biodammer, fellingsanlegg, sedimentasjonsbasseng, o.s.v. nederst i bekken. Østensjøvannet vil lenge kunne bidra med betydelige fosformengder til Holstadbekken (Erlandsen, Grøterud og Skogheim 1979) og dermed redusere effekten av tiltakene i nedbørfeltet forøvrig. Både av hensyn til Østensjøvannet selv, til virkningen på Holstadbekken-

Årungen og til utprøving av metoder og teknikk for restaurering, planlegges forprosjekt i denne innsjøen med fysiske, kjemiske og særlig biologiske restaureringsmetoder. Disse er tenkt gjennomført i små plastinnehengninger (s.k. limnokoraller) som avgrenser et vannvolum med tilhørende sediment.

Det arbeides med vurdering av flere restaureringsmetoder for Årungen. De fleste av disse metodene er prøvd i andre innsjøer, men fisk og zooplankton derimot er det liten praktisk erfaring med. Derfor gis det en grundigere omtale av dette i det følgende: Forsøk med fisk i innhegninger og utrydding av fisk i mindre innsjøer har gitt markerte endringer i primærproduksjon og vannkvalitet (Lamarra 1975, Andersson et al. 1978, Stenson et al. 1978). Fiskens betydning er trolig den selektive beiting den utøver på næringsdyrene slik at sammensetningen av både zooplankton- og benthossamfunnet kan endres (Hrbacek et al. 1961, Brooks og Dodson 1965). I zooplanktonsamfunnet vil de store artene som ernærer seg ved å filtrere vannet (f.eks. Daphniaarter) lett beites ned, slik at zooplanktonet hovedsakelig vil bestå av små arter/former. Disse er mindre effektive til å beite ned fytoplanktonet. Steel (1975) antar at zooplanktonets beiteeffekt kan virke som en kontrollmekanisme for algesamfunnet slik at dette indirekte kan påvirkes ved en regulering av fiskebestandens tetthet og sammensetning. Zooplanktonsamfunnet i Årungen består idag overveiende av små arter/former sannsynligvis som et resultat av selektiv beiting av mort og småabbor. Det vil derfor være ønskelig å få endret zooplanktonsamfunnet til å bestå av større arter/former.

I innhegningsforsøk er det vist at fisk kan regenerere fosfor fra sedimentet (La-

marra 1975). Fisken virker som en «fosfatpumpe» og gir dermed en større tilførsel av fosfor og eventuelt andre næringssalter til vannmassene.

En eventuell utfisking i Årungen bør derfor konsentreres om mort og småabbor, d.v.s. den planktonspisende del av fiske-samfunnet og den del som utnytter sediment og bunndyrsamfunnet mest. Samtidig bør bestanden av fiskespisende arter økes, d.v.s. bestanden av stor abbor, gjedde og ål. Disse lever i første rekke av småabbor og småmort. I dag er den fiskespisende bestanden trolig på minst 10 tonn. I følge Popova (1978) har stor abbor og gjedde et årlig fôropptak på omkring 200—300% av kroppsvekta. Det totale konsum av fisk kan idag etter dette kanskje ligge på minst 20—30 tonn i Årungen. Får vi derimot en bestandsendring over mot mer fiskespisende fisk kan det bli overflødig å forsøke en utfisking av de yngste årsklassene av mort og abbor.

Utfiskingen kan i så fall konsentreres om gytebestanden av mort. I dag er denne bestanden etter de foreløpige estimatene på over 50 tonn. Det må tas sikte på å ta ut en vesentlig del av dette kvantumet.

Avslutning

Selve gjennomføringen av en innsjørestaurering er et teknisk problem, men den tekniske løsningen må være basert på naturvitenskapelig forskning. Innsjørestaurering kan karakteriseres som manipulering med hele økosystemet og er eksempel på integrering av naturvitenskap og teknologi. Det krever en god og riktig forståelse av økosystemet og resultatet er et mål på hvor god vår viten om naturen er. Restaureringen bør ikke bare være tiltak for å reparere skader på økosystemer, men metoder og erfaring innen dette felt kan også benyttes i en fornuftig vannressursforvaltning.

LITTERATUR

- Andersen, T. & Skogheim, O. K. 1980. Matematisk entrofieringsmodell/økosystemmodell for Årungen. VANN.
- Andersson, G. 1975. Resultat och erfarenheter från restaureringen av sjön Trummen. — Eutrofiering. 10th Nordic conf. on water research. Nordforsk 1: 495—505.
- Andersson, G., Bjørk, S., Bengtsson, L., Fleicher, S., Granéli, W., Leonardsen, L. & Ripl, W. 1977. Perspectives in Swedish Limnology. Lund — Research and Training for Lake Management. Jubilee Symposium on lake metabolism and lake management, Uppsala Universitet, Aug. 22.—27. 1977, manuskript. 22 s. (+ figurer og tabeller).
- Andersson, G., Berggren, H., Cronberg, G. & Gelin, C. 1978. Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. — Hydrobiologia 59 (1): 9—15.
- Bjørk, S. 1972. Swedish lake restoration program gives results. *Ambio* 1; 153—165.
- Bjørk, S. 1974. European lake rehabilitation activities. Institute of Limnology, University of Lund. 23 s.

- Borgström, R., Eie, J. A., Grøterud, O. & Skogheim, O. K.* 1980. Eutrofiering- og forurensningsforskning i Årungen. VANN nr. 1 b 1980.
- Brooks, J. L. & Dodson, S. I.* 1965. Predation, body size, and composition of plankton. — *Science* 150: 28—35.
- Erlandsen, A. H., Grøterud, O. & Skogheim, O. K.* 1979. Intern tilførsel av fosfor i innsjøer ved høy pH. Rapport Inst. for hydroteknikk, NLH.
- Hrbacek, J., Dvorakova, M., Korinek, K. & Prochazkova L. E.* 1961. Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and their intensity of metabolism of the whole plankton association. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 14: 192—195.
- Lamarra, V. A. Jr.* 1975. Digestive activities of carp as a major contributor on the nutrient loading of lakes. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 2461—2468.
- Lindbak, P.* 1979. Sand/jord som rensemedium for fosfor i jordrenseanlegg. *Vann.* 232—237.
- Popova, O. A.* 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. — i: Gerking, S. D. (ed.), *Ecology of freshwater fish production.* Blackwell, Oxford, pp 215—249.
- Ripl, W.* 1976. Biochemical oxidation of Polluted lake sediment with Nitrate — A New Lake Restoration Method. *Ambio*, 5; 132—135.
- Ripl, W., Leonardsen, L., Lindmark, G., Andersen, G. & Cronberg G.* 1979. Optimering av reningsverk/resipientssystem. *Vatten*, 35; 96—103.
- Seppänen, P.* 1975. Sjørestaurering — en översikt av den nuvarande situationen. Eutrofiering. 10th Nordic Conf. on water research. Nordforsk. 1: 465—494.
- SNV-Statens naturvårdsverk.* 1974. Sjørestaurering — anvisningar angående restaurering av starkt förorenade vattenområden. Publikasjoner 1974: 12, 56 s.
- Steel, J. A.* 1975. The management of Thames Valley storage reservoirs. — *Proc. Sympos. on the Effects of Storage of Water Quality.* Reading 1975 pp 371—419. Water Research Centre. Medmenham England (Offset).
- Stenson, J. A. E., Boblin, T., Henrikson, L., Nilsson, B. I., Nyman, H. G., Oscarson, H. G. & Larsson, P.* 1978. Effects of fish removal from a small lake. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 794—801.