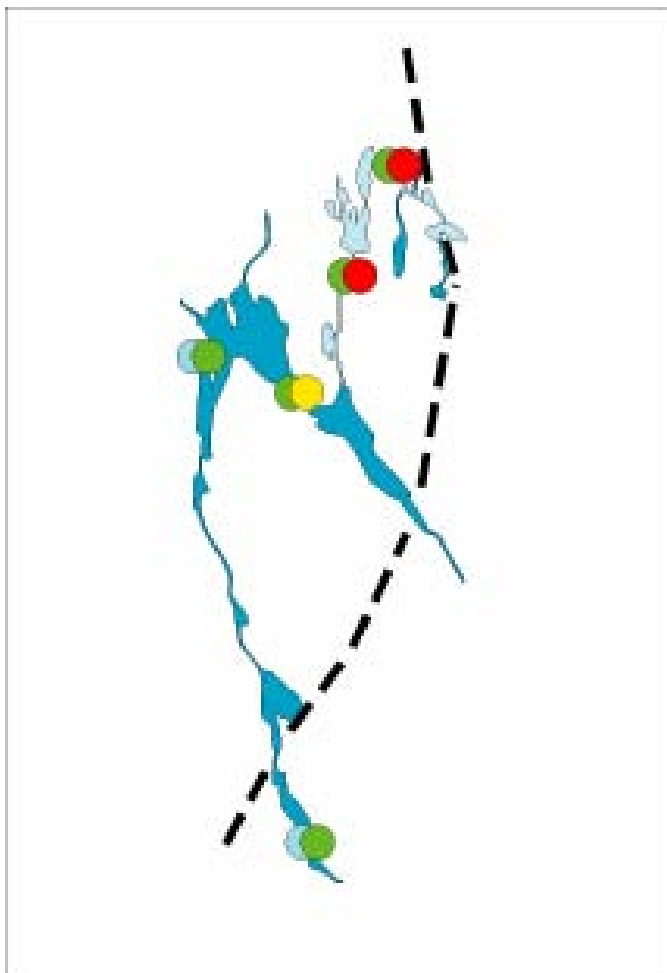




RAPPORT LNR 4923-2004

**K**lassifisering av  
surhetsgrad og vurdering av  
forsuring i rennende vann  
basert på forekomst av  
makrobunndyr

Klassifiseringssystem tilpasset humusrike  
elver og bekker i østlandsområdet



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

<b>Tittel</b> Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsuring i rennende vann basert på forekomst av makrobunndyr. Klassifiseringssystem tilpasset humusrike elver og bekker i østlandsområdet.	Løpenr. (for bestilling) 4923-2004	Dato 15.12.2004
	Prosjektnr. Undemr. K313	Sider Pris
Forfatter(e)  Torleif Bækken og Gøsta Kjellberg	Fagområde Integriert vannforvaltning	Distribusjon fri
	Geografisk område	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NIVA	Oppdragsreferanse
--------------------------	-------------------

**Sammendrag**

Bunndyrsamfunn er et velegnet biologisk redskap til å vurdere surhetsforhold og biologiske virkninger av forsuring i vassdrag. Med forsuring mener vi her menneskelig påvirkning av vassdraget som bidrar til å senke surhetsgraden. Noen bunndyrarter er meget tolerante overfor lav pH, og derved også overfor forsuring. Andre arter kan dø ut når pH blir lavere enn den var ved naturtilstanden. Dette utnyttes til å lage en forsuringindeks. pH-toleransen for hver art varierer imidlertid noe avhengig av faktorer som aluminiuminnhold, kalkinnhold og ikke minst humusinnhold i vannet. I humusrike vassdrag, øker som regel bunndyrenes toleranse for surt vann. Det foreliggende klassifiseringssystemet er spesielt tilpasset humuspåvirkede elver og bekker i østlandsområdet (skogsvassdrag). Det bygger på en rekke undersøkelser fra dette området og på andre angitte klassifiseringssystemer. Det er tatt hensyn til områdets normale artsinnhold, med spesiell vekt på døgnfluer, steinfluer og vårflyer. Enkelte arter fra andre grupper, "støttearter", benyttes der disse blir registrert. Fordi det også finnes naturlig sure vannforekomster, er det foreslått at systemet tar hensyn til naturtilstanden, slik at forsuringpåvirkningen er nåtilstanden minus naturtilstanden.

Fire norske emneord 1. Forsuring 2. Makrobunndyr 3. Klassifisering 4. Humus	Fire engelske emneord 1. Acidification 2. Macroinvertebrates 3. Classification 4. Humic water
---	---

*Torleif Bækken*  
 Torleif Bækken  
 Prosjektleder

*Stig Borgvang*  
 Stig Borgvang  
 Forskningsleder

*Nils Roar Sælthun*  
 Nils Roar Sælthun  
 Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4614-2

# Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsurening i rennende vann basert på forekomst av makrobunndyr

Klassifiseringssystem tilpasset humusrike elver og bekker i østlandsområdet.

# **Innhold**

<b>1. Bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2. Klassifiseringssystemet</b>	<b>6</b>
<b>3. Toleransetabeller</b>	<b>7</b>
<b>4. Litteratur</b>	<b>13</b>

# 1. Bakgrunn

Bunndyrsamfunn er et velegnet biologisk redskap til å vurdere **surhetsforhold** og **biologiske virkninger av forsurening** i vassdrag. Med forsurening mener vi her menneskelig påvirkning av vassdraget som bidrar til å senke surhetsgraden.

Noen bunndyrarter er meget tolerante overfor lav pH, og derved også overfor forsurening. Andre arter kan dø ut når pH blir lavere enn den var ved naturtilstanden. Det er spesielt i gruppene igler (*Hirudinea*), krepsdyr (*Crustacea*), døgnfluer (*Ephemeroptera*), muslinger (*Lamellibranchiata*) og snegl (*Gastropoda*) en finner arter med liten toleranse for surt vann (Økland & Økland 1986, Henrikson & Brodin 1995). De vannlevende insektene er spesielt følsomme i de første larve/nymfestadiene og ved klekking til voksne (adulte). De fleste artene av døgnfluer knyttet til strykparter i elver og bekker er meget følsomme for surt vann, og er derfor gode forsuringssindikatorer.

Ved en begynnende forsurening forsvinner de mest forsuringssfølsomme artene og gir derved et tidlig signal om at vassdraget er i ferd med å bli forsuret (**early warning**). Dette skjer som regel lenge før fisken (unntatt laks) blir påvirket.

I Skandinavia blir dagens biologiske klassifisering av surhetstilstand og forsuringsspåvirkning oftest vurdert ut fra makrobunndyrs pH-toleranse i følge systemene til Raddum & Fjellheim (1984), Engblom & Lingdell (1987), Fjellheim & Raddum (1990), Bækken & Aanes (1990), Henrikson & Medin (1990) og Lingdell & Engblom (1991). pH-toleransen for hver art varierer imidlertid noe avhengig av faktorer som aluminiuminnhold, kalkinnhold og ikke minst humusinnhold i vannet. **I humusrike vassdrag, øker som regel bunndyrenes toleranse for surt vann** (Hargeby & Peterson 1988). En mulig årsak til dette er at særlig aluminium, men også tungmetaller bindes til humus og derved gir mindre gifteffekt. Det er derfor viktig at klassifiseringssystemene så langt som mulig tilpasses vannkvaliteten og det biologiske mangfoldet i regionen. Som humusrike ansees vassdrag med fargetall større enn 60 mgPt/L.

Forekomst eller fravær av forsuringssfølsomme indikatorarter står sentralt når makrobunndyr benyttes til å vurdere forsuringssvirkninger. Det er viktig å bemerke at det også naturlig finnes så surt vann (sterkt myrpåvirkede vassdrag) at forsuringssfølsomme arter ikke forventes å finnes der. Det er en viss risiko for at bunndyrsamfunn i slike lokaliteter blir betegnet forsuringsspåvirkete selv om de i virkeligheten er tilpasset naturlig sure lokaliteter. En presis vurdering av forsuringen krever derfor at naturtilstanden er kjent. Dette er ofte en manglende faktor og kan medføre at det settes likhetstegn mellom surhetstilstand og forsurening. Særlig i områder med naturlig sure vassdrag er det viktig at en er klar over denne forskjellen.

## 2. Klassifiseringssystemet

Klassifiseringssystemet er spesielt tilpasset **humuspåvirkede elver og bekker i østlandsområdet** (skogsvassdrag). Det bygger på en rekke undersøkelser fra dette området og på de ovenfor nevnte klassifiseringssystemene. Det er tatt hensyn til områdets normale artsinnhold, med spesiell vekt på døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Enkelte arter fra andre grupper, "støttearter", benyttes der disse blir registrert. Anvendbarheten av den foreliggende klassifiseringen har blitt testet. Det ga et riktigere bilde av forholdet mellom surhetsgrad og bunndyrsamfunn for denne regionen enn de øvrige klassifiseringene (Wien 1998).

Vi foreslår at forsuringpåvirkningen måles som differansen mellom klasseverdiene (1-4) for bunndyrklasser/surhetsklasser i forventet naturtilstand og i målt nåtilstand:  
Forsuringpåvirkning = Nåtilstanden - Naturtilstanden

Systemet presenteres med følgende deler:

1. En tabell som klassifiserer arter av makrobunndyr etter deres pH-toleranse i humusrike vassdrag. Tilstanden i bunndyrsamfunnet kobles sammen med fire surhetsklasser fra pH <4,5 til pH >5,5. Systemet anvender fargesymboler for bunndyrklassene, samt tilsvarende farger i tillegg til tallsymboler for surhetsklassene:

Bunndyrklassifisering/surhetsklasser<sup>1)</sup>.

- Klasse 1 (blå markering). Ikke surt eller svakt surt miljø der bunndyrsamfunnet også har innslag av meget forsuringfølsomme arter. De kan overleve kortvarige pH-senkninger (surstøt), men overlever ikke lengre tids eksponering med pH lavere enn 5,5.
- Klasse 2 (grønn markering). Moderat surt miljø der meget forsuringfølsomme arter savnes, men med innslag av moderat forsuringfølsomme arter i bunndyrsamfunnet. Disse artene overlever ikke lengre tids eksponering med pH lavere enn 5,0.
- Klasse 3 (gul markering). Markert surt miljø der meget og moderat forsuringfølsomme arter savnes, men med innslag av litt forsuringfølsomme arter i bunndyrsamfunnet. De overlever ikke lengre tids eksponeringer med pH lavere enn 4,5.
- Klasse 4 (rød markering). Sterkt surt miljø med bare forsuringstolerante arter. De kan overleve lengre perioder med pH lavere enn 4,5.

2. En tabell for forsuringpåvirkning. Tabellen angir forventet eller målt naturtilstand, samt målt nåtilstand i bunndyrsamfunnet, som fargekoder og tallverdier. Differansen mellom tallverdiene angir forsurningspåvirkningen i bunndyrsamfunnet. Graden av forsurningspåvirkning er gitt som ulik styrke av samme farge (orange) og som tallverdier.

Forsuringpåvirkning:

- Liten eller ingen forsuringpåvirkning. Lokaliteten har et bunndyrsamfunn av samme type som forventes ved naturtilstanden. Nåtilstand - naturtilstand = 0.
- Moderat forsuringpåvirket. Lokaliteten har et bunndyrsamfunn som avviker noe fra naturtilstanden. Nåtilstand - naturtilstand = 1.
- Markert forsurningspåvirket. Lokaliteten er tydelig forsuret og har et bunndyrsamfunn som klart avviker fra naturtilstanden. Nåtilstand - naturtilstand = 2.
- Sterkt forsurningspåvirket. Lokaliteten er sterkt forsuret og har et bunndyrsamfunn med stort avvik fra naturtilstanden. Nåtilstand - naturtilstand = 3.
- 

1) Tegninger av bunndyr i tabellene er hentet fra Engblom & Lingdell (1987).

### 3. Toleransetabeller

I de følgende tabellene er det satt opp toleransen for surt vann for en rekke arter av døgnfluer, steinfluer, vårfluer samt enkelte arter fra andre bunndyrgrupper. Kunnskapen som ligger til grunn for plasseringen av hver art i tabellene varierer. For noen vanlige arter er det mye kunnskap for andre, mindre vanlige arter er det lite kunnskap. Det er derfor en mulighet for at vi med økt innsikt i artenes økologi vil måtte justere deres plassering.



## Døgnfluer

Forsuringstoleranse for døgnfluer (Ephemeroptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
<b>Meget forsuringfølsomme arter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Caenis luctuosa</i></li> <li><i>Baetis digitatus</i></li> <li><i>Baetis macani</i></li> <li>• <i>Caenis rivolurum</i></li> <li><i>Ephemera danica</i></li> <li><i>Heptagenia joernensis</i></li> <li><i>Metretopus borealis</i></li> <li><i>Paraleptophlebia standii</i></li> <li><i>Procloeon bifidum</i></li> </ul>	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....				
<b>Moderat forsuringfølsomme arter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Baetis muticus</i></li> <li><i>Baetis vernus</i></li> <li>• <i>Caenis horaria</i></li> <li>• <i>Ephemera vulgata</i></li> <li>• <i>Ephemerella ignita</i></li> <li><i>Baetis fuscatus/scambus</i></li> <li><i>Parameletus chelifer</i></li> <li>• <i>Siphonurus alternatus</i></li> <li><i>Siphonurus aestivalis</i></li> <li>• <i>Ephemerella aurivillii</i></li> <li>• <i>Ephemerella mucronata</i></li> <li>• <i>Heptagenia dalearlica</i></li> </ul>	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....				
<b>Litt forsuringfølsomme arter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Centroptilum luteolum</i></li> <li>• <i>Cloeon dipterum/inscriptum</i></li> <li><i>Cloeon simile</i></li> <li>• <i>Baetis niger</i></li> <li><i>Ameletus inopinatus</i></li> <li>• <i>Baetis rhodani</i></li> <li>• <i>Heptagenia sulphurea</i></li> <li><i>Siphonurus lacustris</i></li> </ul>	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....				
<b>Forsuringstolerante arter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Arthroplea congener</i></li> <li>• <i>Heptagenia fuscogrisea</i></li> <li><i>Leptophlebia marginata</i></li> <li>• <i>Leptophlebia vespertina</i></li> </ul>	..... ..... ..... .....				





## Steinfluer

Forsuringstoleranse for steinfluer (Plecoptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (●). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

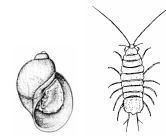
pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
	<b>Meget forsuringfølsomme arter</b>					
	<i>Dinocras cephalotes</i>	—				
	<b>Moderat forsuringfølsomme arter</b>					
	<i>Capnia bifrons</i>	—	—			
	<i>Capnia pygmaea</i>	—	—			
	<i>Capnia atra</i>	—	—	—		
	<i>Capnopsis schilleri</i>	—	—	—		
	<i>Diura bicaudata</i>	—	—	—		
	<b>Litt forsuringfølsomme arter</b>					
	● <i>Siphonoperla burmeisteri</i>	—	—	—		
	<i>Xanthoperla apicalis</i>	—	—	—		
	<i>Perlodes dispar</i>	—	—	—		
	● <i>Amphinemura borealis</i>	—	—	—	—	
	● <i>Diura nanseni</i>	—	—	—	—	
	● <i>Nemoura avicularis</i>	—	—	—	—	
	<b>Forsuringstolerante arter</b>					
	<i>Isoperla obscura</i>	—	—	—	—	
	● <i>Leuctra fusca</i>	—	—	—	—	
	● <i>Isoperla difformis</i>	—	—	—	—	
	● <i>Isoperla grammatica</i>	—	—	—	—	
	<i>Leuctra digitata</i>	—	—	—	—	
	● <i>Amphinemura sulcicollis</i>	—	—	—	—	—
	<i>Amphinemura standfussi</i>	—	—	—	—	—
	● <i>Brachyptera risi</i>	—	—	—	—	—
	● <i>Leuctra hippopus</i>	—	—	—	—	—
	<i>Leuctra nigra</i>	—	—	—	—	—
	● <i>Protonemura meyeri</i>	—	—	—	—	—
	<i>Nemurella pictetii</i>	—	—	—	—	—
	● <i>Nemoura cinerea</i>	—	—	—	—	—
	● <i>Taeniopteryx nebulosa</i>	—	—	—	—	—

## Vårfluer



Forsuringstoleranse for vårfluer (Trichoptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (●). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
	<b>Meget forsuringfølsomme arter</b>					
	● <i>Ceraclea annulicornis</i>	—————				
	● <i>Cheumatopsyche lepida</i>	—————				
	● <i>Chimarra marginata</i>	—————				
	● <i>Wormaldia subnigra</i>	—————				
	<b>Moderat forsuringfølsomme arter</b>					
	● <i>Hydroptila</i> spp.	—————	·			
	● <i>Ithytrichia</i> spp.	—————	·			
	● <i>Lepidostoma hirtum</i>	—————	·	·		
	● <i>Athripsodes cinereus</i>	—————	·	·		
	● <i>Agapetus ochripes</i>	—————	·	·		
	● <i>Mystacides azurea</i>	—————	·	·		
	● <i>Ceratopsyche silfvenii</i>	—————	·	·		
	● <i>Oecetis testacea</i>	—————	·	·		
	● <i>Trianodes bicolor</i>	—————	·	·		
	<b>Litt forsuringfølsomme arter</b>					
	● <i>Rhyacophila fasciata</i>	—————	·	·		
	● <i>Micrasema setiferum</i>	—————	·	·		
	● <i>Tinodes waeneri</i>	—————	·	·		
	● <i>Goera pillosa</i>	—————	·	·		
	● <i>Molanna angustata</i>	—————	·	·		
	● <i>Molannodes tinctus</i>	—————	·	·		
	● <i>Mystacides longicornis/nigra</i>	—————	·	·		
	● <i>Oxyethira</i> spp.	—————	·	·		
	● <i>Hydropsyche pellucidula</i>	—————	·	·		
	● <i>Sericostoma personatum</i>	—————	·	·		
	● <i>Silo pallipes</i>	—————	·	·		
	<b>Forsuringstolerante arter</b>					
	● <i>Hydropsyche angustipennis</i>	—————			·	·
	● <i>Nemotaulius punctatolineatus</i>	—————			·	·
	● <i>Polycentropus irroratus</i>	—————			·	·
	● <i>Athripsodes aterrimus</i>	—————			·	·
	● <i>Holocentropus dubius</i>	—————			·	·
	● <i>Polycentropus flavomaculatus</i>	—————			·	·
	● <i>Neureclipsis bimaculata</i>	—————			·	·
	● <i>Hydropsyche siltalai</i>	—————			·	·
	● <i>Cynurus flavidus</i>	—————			·	·
	● <i>Cynurus insolutus</i>	—————			·	·
	● <i>Cynurus trimaculatus</i>	—————			·	·
	● <i>Glyptotetia pellucidus</i>	—————			·	·
	● <i>Plectrocnemia conspersa</i>	—————			·	·
	● <i>Rhyacophila nubila</i>	—————			·	·



## Støttegrupper

Forsuringstoleranse for støttegrupper som igler (Hirudinea), krepsdyr (Crustacea), biller (Coleoptera), tovinger (Diptera), snegler (Gastropoda) og muslinger (Lamellibranchiata) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert med (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Surhetsklasser		KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
Meget forsuringfølsomme arter	Krepsdyr: <i>Gammarus lacustris</i>	— ..				
	Igler: <i>Hemiclepsis marginata</i>	— ..				
	Snegler: <i>Bathyomphalus contortus</i> <i>Galba truneatula</i>	— .. — ..				
Moderat forsuringfølsomme arter	Muslinger: <i>Margarita margaritifera</i> (Elvaperlemussling)	— ..				
	Snegler: <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Physa fontinalis</i>	— .. — ..				
	• <i>Radix peregra/ovata</i>	— ..				
	• <i>Gyraulus acronicus</i> <i>Gyraulus albus</i>	— .. — ..				
	Krepsdyr: <i>Astacus astacus</i> (kreps)	— ..				
	Tovinger: • <i>Dixa</i> spp.	— ..				
	Igler: <i>Erpobdella testacea</i> • <i>Helobdella stagnalis</i> • <i>Glossiphonia complanata</i>	— .. — .. — ..				
Litt forsuringfølsomme arter	Muslinger: <i>Sphaerium corneum</i>	— ..				
	Biller: • <i>Limnius volckmari</i> • <i>Elmis aena</i>	— .. — ..				
	Igler: <i>Haemopsis sanguisuga</i> • <i>Erpobdella octoculata</i>	— .. — ..				
	Forsuringstolerante arter	Muslinger: • <i>Pisidium</i> spp.	— ..			
Krepsdyr: <i>Asellus aquaticus</i> • <i>Eurycerus lamellatus</i>		— .. — ..				
Tovinger: • <i>Dicranota</i> spp.		— ..				

## Forsuringspåvirkning av bunndyrsamfunnet

= nåtilstanden - naturtilstanden

		Naturtilstand			
		1	2	3	4
Nåtilstand	1	0			
	2	1	0		
	3	2	1	0	
	4	3	2	1	0

## 4. Litteratur

- Bækken, T. og K.J. Aanes. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr 2A. Forsuring. - NIVA Rapport 2491. 46 p.
- Engblom, E. og P.E. Lingdell. 1987. Vilket skydd har de vattenlevende smådjuren i landets naturskyddsområden? - Naturvårdsverkets Rapport 3349.
- Fjellheim, A. og G.G. Raddum. 1990. Acid precipitation: monitoring of streams and lakes. - The Sciences of the Total Environment, 96 (1990).
- Hageby, A. and R.C. Petersen Jr. 1988. Effects of low pH and humus on the survivorship, growth and feeding of *Gammarus pulex* (L.) (Amphipoda). - Freshw. Biol. 19: 235-247.
- Henrikson, L. och Medin, M. 1990. Bottenfaunani tjugo vattendrag i Jönköpings län 1989 - en biologisk forsyningsbedömning. - Länsstyrelsen i Jönköpings län 1990:15.
- Henrikson, L. and Y.-W. Brodin. 1995. Liming Acidified Surface Waters. A Swedish synthesis. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1995.
- Lingdell, P.E. och E. Engblom. 1991. Vattenkvaliteten i några sjöar och vattendrag i Stockholms län. Bedömningar utifrån bottenfaunans artsammansättning. - Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 1991 (16). 185 p.
- Raddum, G.G. and A. Fjellheim. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. - Verh. Internat Verein. Limnol. 22.
- Wien, S.I. 1998. Effekter av forsurening og kalking på invertebratfaunaen i stillestående og rennende vann Stor-Elvdal, Hedmark. - Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole, institutt for biologi og naturforvaltning.
- Økland, J. and K. Økland. 1986. Effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. - Experientia 42: 471-486.