

# Bruk av bunndyr som forurensningsindikatorer for organisk belastning ved elveovervåkning

Av Lars Klæboe

Lars Klæboe er Cand. scient. fra Universitetet i Oslo.

Denne artikkelen inneholder utdrag fra Lars Klæboes nylig fremlagte hovedfagsoppgave "Bunndyr som forurensningsindikatorer i Ljanselva i Oslo" ved Avdeling for limnologi, Universitetet i Oslo. Ekstern faglig veileder har vært prof. dr. philos John Brittain ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI).

## Innledning

Menneskets påvirkning av vann og vassdrag øker stadig. Derfor er det viktig å holde rede på endringer. Forekomst eller fravær av spesielt følsomme organismer - bioindikatorer - kan gi informasjon som ikke fremkommer via fysisk-kjemiske målinger. Mens fysisk-kjemiske målinger kan fluktuere mye og hurtig og bare angir vannets tilstand på det tidspunkt prøven ble tatt, kan bioindikatorer gi informasjon om tidligere utslipp og vassdragets forhistorie.

Blandt ulike bioindikatorer er bunndyr viktige og de danner grunnlaget for vassdragsovervåkning i flere land. Bunndyr er en divers gruppe av mer

eller mindre stasjonære arter med forholdsvis lang livssyklus (Cairns & Pratt 1993), som kan gi informasjon om miljøforholdene over lengre tidsrom, da faunaen her er avhengig av vassdraget som levested. Bunndyr kan brukes ved kartlegging og overvåkning av mange former for forurensning. Denne artikkelen tar for seg organisk forurensning, men bunndyrundersøkelser kan også være egnet ved overvåkning/påvisning av forsurening, eutrofiering og ulike former for miljøgifter. I tillegg kan bunndyr brukes for å påvise eventuelle effekter av vassdragsreguleringer. Forskjellige bunndyr reagerer ofte ulikt på ulike former for forurensning. Derfor kan en ofte si noe om hva slags forurensning en har med å gjøre, og hvilke konsekvenser det har hatt for vannmiljøet. F. eks. er det blandt ulike døgnfluearter toleranseforskjeller både overfor organisk forurensning (Brittain 1982) og forsurening av vassdrag (Raddum & Fjellheim 1982). Ved å undersøke artssammensetning og antall kan man derfor få inntrykk av forurensningsgraden på den aktuelle lokalitet.

## Hvorfor bunndyr- overvåkning?

Enkelte vil hevde at det er gammeldags og tungvint å bruke bunndyr i vassdragsovervåkning, nå som en enkelt med kjemiske analyser kan søke etter de stoffene man ønsker, ofte med automatiserte metoder. Men, hvilke stoffer skal man så lete etter? Når og hvor ofte ledes forurensninger til vassdrag? Ifølge Mason (1991) er det i dag rundt 1500 kjente forurensende stoffer, og rutineundersøkelser analyserer sjelden på fler enn 30 av disse. Skal slikt fanges opp med kjemiske analyser, må en ha et særdeles tett prøvetakingsprogram med et enormt antall analyser.

I motsetning til sporadiske prøvetakingsserier er bunndyr som nevnt på plass til enhver tid, de har vassdraget som levested og er mer eller mindre stasjonære. Derfor vil de til enhver tid bli eksponert for eventuelle påvirkninger utenfra. For å fange opp forsyrrelser i vannmiljøet kan det med denne metoden være nok med to til tre prøvetakinger i året (Hellawell 1986). Bunndyr alene sier ikke noe om hvilke stoffer som påvirker miljøet. Ved indikasjon på at noe er galt, kan en etterhvert foreta hyppige kjemiske analyser for å finne ut hvilke stoffer som påvirker livet i vassdraget. En slik overvåkningsstrategi kan være billigere og kan gi informasjon som en ikke får ved sporadiske kjemiske analyser.

## Bruk av bunndyr for påvisning av organisk forurensning

De største bidragsyterne i forbindelse

ved organisk forurensning er husholdninger (kloakk), industri og jordbruk. Ved slik forurensning tilføres vassdraget organisk materiale som vil fungerer som substrat for nedbrytningsorganismer som bakterier og sopp (Mason 1991). Disse organismene er aerobe, og stor organisk belastning kan føre til redusert O<sub>2</sub> innhold i vannet. Ved disse nedbrytningsprosessene frigjøres blandt annet ammonium og fosfat (Hynes 1971). I tillegg kan suspendert materiale tette til hulrom mellom stein og grus som er tilholdssted for mange bunndyr.

Det er bunndyrenes respons på disse prosessene som legges til grunn for vurderingen av organisk forurensning, da ulike dyregrupper har forskjellige krav til vannkvalitet. Ved økende organisk forurensning kan f. eks. sensitive arter blandt steinfluer, døgnfluer og vårfluer utraderes og avløses av mer tolerante arter blandt grupper som asell, fjærmygg og fåbørstemark. Ved bruk av bl.a. disse dyregruppene kan vassdragets forurensningsbelastning graderes og beskrives.

## Eksempler fra Ljanselva i Oslo

Nytten av kombinasjonen bunndyr og forurensningsproblematikk kan illustreres med eksempler fra undersøkelsen i Ljanselva i Oslo. Fem utvalgte stasjoner, Lja 1-Lja 5, ble undersøkt 7. juli og 4. oktober 1993, og 10. mars 1994. Innsamling av bunndyr ble gjort ved den såkalte "sparkemetoden" som er beskrevet i Norsk Standard 4719. Prinsippet går ut på å sette en hov mot strømmen i elva og rote opp bunnsbun-

stratet med bena, slik at bunndyrene mister festet og føres med strømmen inn i hoven. Metoden er ikke kvantitativ, men kan sammenlignes på samme stasjon over tid og mellom stasjoner med samme substrat (Brittain 1978). Alle dyr ble registrert og bestemt til art, slekt eller familie. Vurdering av forurensningsutviklingen i Ljanselva ble gjort ved bruk av basisdata og forurensningsindekser.

### Vurdering ved bruk av basisdata

Ved bruk av artslister kan man tolke forurensningssituasjonen i et vassdrag, og artsliste av døgnfluefaunaen fra min undersøkelse kan brukes som eksempel (Tabell 1). Variasjoner i artssammensetning og antall individer kan indikere vannkvalitetsforandringer nedover vassdraget. Mange arter forsvant etterhvert som vannkvaliteten ble forringet. En ser at artsantallet ble redusert fra til Lja 1 til Lja 2. Det er vanlig med lavere diversitet, men flere individer av hver art ved økende forurensning (Hellowell 1986). En ytterligere reduksjon fra Lja 2 til Lja 3 antyder en ytterligere forringelse av vannkvaliteten. Eneste døgnflueart på denne stasjonen var *Baetis rhodani*, en art som regnes for tolerant overfor organisk forurensning (Müller-Liebenau 1969, Abrahamsen 1977, Brittain & Saltveit 1984). Mellom Lja 3 og Lja 4 renner den mindre forurensete Gjersrubbekken inn i Ljanselva. Det er sannsynlig at den økte diversiteten på Lja 4 skyldes at det forurensete vannet fra Lja 3 ble fortynnet av dette renere vann fra Gjersrubbekken. Det er kjent

Tabell 1. Gjennomsnittlig individantall per 1. minuts sparkeprøve av døgnfluer i Ljanselva juli og oktober 1993, og mars 1994. + angir færre enn 1/min.

	Lja 1			Lja 2			Lja 3			Lja 4			Lja 5		
	Juli	Okt	Mar	Juli	Okt	Mar	Juli	Okt	Mar	Juli	Okt	Mar	Juli	Okt	Mar
<i>Baetis rhodani</i>	17	27	37	156	269	367	37	55	167	161	340	256	65	-	71
<i>B.niger</i>	-	23	23	-	8	3	-	-	-	-	15	6	-	-	-
<i>B.muricus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	15	-	-	+
<i>B.vernus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	13	-	1	-	-
<i>Centropitulum luteolum</i>	+	4	11	-	-	-	-	+	-	-	-	3	-	-	+
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. marginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parakptophlebia cincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	-	-	+

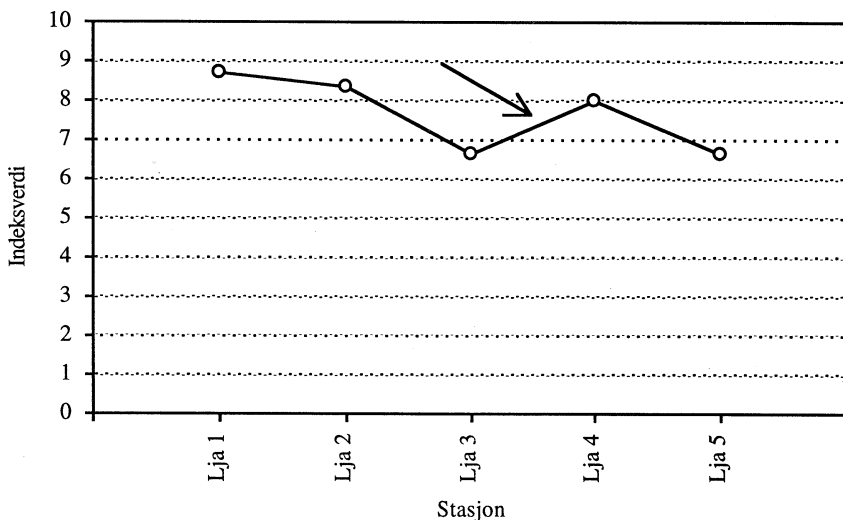
at lett forurensning kan gi grunnlag for større artsrikdom (Wiederholm 1984). Ved slike forandringer i bunnfaunaen kan kjemiske analyser benyttes for å finne ut hvilke stoffer og konsentrasjoner som påvirker faunaen og medvirker til denne diversitetsøkningen. På Lja 5 var det bare fast bestand av *B. rhodani*, noe som antyder ytterligere forurensning på strekningen mellom Lja 4 og Lja 5.

Ved bruk av slike artslister ser en også at enkelte arter i perioder kan være fraværende, uavhengig av vannkvalitet. Ser en f. eks. på stasjon Lja 4, var *B. rhodani* tilstede på alle prøvetakingstidspunktene, mens *Baetis niger* og *Baetis muticus* bare ble observert i mars og oktober. Disse insektene er flyvedyktige en kort periode i tiden før de

skal legge egg, og fraværet i juli skyldes sannsynligvis dette. *B. rhodanis* nærvær alle prøvetakingstidspunktene skyldes at arten har to eller flere generasjoner i året i lavlandet sør for 65. breddegrad (Elliott *et al.* 1988), og vil alltid være tilstede. Andre fraværsårsaker kan være virkninger av iserosjon, tørke, flom osv.

### Vurdering ved bruk av forurensningsindekser

Forurensningsindekser er laget for å påvise organisk forurensning. Dyregruppenes toleransenivå er relatert til slik forurensning ved at ulike arter/grupper reagerer forskjellig på øket organisk belastning. Enkelte følsomme arter/grupper vil forsvinne eller reduseres i antall, mens andre mer tolerante



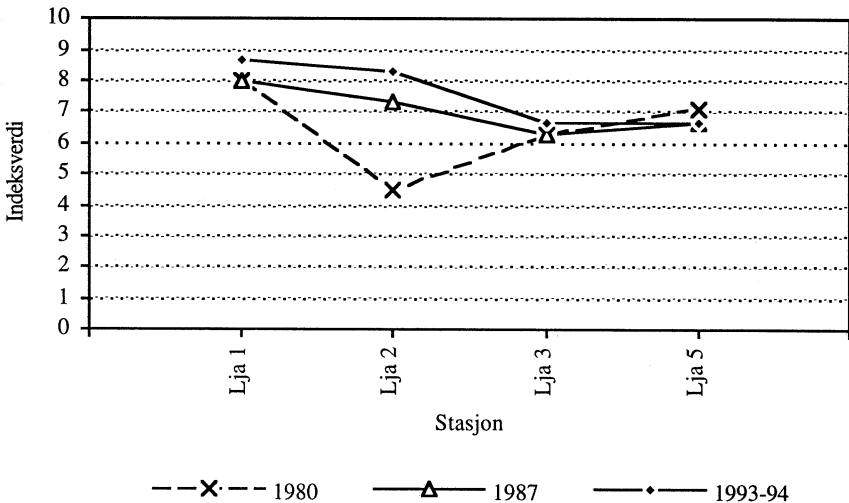
Figur 1. Gjennomsnittsverdier for Modifisert Trent Biotic Index i Ljanselva sommer og høst 1993, samt vår 1994. Pilen angir samløp med Gjersrudbekken. 10 poeng indikerer en uforurenset lokalitet, 0 poeng antyder kraftig forurensning.

arter vil tåle økt belastning, og øke i antall på grunn av bedret næringstilgang. Indekser uttrykker resultatene som tallverdier, som et forsøk på å forenkle den biologiske informasjon bunnfaunaen gir.

For personer uten biologisk bakgrunn illustrerer Trent Biotic Index (TBI) (Woodiwiss 1964) forurensningsutviklingen på en enkel måte. Denne indeksen ble utviklet i England. I Norge modifiserte Borgstrøm og Saltveit (1978) den opprinnelige TBI for å tilpasse den norske forhold. Denne versjonen brukes ofte av Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske ved deres miljøovervåking av Oslovasdragene. Tallverdi gis på grunnlag av forekomst eller fravær av seks grupper nøkkelorganismer: steinfluenymfer, døgnfluenymfer, vårfluelarver, gamma-

rus, asell og fåbørstemark og/eller røde fjærmyggglarver. Disse gruppene sammenholdes med mengden av øvrige grupper som blir funnet, og gir en kryssning av to biologiske parametere hvor en får et koordinatsystem som gir en skala fra 0-10 poeng. 10 poeng indikerer en uforurenset lokalitet, 0 poeng indikerer sterk forurensning med kun grupper som ikke er avhengig av oppløst oksygen er tilstede. Tilsvarende eksemplet med døgnfluene viser figur 1 at forurensningen økte fra Lja 1 til Lja 3. Etter samtløp med Gjersrubbekken registreres en vannkvalitetsforbedring på Lja 4, men nye utslipp førte til redusert vannkvalitet på Lja 5. Pilen angir den renere Gjersrubbekkens samtløp med Ljanselva.

Ved bruk av indekser er det på en oversiktlig måte mulig å visualisere forurensningsutvikling i et vassdrag over



Figur 2. Modifisert Trent Biotic Index i Ljanselva fra årene 1980, 1987 og 1993-94. 10 poeng indikerer en uforurenset lokalitet, 0 poeng antyder kraftig forurensning.

tid. På en slik måte vil det bli lettere for forvaltningsmyndigheter å se resultater av eventuelle tiltak som blir gjort for å bedre vannkvaliteten. Motsatt kan man se om diverse utslipp får økte negative konsekvenser over tid. Figur 2 viser forurensningssituasjonen i Ljanselva i 1980 (Brittain & Saltveit 1984), 1987 (Brittain *et al.* 1989) og 1993-94. En ser spesielt at forurensningen på stasjon Lja 2 er kraftig redusert fra 1980 og frem til 1993-94. Indeksen viser også at vannkvaliteten på Lja 1, Lja 2 og Lja 3 generelt var bedre ved undersøkelsen i 1993-94 enn ved de foregående undersøkelser. Ved å bruke slik dokumentasjon kan det bli lettere for forvaltningsmyndigheter å se resultater av tiltak som blir gjort for å forbedre vannkvaliteten, og ressursbruk for redusering av utslipp til vassdrag vil lettere kunne forsvares.

## Sammendrag

Menneskets påvirkning av vann og vassdrag øker stadig. Derfor er det viktig å holde rede på endringer. Bunndyr kan gi informasjon som ikke fremkommer via fysisk-kjemiske målinger og kan være egnet ved overvåkning/påvisning av en rekke former for forurensning. Ved økende organisk forurensning kan ulike sensitive grupper utradere og avløses av andre mer tolerante grupper. Ved å se på arts sammensetningen eller bruk av forurensningsindekser kan forurensningsbelastningen graderes og beskrives. Indekser er og velegnet for enkel visualisering av forurensningsutviklingen i et vassdrag over tid.

## Referanser

- Abrahamsen, S.E. 1977. Biologiske ferskvandsundersøgelser. Vort miljø 2. Forum, København. 240 s.
- Borgstrøm, R. & Saltveit, S.J. 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sogsvannsbekken-Frognerelva, Holmenbekken-Hoffselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo. 38: 53 s.
- Brittain, J. 1978. Sparkemetoden - fordelere, ulemper og anvendelser. Fauna 1: 56-58.
- Brittain, J. E. 1982. Biology of Mayflies. Ann. Rev. Entomol. 27: 119-147.
- Brittain, J.E. & Saltveit, S.J. 1984. Faunaen i elver og bekker innen Oslo Kommune. Del III. Bunndyr og fisk i Ljanselva. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 63: 25 s
- Brittain, J.E., Bremnes, T. & Saltveit, S.J. 1989. Faunaen i elver og bekker innen Oslo Kommune. Del XI. Bunndyr og fisk i Ljanselva. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 116: 33 s.
- Cairns, J. & Pratt, J.R. 1993. A History of Biological Monitoring Using Benthic Macroinvertebrates. S. 10-27 i: Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (red.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, Inc. New York.

- Elliott, J.M., Humpesch, U.H. & Macan, T.T. 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: A Key with ecological notes. *Freshwater Biol. Ass. Scient. Publ.* 49: 145 s.
- Hellawell, J.M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, London. 546 s.
- Hynes, H.B.N. 1971. The biology of polluted waters. Liverpool University Press. 202 s.
- Mason, C.F. 1991. Biology of freshwater pollution. Longman Group Limited, London. 351 s.
- Müller-Liebenau, I. 1969. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). *Gewässer und Abwässer*, 48/49: 214 s.
- NSF 1988. Norsk Standard NS 4719. Vannundersøkelse. Prøvetaking med elvehåv i rennende vann. Norges Standardiseringsforbund. 7 s.
- Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1982. Dyr som lager for miljøinformasjon. S. 92-101 i: Nicholls, M. (red.). Vassdragsovervåkning og vannforskning. Norsk Limnologforening.
- Wiederholm, T. 1984. Responses of aquatic insects to environmental pollution. S. 508-557 i: Resh, V.H. & Rosenberg, D.M. (red.). *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Pubs., New York.
- Woodiwiss, F.S. 1964. The Biological System of Stream Classification used by the Trent River Board. *Chemistry and Industry* 11: 443-447.