



LÄNSSTYRELSEN
Södermanlands län

RAPPORT

ISSN 1400-0792

Nr 2003:4

KILAÅNS SJÖAR

En naturvärdesbedömning utifrån bottenfaunans artrikedom
i 24 sjöar inom Kilaåns vattensystem

STEFAN LUNDBERG, TED VON PROSCHWITZ, INGRID FRANZÉN & URBAN PETTERSSON



NATUR
HISTORISKA
RIKSMUSEET

 GÖTEBORGS
NATURHISTORISKA MUSEUM

 **Nyköping**


NORRKÖPING

Regional miljöövervakning 2003

ISSN: 1400-0792

Meddelande nr: 2003:4

Författare: Stefan Lundberg, Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm
Ted von Proschwitz, Naturhistoriska museet i Göteborg

Uppdragsgivare: Länsstyrelsen i Södermanlands län, Miljöövervakningsfunktionen

Kontaktpersoner: Lars Juhlin, Malin Kanth, Länsstyrelsen i Södermanlands län

Beställningsadress: Länsstyrelsen i Södermanlands län
611 86 Nyköping
Tel. 0155 – 26 40 00
Fax. 0155 – 26 71 25
Internet – hemsida: www.d.lst.se
E-post: länsstyrelsen@d.lst.se

Tryck: Länsstyrelsen i Södermanlands län

Tryck av pärm och bindning: Landstinget i Södermanlands län

Upplaga: 250 ex

Omslagsbild:

Lövsjön, en av de försurningskänsliga sjöarna i Kilaåsystemet. Sjön hyser en rik strandnära bottenfauna med förekomst av flera försurningskänsliga arter, ett kvitto på att genomförda kalkningsåtgärder i sjön under en lång följd av år har gett god effekt.

Foto: Håkan Holmberg

KILAÅNS SJÖAR

En naturvärdesbedömning utifrån bottenfaunans artrikedom
i 24 sjöar inom Kilaåns vattensystem

av

STEFAN LUNDBERG, TED VON PROSCHWITZ, INGRID FRANZÉN & URBAN PETTERSSON

Stefan Lundberg
Sektionen för evertebratzoologi
Naturhistoriska riksmuseet
Box 50007
104 05 Stockholm
Telefon direkt: 08 – 519 541 35
Telefon växel: 08 – 519 540 00
e-post: stefan.lundberg@nrm.se
Webbadress: www.nrm.se

Ted von Proschwitz
Sektionen för evertebratzoologi
Naturhistoriska museet, Göteborg
Box 7283
402 35 Göteborg
Telefon direkt: 031 – 775 24 40
Telefon växel: 031 – 775 24 00
e-post: ted.v.proschwitz@gnm.se
Webbadress: www.gnm.se

Ingrid Franzén
Miljö- och hälsoskyddskontoret
Norrköpings kommun
601 81 Norrköping
Telefon direkt: 011 – 151 472 / 073 – 020 14 60
Telefon växel: 011 – 150 000
e-post: ingrid.franzen@norrkoping.se
Webbadress: www.norrkoping.se

Urban Pettersson
Skaldegatan 28B
703 71 Örebro
Telefon: 019 – 25 16 62
e-post: haber.pettersson@telia.com



Foto: Richard Karlsson.

"Tidiga morgnar med drivande dimslöjor och svagt genombrytande sol skänker Kolmårdens skogs-inbäddade sjöar både skönhet och dramatik."

Hans Lidman (1967)

"I Tintomaras spår. Vandringer på Kolmården."

Förord

Kilaåns vattensystem avvattnar de mäktiga skogarna, mossarna och myrarna på Kolmården. Sjö- och åsystemet omfattar två län (Södermanland och Östergötland) och tre kommuner (Nyköping, Norrköping och Katrineholm). Inom vattensystemet ryms 65 sjöar med en yta av mer än ett hektar. I den studie som här föreligger i rapportform har 24 av dessa sjöar valts ut och studerats för en naturvärdesbedömning utifrån den strandnära (litorala) bottenfaunans artrikedom och förekomst. Ingen av dessa sjöar har tidigare studerats mer ingående i detta avseende.

Kilaåsystemet har visat sig ha mycket höga naturvärden. Tidigare studier under 1990-talet har visat att det främst är djurlivet i ån och i dess omedelbara närhet som är unikt men också flera av vattensystemets sjöar visar sig i denna studie hysa sällsynta arter. Flera i området förekommande arter har även ett internationellt bevarandevärde. På EU:s lista över särskilt skyddsvärda arter inom det så kallade habitatdirektivet är inte mindre än sju djurarter representerade inom vattensystemet. Dessa är citronfläckad kärrtrollslända, bäcknejonöga, flodnejonöga, stensimpa, nissöga, flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla. Den senare arten, tjockskalig målarmussla, är en raritet i hela Europa och förekomsten i Kilaåsystemet är med nuvarande kunskapsstatus den största återstående i Södermanland och troligen även den största i Sverige.

Dessutom finns ytterligare arter inom den lägre faunan, evertebraterna (de ryggradslösa djuren), som är mycket sällsynta även i ett nationellt perspektiv. Ån är även ett välkänt reproduktionsområde för öring samt hemvist för strömstare och kungsfiskare.

En stor del av de studier som på senare år genomförts i vattensystemet har skett i samarbete mellan Länsstyrelsen i Södermanlands län och de naturhistoriska museerna i Stockholm och Göteborg. Länsstyrelsen har tillsammans med museernas zoologiska expertis prövat och funnit en mycket framgångsrik samarbetsmodell där regional miljöövervakning och naturvård, kombinerad med forskning kring biologisk mångfald och skyddsvärda arter i åsystemet, är till ömsesidig nytta. Föreliggande rapport, i form av en kunskapssammanställning, om den strandnära bottenfaunan i sjöarna inom Kilaåsystemet skall därför ses som ett viktigt komplement till tidigare genomförda undersökningar.

Delar av studien, en undersökning av bottenfaunan i 20 av sjöarna, har under 2000/2001 genomförts och presenterats som ett examensarbete, 10 poäng, vid naturvårdsingenjörsprogrammet, Högskolan Kristianstad och har sedan utökats i föreliggande rapport med data från ytterligare fyra sjöar samt kompletterats med ny information om faunan i vattenområdet.

Lars Juhlin
Länsstyrelsen i Södermanlands län

Innehållsförteckning

FÖRORD	5
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	6
SAMMANFATTNING	10
Mål & syfte	10
Resultat	10
Maskfauna	10
Kräftdjursfauna	10
Insektsfauna	10
Molluskfauna	11
Måluppfyllelse efter kalkning	11
ENGLISH SUMMARY	12
INLEDNING	14
Bakgrund	14
Syfte	14
Genomförande	14
Områdesbeskrivning	14
METODIK	16
Urval av sjöar	16
Insamling av bottenfauna	16
Identifiering	17
Utvärdering av bottenfauna	17
Totalt antal arter/taxa	17
Totalt antal individer av olika arter/taxa	17
FSI. Förekomst av försurningskänsliga arter/taxa	18
FOI. Förekomst av föroreningskänsliga arter/taxa	19
Shannons diversitetsindex (H')	20
Jämnhetsindex (J')	20
Richness index 1 och 2 ($R1$ och $R2$)	20
ASPT-index	20
Surhetsindex enligt Medin	20
DFI. Danskt faunaindex	21
EPT. Ephemeroptera/Plecoptera/Trichoptera - index	21
Simpsons index (λ)	21
Evenness (E) ("modified Hill's ratio")	21
FUI. Functional Units Index	22
Förekomst av rödlistade arter	22
BpHI - arter/taxa som indikerar måluppfyllelse efter kalkningsinsatser	23
Beskrivningar: lokaler och fynd	24
Lokal 1. 2000-05-08. Holmsjön, Norrköpings kommun	24
Lokalbeskrivning	24
Provtagning	25
Fynd - resultat	25
Lokal 2. 2000-05-08. Åksjön (Stavsjö), Norrköpings kommun	26
Lokalbeskrivning	26
Provtagning	27
Fynd - resultat	27
Lokal 3. 2000-04-29. Skiren, Nyköpings kommun	28
Lokalbeskrivning	28
Provtagning	29
Fynd - resultat	29
Lokal 4. 2000-04-29. Lövsjön, Nyköpings och Norrköpings kommuner	30
Lokalbeskrivningar	30
Provtagning	31
Fynd - resultat	31

Lokal 5. 2000-05-17. Abborregölen, Norrköpings kommun	33
Lokalbeskrivning	33
Provtagning	33
Fynd - resultat	33
Lokal 6. 2000-05-09. Långsjön, Norrköpings kommun	34
Lokalbeskrivning	34
Provtagning	34
Fynd - resultat	34
Lokal 7. 2000-05-09. Stora Holmsjön, Norrköpings kommun	35
Lokalbeskrivning	35
Provtagning	36
Fynd - resultat	36
Lokal 8. 2000-05-14. Övre Ålsjön, Nyköpings och Katrineholms kommuner	37
Lokalbeskrivning	37
Provtagning	38
Fynd - resultat	38
Lokal 9. 2000-05-11. Stora Ydden, Norrköpings kommun	39
Lokalbeskrivning	39
Provtagning	40
Fynd - resultat	40
Lokal 10. 2000-05-21. Stora Kosjön, Norrköpings kommun	41
Lokalbeskrivning	41
Provtagning	42
Fynd - resultat	42
Lokal 11. 2000-05-17. Översjön, Norrköpings kommun	43
Lokalbeskrivning	43
Provtagning	43
Fynd - resultat	43
Lokal 12. 2000-05-08. Kvarsjön, Nyköpings och Norrköpings kommuner	44
Lokalbeskrivning	44
Provtagning	45
Fynd - resultat	45
Lokal 13. 2000-05-21. Åksjön (Simonstorp), Norrköpings kommun	46
Lokalbeskrivning	46
Provtagning	46
Fynd - resultat	46
Lokal 14. 2000-05-17. Gransjön, Norrköpings kommun	47
Lokalbeskrivning	47
Provtagning	48
Fynd - resultat	48
Lokal 15. 2000-05-11. Bolen, Norrköpings kommun	49
Lokalbeskrivning	49
Provtagning	50
Fynd - resultat	50
Lokal 16. 2000-05-14. Stora Gändeln, Nyköpings och Norrköpings kommuner	51
Lokalbeskrivning	51
Provtagning	52
Fynd - resultat	52
Lokal 17. 2000-04-28. Fläten, Norrköpings kommun	53
Lokalbeskrivning	53
Provtagning	54
Fynd - resultat	54
Lokal 18. 2000-04-29. Stavsjön, Nyköpings kommun	55
Lokalbeskrivning	55
Provtagning	56
Fynd - resultat	56

Lokal 19. 2000-05-04. Björnsjön, Nyköpings och Norrköpings kommuner.....	57
Lokalbeskrivning.....	57
Provtagning.....	58
Fynd - resultat.....	58
Lokal 20. 2000-04-28. Virlången, Nyköpings och Katrineholms kommuner.....	59
Lokalbeskrivning.....	59
Provtagning.....	60
Fynd - resultat.....	60
Lokal 21. 2000-05-05. Bålsjön, Nyköpings kommun.....	61
Lokalbeskrivning.....	61
Provtagning.....	62
Fynd - resultat.....	62
Lokal 22. 2000-06-20. Fadadammen, Nyköpings kommun.....	63
Lokalbeskrivning.....	63
Provtagning.....	64
Fynd - resultat.....	64
Lokal 23. 2000-06-05. Kvarnsjön, Nyköpings kommun.....	65
Lokalbeskrivning.....	65
Provtagning.....	66
Fynd - resultat.....	66
Lokal 24. 2000-06-05. Rinkebysjön, Nyköpings kommun.....	67
Lokalbeskrivning.....	67
Provtagning.....	68
Fynd - resultat.....	68
RESULTAT.....	69
Kilaåsystemets sjöar.....	69
DISKUSSION.....	79
Kriterier för biologisk bedömning.....	79
SLUTSATSER.....	80
Biologiska index.....	80
Kommentarer till artfynd inom undersökta sjöar i Kilaåns vattensystem.....	82
Oligochaeta (Fåborstmaskar).....	82
Introduktion.....	82
Hirudinea (Iglar).....	86
Introduktion.....	86
Anmärkning.....	89
Crustacea (Kräftdjur).....	90
Isopoda (Gråsuggor).....	90
Amphipoda (Märkräftar).....	91
Anmärkning.....	91
Ephemeroptera (Dagsländor).....	92
Introduktion.....	92
Anmärkning.....	96
Odonata (Trollsländor).....	97
Introduktion.....	97
Miljökrav - hot.....	97
Aktuell kunskapsnivå.....	98
Trollsländor i praktisk naturvård.....	98
Zygoptera (Flicksländor).....	99
Anisoptera (Egentliga trollsländor).....	103
Anmärkning.....	108
Neuroptera (Nätvingar).....	109
Trichoptera (Nattsländor).....	110
Introduktion.....	110
Anmärkning.....	111

Sötvattensmollusker.....	112
Introduktion.....	112
Gastropoda (Snäckor).....	112
Anmärkning.....	122
Bivalvia (Musslor).....	123
Anmärkning.....	125
TACK.....	127
REFERENSER.....	128
BILAGA 1.....	134
Funna arter/taxa i 24 sjöar i Kilaåsystemet.....	134
BILAGA 2.....	138
Totalt antal funna arter/taxa i Kilaåsystemet.....	138
BILAGA 3.....	145
Art/taxalistor för de 24 undersökta sjöarna i Kilaåns vattensystem.....	145
BILAGA 4.....	175
Karta över Kilaåns vattensystem med de undersökta sjöarnas läge.....	175

Sammanfattning

Mål & syfte

Studien har haft som syfte att dokumentera bottenfaunans nuvarande status och artrikedom/biologisk mångfald i 24 sjöar i Kilaåns avrinningsområde. Detta omfattar delar av både Södermanlands och Östergötlands län.

Ett primärt mål har varit att, utgående från sammansättningen av bottenfaunan i de strandnära (litoral) miljöerna, i tidigare försurade men nu restaurerade/kalkade sjöar i avrinningsområdet, utvärdera effekterna av genomförd kalkning.

Dessutom har materialet använts för att bedöma samtliga 24 sjöars grad av orördhet/störning, försurning och eutrofiering.

Undersökningarna har också gett värdefull information om förekomst av sällsynta/skyddsvärda/rödlistade arter.

Ett flertal så kallade biologiska index, vilka beräknas på fördelning/förekomst av olika arter/taxa och baseras på dessas känslighet i olika hänseenden, har använts vid bedömningar och för test av olika hypoteser.

Resultat

Den biologiska mångfalden är stor i sjöarna i vattensystemets nedre del, där sjöarna är naturligt näringsrika (eutrofa) och obetydligt påverkade av försurning. Även några oligotrofa/mesotrofa sjöar, som återfinns i vattensystemets mellersta till norra del och är obetydligt försurningspåverkade, uppvisar stor mångfald.

Maskfauna

Bland de i Sverige förekommande cirka 170 arterna av Oligochaeta (fäborstmaskar) har hittills 98 identifierats i Kilaåns vattensystem. Sex fäborstmaskarter är nya för vetenskapen, men har ännu ej beskrivits. Totalt påträffades 20 arter i litoralzonen i sjöarna.

Bland Hirudinea (iglar) har hittills 10 arter identifierats i vattensystemet. Dessa utgör cirka en tredjedel av de i Sverige förekommande. Sju igelarter påträffades i sjöarna.

Kräftdjursfauna

Den försurningskänliga *Gammarus pulex* (bäckmålkräfta) har endast påträffats i en av sjöarna: Lövsjön. Närmaste kända lokal för arten finns ned-

ströms i åsystemet på ett avstånd av flera kilometer. Permanenta vandringshinder, i form av ett dämme och omfattande samt svårforcerade kärrmarker närmast Lövsjön, gör det mindre troligt att denna art kan ha spridit sig vattenvägen och på så sätt koloniserat sjön. Spridning med hjälp av fåglar är den troligaste förklaringen.

Insektsfauna

Totalt påträffades 11 arter av Ephemeroptera (dagsländor) i sjöarna. Sju av dessa tillhör de indikatorarter som kräver ett pH över året på 5,5 eller mer. Om tidigare rapporterade dagsländedefynd inom Kilaåsystemet inkluderas så har hittills 23 arter/taxa hittats. Dessa utgör knappt hälften av de i Sverige förekommande.

Bland dagsländorna påträffades den mycket försurningskänsliga larven av *Ephemera vulgata* (sjösandslända) i Skiren, Lövsjön, Övre Ålsjön, Fläten, Stavsjön, Björnsjön och Virlången. Arten är en känd kolonisationsförmåga efter kalkning och har påträffats i ett flertal sjöar och vattendrag i landet efter att kalkningsåtgärder vidtagits.

Den likaså mycket försurningskänsliga dagsländan *Caenis horaria* (slamslända) påträffades i Lövsjön, Övre Ålsjön, Stora Ydden, Stora Kosjön, Fläten, Stavsjön, Björnsjön, Virlången, Fadadammen, Kvarnsjön och Rinkebysjön. Arten har, troligen på grund av sin mycket korta tid som flygande adult, svårt att återkolonisera tidigare försurade vatten. Indikationer finns på att det i snitt tar nio år efter att kalkningsåtgärder vidtagits innan arten påträffas igen.

Totalt påträffades 22 arter/taxa av Odonata (trollsländor) i sjöarna. Av dessa har 19 identifierats till art. Samtliga är larvfynd.

De sjöar som uppvisar en större artrikedom av trollsländor har i regel också en artrik bottenfauna vad gäller andra grupper. Ekosystemet i dessa sjöar är dessutom relativt opåverkat avseende både försurning och eutrofiering.

Fynden av *Coenagrion johanssoni* (johanssons myrflickslända) är de första från Kilaåns vattensystem. Arten är påträffad i två skogssjöar, Lövsjön och Övre Ålsjön, belägna långt uppströms i Kilaåsystemet. Endast ett fåtal spridda förekomster finns tidigare rapporterade från Södermanland.

Larver av *Epitheca bimaculata* (tvåfläckad trollslända) påträffades i Stora Ydden och i Fadadammen. Arten har klassats som hotad i stora delar av Europa, dock ej i Skandinavien. Från Södermanland har endast få, spridda förekomster rapporterats tidigare. Fynden av *E. bimaculata* är de första i Kilaåns vattensystem.

Leucorrhinia caudalis (bred kärrtrollslända), med förekomst i Kvarnsjön, är en i Sverige sällsynt art som förekommer sparsamt i södra och östra delarna. Den är också mycket sällsynt inom sin utbredning i mellersta Europa där arten har försvunnit från många lokaler. *L. caudalis* kan vara på tillbakagång även i Sverige och ingår därför bland de nationellt fridlysta. Från Södermanland finns endast ett fåtal spridda förekomster. Fyndet är det första från Kilaåns vattensystem.

Leucorrhinia pectoralis (citronfläckad kärrtrollslända), påträffad på två lokaler i Lövsjön, finns på EU:s habitatdirektivlista bland arter som skall skyddas inom Natura 2000. Den är också nationellt fridlyst. Fynden av *L. pectoralis* är de första från Kilaåns vattensystem. Från Södermanland finns endast få och spridda förekomster rapporterade.

Libellula depressa (bred trollslända), en i Sverige sällan talrik art, hittades i Åksjön (Simonstorp). I Södermanland finns endast spridda förekomster. Detta är det första fyndet från Kilaåns vattensystem.

Bland Neuroptera (nätvingar) påträffades den mycket försumningskänsliga larven av *Sisyra fuscata* (svampslända) i Översjön. Arten är inte tidigare rapporterad från Kilaåns vattensystem. Dess utbredning i Södermanland är ofullständigt känd. Flest rapporter om förekomster finns i den nordöstra delen av landskapet.

Av de 57 arter/taxa av Trichoptera (nattsländor) som insamlats vid denna undersökning har 45 identifierats till art. Om tidigare rapporterade nattsländefynd i Kilaåsystemet inkluderas så förekommer där minst 80 arter, vilket utgör drygt en tredjedel av de i Sverige rapporterade.

Molluskfauna

Totalt 16 arter sötvattenssnäckor insamlades i de undersökta sjöarna. Med hänsyn till sjöarnas varierande karaktär är detta relativt höga artantal inte oväntat. Speciellt anmärkningsvärda är fynden av den rödlistade *Myxas glutinosa* (manteldamm-snäcka) i sjöarna Bolen och Bålsjön. Dessutom förekommer sällsynta/tämligen sällsynta arter som *Bithynia leachii* (mindre snytesnäcka), *Marstoniopsis scholtzi* (sjötusensnäcka) och *Hippeutis complanatus* (linsskivsnäcka) samt den dåligt kända *Radix labiata* (slamdamm-snäcka). Genom tidigare undersökningar är ytterligare sex arter kända, vilket ger 22 arter för hela Kilaåsystemet – något mindre än hälften av de i Sverige 46 naturligt förekommande arterna (jfr von Proschwitz 2001).

Vad gäller limniska stormusslor är Kilaåsystemet exceptionellt artrikt. Fem av de sju i Sverige naturligt förekommande arterna påträffades i de undersökta sjöarna – en sjö (Björnsjön) hyser t.o.m. alla fem arterna! Bland dessa märks den sällsynta och rödlistade *Pseudanodonta complanata* (flat dammussla), vid denna undersökning påträffad i Björnsjön, samt de ovanliga *Unio pictorum* (allmän målarmussla) i Björnsjön och Rinkebysjön, och *Anodonta cygnea* (stor dammussla) i Bålsjön. I de nedre delarna av systemet förekommer ytterligare två rödlistade och sällsynta arter: *Margaritifera margaritifera* (flodpärlmussla) och *Unio crassus* (tjockskalig målarmussla). Samtliga inhemska stormusselarter finns alltså i Kilaån (jfr von Proschwitz 1999, 2000), något som Kilaåsystemet delar med ett fåtal svenska vattendrag: Helgeån (Skåne), Emån (Småland), Svartån och Stångån (Östergötland), samt Svartån (Närke). Med hänsyn till stormusselfaunan har alltså Kilaåsystemet en unik ställning bland svenska vattendrag och således ett mycket högt skyddsvärde.

Två sällsynta och rödlistade arter, missgynnade (NT) enligt rödlista 2000, förekommer i tre av sjöarna: manteldamm-snäckan (*M. glutinosa*) samt flat dammussla (*P. complanata*).

Måluppfyllelse efter kalkning

Bottenfaunans artsammansättning och artrikedom, samt förekomsten av speciellt försumningskänsliga arter/taxa, indikerar god kalkningseffekt i följande sjöar: Skiren, Lövsjön, Stora Kosjön och Stavsjön.

English summary

Benthic fauna and biological diversity used as indicators of environmental conditions in the lakes of the Kilaå River System (Provinces of Södermanland and Östergötland, Eastern Sweden)

The aim of this study was to document the current status of the benthic fauna and to record the species/biological diversity in 24 lakes in the Kilaå River catchment area. This catchment area lies in the Södermanland and Östergötland Provinces of Eastern Sweden.

The primary aim was to determine the effects of lime treatment based on an investigation of benthic fauna in the littoral zone of lakes that were acidified but have since been restored/limed. In addition the investigation has been used for determining the degree of disturbance, acidification and eutrophication in the 24 lakes. The study has also given useful information on the occurrence of rare, protected and red listed species.

A few biological indexes (calculating the distribution/occurrence of different species / taxa based on their sensitivity in different respects) have been used to judge and to test different hypotheses.

Results

The biological diversity is high in the lakes from the water system's lower area, where the lakes are naturally nutrient rich (eutrophic) and are not significantly effected by acidification. Even some oligotrophic/mesotrophic lakes situated in the water system's central and northern region are negligibly acidified and show high diversity.

Aquatic worms

Amongst Sweden's approximately 170 species of Oligochaeta (Earthworms) 98 have been identified in the Kilaå River system. Six oligochaete species are new for science, but have not yet been described. In total 20 species have been found in the littoral zone of the lakes.

Ten species of Hirudinea (Leeches) have so far been identified in the water system, seven of those in the lakes. These represent a third of the hirudinean species found in Sweden.

Crustaceans

Scud *Gammarus pulex* (sensitive to low pH), was found in only one of the lakes (Lövsjön). The closest known location for the species is downstream in the river system several kilometres away.

Permanent migration barriers in the form of a weir and a swamp, makes it less likely that this species could have spread via water and colonised the lake in that way. Dispersal with the help of birds is the most likely explanation.

Insects

In total eleven species of Ephemeroptera (Mayflies) were found in the lakes. Seven of these belong to those species that require a pH of 5.5 or more throughout the year. When the previously reported Mayflies are included, 23 species / taxa have been found within the Kilaå River system. This represents almost half of the naturally occurring Mayfly-species in Sweden.

The larva of the Mayfly *Ephemera vulgata* (sensitive to low pH), was found in six of the lakes. The species is a known colonist after liming, having been found in several lakes and waterways in the country after lime treatment.

The larva of the Mayfly *Caenis horaria* (also sensitive to low pH) was found in eleven of the lakes. The species has difficulty recolonising previously acidified waters, probably due to its short life span as a flying adult. There are indications that on an average it takes nine years after lime treatment until the species is found again.

In total 22 species/taxa of Odonata (Dragonflies and Damselflies) were found in the lakes. Of these 19 have been identified to the species level. All are larval specimens.

Lakes showing a wealth of Odonata species generally are species-rich in other benthic groups too. In addition the ecosystem in these lakes are relatively unaffected by low pH and eutrophication.

The specimens of the Damselfly *Coenagrion johanssoni* are the first reported from the Kilaå River system. The species was found in two forest lakes lying upstream in the river system (Lövsjön and Övre Ålsjön). Only a few specimens have been previously reported from Södermanland.

Larvae of the Dragonfly *Epitheca bimaculata* were found in two of the lakes (Stora Ydden and Fadadammen) the first reported ones in the Kilaå River system. The species is classed as threatened in most parts of Europe, although not in Scandinavia. Only a few occurrences have been previously reported in Södermanland.

The Dragonfly *Leucorrhinia caudalis* occurs in one of the lakes (Kvarsjön). It is a rare species in Sweden and is infrequently found in the southern and eastern regions. It is also very rare within its distribution in Central Europe where the species has disappeared from many localities. *L. caudalis* may be declining even in Sweden and therefore it is included in the national protected list.

The Dragonfly *Leucorrhinia pectoralis* was found at two localities in one of the lakes (Lövsjön). This specimen is on EU's habitat directive list amongst the species that should be protected within Natura 2000. It is also protected at the national level. The *L. pectoralis* specimen is the first found in the Kilaå River system. From Södermanland there are only a few scattered specimens reported.

The Dragonfly *Libellula depressa*, one of Sweden's uncommon species, was found in one lake (Åksjön – Simonstorp). In Södermanland there are only a few scattered reports. This is the first record in the Kilaå River system.

One species, very sensitive to low pH, *Sisyra fusca*, among the Neuroptera (Lacewings), was found in one lake (Översjön). The species has not been previously reported from the Kilaå River system. Most reports of its occurrence are in the north-east of Södermanland.

Of the 57 species/taxa of Trichoptera (Caddisflies) collected in this study 45 have been identified to the species-level. When the previously reported occurrences of Trichoptera in the Kilaå River system are included, there are at least 80 species, which is a little less than a third of the Trichoptera-species known in Sweden.

Freshwater Molluscs

16 species of freshwater snails were recorded in the investigated 24 lakes in the Kilaå River system. With respect to the very diverse character of the lakes, the relatively high number of species was not unexpected. Worth noting is the occurrence of the rare and red-listed *Myxas glutinosa*. In addition rare species such as *Bithynia leachii*, *Marstoniopsis scholtzi* and *Hippeutis complanatus*, as well as the poorly known *Radix labiata*, were found. Another six species are known from previous investigations. This gives a total number of 22 species from the Kilaå River system, somewhat less than half of the 46 naturally occurring species in Sweden.

In regard to large freshwater mussels the Kilaå River system is exceptionally rich. Five of the seven naturally occurring species in Sweden were found in the investigated lakes. One of the lakes (Björnsjön) even harbours all the five species simultaneously! The occurrences of the very rare and red-listed *Pseudanodonta complanata* (compressed river mussel), the rare *Unio pictorum* (painter's mussel) and *Anodonta cygnea* (swan mussel) should be noted. In the lower parts of River Kilaå another two rare and red-listed species have been found: *Margaritifera margaritifera* (freshwater pearl mussel) and *Unio crassus* (thick shelled river mussel). Hence, all seven large freshwater mussel species naturally occurring in Sweden live in the Kilaå River system. Only a few southern Swedish rivers show the same diversity in species: River Helgeån (Province of Skåne), River Emån (Province of Småland), River Svartån and River Stångån (Province of Östergötland) as well as River Svartån (Province of Närke). This exceptional quality as reflected in species richness, gives the Kilaå River system a very high conservation value.

Results after liming

The benthic fauna's species composition and species richness, as well as the occurrence of species/taxa sensitive to low pH, indicate positive effects in four (Skiren, Lövsjön, Stora Kosjön and Stavsjön) of the totally eight limed lakes.

Inledning

Bakgrund

Rapporten har utarbetats av de naturhistoriska museerna i Stockholm och Göteborg i samarbete med Länsstyrelsen i Södermanlands län. Den största delen av fältarbetet har varit en del av ett examensarbete (10 poäng) för I. Franzén inom Högskolan i Kristianstads miljöingenjörsprogram.Handledning har lämnats av Länsstyrelsen och de naturhistoriska museerna. Ytterligare delar av fältarbetet, samt resultatsammanställningen, har gjorts av Stefan Lundberg, Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, och Ted von Proschwitz, Göteborgs Naturhistoriska Museum. De båda senares arbetsinsatser utgör även museernas delfinansiering av projektet. Urban Pettersson, Örebro, har gjort statistiska beräkningar av biologiska index. I planering, genomförande och slutrapportering har Lars Juhlin, Malin Kanth och Sture Larsson vid Länsstyrelsen deltagit.

Länsstyrelsen i Södermanlands län har sedan 1998, i samarbete med de naturhistoriska museerna, genomfört undersökningar i Kilaåns vattensystem. Studierna har utgjort en del av den regionala miljöövervakningen i länet och har samtidigt gett nya data till museernas forskning om biologisk mångfald och skyddsvärda arter i åsystemet. Resultaten har därmed varit till ömsesidigt gagn.

I denna rapport refereras även till resultat från tidigare studier av bottenfaunan i sjöar och vattendrag inom avrinningsområdet. Dessa har genomförts av olika avnämare (konsulter, universitetsforskare) under perioden 1993 till 2002: Limnoda HB (Lingdell & Engblom 1993, 1999, 2000, Lingdell 1994, 1998), Stockholms universitet, Naturgeografiska institutionen (Sandvall 1993) och Medins Sjö- & Åbiologi AB (Liungman & Nilsson 2002).

Syfte

Undersökningen har som syfte att dokumentera bottenfaunans, inklusive molluskfaunans, nuvarande status och artrikedom i de litorala miljöerna i Kilaånsystemets sjöar, att bedöma sjöarnas försurnings- och föroreningsstatus samt att klarlägga kalkningsverksamhetens effekter i behandlade sjöar. Resultaten i föreliggande rapport har även sammanställts i syfte att täcka in och sammanfatta den nuvarande kunskapen om vattenområdets biologiska mångfald och dess miljöstatus.

Genomförande

Bottenfauna har insamlats i de strandnära (litorala) miljöerna i 24 sjöar inom Kilaåns avrinningsområde (Tabell 1, Figur 108). Tolv av dessa sjöar ligger i Norrköpings kommun, Östergötlands län och sex tillhör Nyköpings kommun, Södermanlands län. Resterande sjöar delas mellan Nyköpings och Norrköpings kommuner (4), respektive Nyköpings och Katrineholms kommuner (2), Södermanlands län. Provtagning i fält genomfördes från slutet av april till slutet av juni 2000. I rapporten används också resultat av vattenkemiska analyser baserade på provtagningar utförda av Länsstyrelsen i Södermanlands län. Dessa genomfördes 29 oktober och 1 november 1999.

Områdesbeskrivning

Kilaåns vattensystem omfattar, förutom de nedre delarna av Kilaån med dess sjöar, även Ålbergaåns och Vretaåns delavrinningsområden (Figur 108).

Ålbergaåns vattensystem utgör de nordvästligaste delarna av Kilaånsystemet i Östergötlands län, där källflödena finns på ca 100 meters höjd över havet. Dessa delar karaktäriseras av barrskog och myrmarker. Berggrunden består till största delen av granitbergarter och bland jordarterna dominerar morän och torv, vilket innebär att de naturliga förutsättningarna att neutralisera surt nedfall är relativt dåliga (Edlund 1996, Almqvist et al. 2002a, b). Ålbergaån påverkas inte direkt av bebyggelse och åkermark utom på en kort sträcka före sammanflödet med Vretaån. Därefter tar Kilaåns huvudfåra i Kiladalen vid. Ålbergaån är reglerad för elkraftproduktion och flera uppströms belägna sjöar inom detta delavrinningsområde fungerar som regleringsmagasin, med stora nivåskillnader över året som följd. Till Ålbergaåns vattensystem hör bl.a. Fläten, Bolen, Gransjön, Övre Ålsjön och Kvarsjön, vilka via Dammhulteån avvattnas till sjön Virlången.

Vretaåns delavrinningsområde i sydväst avvattnar likaså ett flertal sjöar inom främst barrskogs- och myrmarker, bl.a. delar av den högt belägna Fjällmossen på Kolmården (Mellberg 1976). Detta vattensystem är till större delen oreglerat. Gamla kulturspår i form av äldre dämmen och omledningar av vatten från flera av sjöarna finns dock kvar i landskapet. Detta som en följd av tidigare verksamheter inom bruksmiljöerna vid Stavsjö där bl.a. Stavsjö bruk, med anor sedan 1600-talet, under århundraden nyttjat och reglerat vattnet för indust-

riella syften. Vretaåsystemet omfattar bland annat Skiren, Stavsjön, Lövsjön och Bålsjön. Systemet påverkas via Bålsjön av näringsrikt vatten från åkermark och bebyggelse, men troligen även av giftiga metallutsläpp från tidigare träimpregneringsverksamhet i anslutning till sjön. Även Vretaåns nedre delar, före sammanflödet med Ålbergaån, påverkas av omgivande jordbruksbygd.

Kilaån rinner därefter tre mil genom jordbruksmarker och bebyggelse, här kallad "Kiladalen", för att slutligen mynna ut i Östersjön vid Nyköping. I mynningspartierna påverkas ån av de aktiviteter som följer av närheten till en större stad.

Tabell 1. Undersökta sjöar inom Kilaåns avrinningsområde. Sjöarna är ordnade efter höjd över havet i meter. En karta som visar sjöarnas läge inom vattensystemet finns i Figur 108.

Nr	Sjönamn	X-koordinat (SMHI 1983)	Y-koordinat (SMHI 1983)	Kommun	Höjd (m ö h)	Åtgärd
1.	Holmsjön	6513680	1529350	Norrköping	90,0	Kalkas
2.	Åksjön (Stavsjö)	6515870	1530680	Norrköping	85,0	Kalkas
3.	Skiren	6511020	1535660	Nyköping	84,6	Kalkas
4.	Lövsjön	6509040	1538010	Nyköping / Norrköping	84,4	Kalkas
5.	Abborregölen	6522060	1521430	Norrköping	80,0	
6.	Långsjön	6515330	1528540	Norrköping	79,6	
7.	Stora Holmsjön	6516310	1528920	Norrköping	78,0	Kalkas
8.	Övre Ålsjön	6520690	1529360	Nyköping / Katrineholm	77,3	
9.	Stora Ydden	6516000	1520700	Norrköping	77,0	
10.	Stora Kosjön	6518560	1523450	Norrköping	72,6	Kalkas
11.	Översjön	6522400	1521940	Norrköping	72,0	
12.	Kvarsjön	6516980	1529410	Nyköping / Norrköping	70,6	Kalkas
13.	Åksjön (Simonstorp)	6518280	1522620	Norrköping	69,0	
14.	Gransjön	6521880	1524580	Norrköping	63,3	
15.	Bolen	6517620	1520480	Norrköping	62,5	
16.	Stora Gändeln	6517640	1530220	Nyköping / Norrköping	61,9	
17.	Fläten	6520480	1526100	Norrköping	61,7	
18.	Stavsjön	6512430	1535930	Nyköping	60,7	Kalkas
19.	Björnsjön	6514370	1533040	Nyköping / Norrköping	51,7	
20.	Virlången	6518620	1534310	Nyköping / Katrineholm	51,3	
21.	Bålsjön	6510830	1545990	Nyköping	51,0	
22.	Fadadammen	6512300	1559890	Nyköping	38,0	
23.	Kvarnsjön	6517230	1550250	Nyköping	34,0	
24.	Rinkebysjön	6516230	1551290	Nyköping	27,0	

Metodik

Urval av sjöar

De objekt som valdes ut avsågs ge en bra bild av det breda spektrum av sjöar som finns inom Kilaåns vattensystem. De sjöar som är med i det regionala förurningsprogrammet och kalkas regelbundet prioriterades. Övriga sjöar, av varierande karaktär, är belägna i hela avrinningsområdet, från högt belägna skogssjöar på Kolmården till näringsrika slättsjöar längre nedströms i systemet.

En del av de sjöar som i ett tidigt skede valdes ut visade sig vara svåra att undersöka. Detta berodde på olämpliga bottenförhållanden längs stränderna (mycket dy och mjukt organiskt material) vilket inte lämpar sig vid den använda undersökningstypen (se nedan). Dessa "bottenlösa" sjöar, som inte var möjliga att vada i, provtogs inte utan andra objekt valdes istället.

Insamling av bottenfauna

Insamlingar av bottenfauna genomfördes under perioden 29 april till 20 juni. Provtagningen utfördes så långt som möjligt enligt metod "Inventering av bottenfauna i sjöars litoral och i vattendrag", även kallad "M42" (Lingdell & Engblom 1996).

Den valda inventeringsmetoden ("sparkprovtagning") bygger på att vattenlevande smådjur, vid mekanisk störning av bottensubstrat och vattenvegetation, lossnar från underlaget och aktivt kan samlas upp i en håv som förs fram och tillbaka i provtagningsområdet, en uppmätt strandsträcka på 50 m. Sträckan väljs så att den täcker in så många olika typer av för sjön representativa habitat (och härmed förekommande arter) som möjligt. 30 håvningar utförs från strandkanten ut till ca 1 m djup. Dessa delprov behandlas sedan som ett enda prov och bedöms på ett representativt sätt ha täckt in de olika delmiljöerna på lokalen.

Håvningarna kombineras med ett sökprov. Med hjälp av vattenkikare och håv plockas musslor och snäckor upp. Detta genomförs före sparkprovtagningen för att inte uppgrumlat sediment skall störa

sikten. Även stenar och död ved i vattnet tas upp och undersöks på fastsittande djur: iglar, snäckor m.m. Som komplement borstas även stenar och död ved av i en balja.

Metoden är inte strikt kvantitativ men ger ett ungefärligt mått på mängden av olika arter/taxa per ansträngning, samt en bild av proportionerna i individantal mellan arter/taxa på den undersökta lokalen. Småvuxna djurformer och sådana som är starkt fastsittande eller lever djupt ner i bottensubstratet, blir dock underrepresenterade. Likväl har påvisats att man med metoden erhåller en stor andel av de förekommande larvformerna av olika akvatiska insektsgrupper (Lingdell & Engblom 1996, Ekström 2000).

Vid tillämpning av undersökningstypen krävs att man hittar en strandsträcka med lämplig bottenstruktur d.v.s. hårdbottnar med sand, grus eller sten. Detta har varit svårt att uppnå i några av sjöarna då dessa till stor del har mjukbottnar med mycket dött organiskt material. Metoden har därför inte kunnat tillämpas fullt ut.

Det är också en fördel att välja en lokal som är vindexponerad. Där är syrehalten i vattnet högre och chansen är större att påträffa fler arter. Efter som västlig pålandsvind oftast råder, valdes om möjligt en sträcka vid den östra stranden av respektive sjö. Trånga vikar undveks.

Det insamlade materialet fördes över i plastburkar som togs med hem och förvarades i kylskåp. Musslor och snäckor fixerades direkt i 96% alkohol (etanol) medan det uppslammade bottenmaterialet genomsöktes under stereolupp. Insamlat material från sjöarna Skiren, Lövsjön, Stavsjön, Virlången och Fläten fixerades dock direkt i fält i 96% alkohol och genomsöktes vid senare tillfälle. De utplockade djuren förvarades därefter mörkt i burkar med 80% alkohol.

Identifiering

Vid identifieringen av bottenfaunan har främst följande litteratur använts: Elliot & Mann (1979), Elliot & Humpesch (1983), Elliot et al. (1988), Wallace et al. (1990), Edington & Hildrew (1995), Sahlén (1996), Nilsson (1996, 1997), Enckell (1998) samt Glöer & Meier-Brook (2003). I det första skedet identifierades insamlat material till olika taxa (arter, släkten, familjer) så långt möjligt med tillgänglig litteratur. Resultaten redovisades inom ramen för ett 10-poängsarbete vid Högskolan Kristianstad (Fránzen 2001). Materialet tillhörande grupperna Oligochaeta, Hirudinea, Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Gastropoda och Bivalvia från samtliga undersökta sjöar, har sedan bearbetats ytterligare av olika specialister. Detta innebär att fler arter kunnat identifieras och att kvaliteten därmed kunnat höjas.

Insamlat och bestämt material förvaras som referens i de vetenskapliga samlingarna vid Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm. Sötvattenssnäckor och stormusslor bevaras huvudsakligen som skal. Att i museisamlingar belägga/arkivera djur från miljöövervaknings- och naturvårdsinventeringar är av stor betydelse som kvalitetssäkring och ger möjlighet att i framtiden studera det insamlade materialet ytterligare (Lundberg & von Proschwitz 1998).

Utvärdering av bottenfauna

Bottenfaunan har utvärderats med hjälp av nedan listade biologiska index. Dessa beskrivs närmare i Ludwig & Reynolds (1988), Degerman et al. (1994), Lingdell et al. (1998), Wiederholm & Johansson (1999), Lingdell & Engblom (2002) samt Dickson et al. (2002).

1. Totalt antal arter/taxa.
2. Totalt antal individer av olika arter/taxa.
3. FSI. Förekomst av förurningskänsliga arter/taxa.
4. FOI. Förekomst av föroreningskänsliga arter/taxa.
5. Shannons diversitetsindex (H').
6. Jämnhetsindex (J').
7. Richness 1 och Richness 2.
8. ASPT-index (Average score per taxon).
9. Surhetsindex enligt Medin.
10. DFI (Dansk FaunaIndex).
11. EPT (Ephemeroptera/Plecoptera/Trichoptera-index).
12. Simpsons index.
13. Evenness-index.
14. FUI. Functional Unit Index. Fördelning av funktionella grupper i bottenfaunan.
15. Förekomst av rödlistade arter.

16. BpHI – arter/taxa som indikerar måluppfyllelse efter kalkningsinsatser.

Shannon-, ASPT-, och Dansk faunaindex tillhör av Naturvårdsverket rekommenderade bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Wiederholm & Johansson 1999).

Samtliga utvärderingsmetoder beskrivs här nedan:

Totalt antal arter/taxa

Det totala antalet arter/taxa som påträffas inom en lokal beror på en mängd faktorer. Då totalantalet arter/taxa i provet är beroende av provets storlek och, inte minst, av hur mycket tid och ansträngning som lagts ned på att leta, har denna parameter sina begränsningar och bör därför användas enbart vid jämförelser mellan lokaler. På nationell basis gäller generellt att lokaler med mer än 25 påträffade arter/taxa sällan är svårt försurade och att lokaler med mer än 40 arter/taxa nästan aldrig är det. Antal arter/taxa är också beroende av provtagningstidpunkt, lokalens (bottens) allmänna struktur och geografiska belägenhet samt vilken provtagningsmetod som tillämpats och till vilken taxonomisk nivå som identifieringen kunnat drivas.

Totalt antal individer av olika arter/taxa

Det totala antalet påträffade individer är beroende av provets storlek och de ytterligare faktorer som omnämns under "Totalt antal arter/taxa". Individentätheten på en lokal kan variera med en tiotusenpotens under ett år, framför allt beroende på tidpunkt för provtagningen, bl.a. i förhållande till livscyklar hos t.ex. fjädermyggor (Chironomidae). För att i möjligaste mån kompensera för de felkällor som kan uppstå i samband med provtagningen har undersökningen utförts vid en begränsad tid av året (vår-försommar).

FSI. Förekomst av försurnings-känsliga arter/taxa

Graden av försurningspåverkan i ett vatten bedöms via index för den försurningskänsligaste art eller taxon som påträffas i ett bottenfaunaprov. Indexvärdet grundar sig i sin tur på det lägsta pH denna

har överlevt i naturen och/eller i akvarieexperiment (Engblom & Lingdell 1983, Degerman et al. 1994) (Tabell 2 och 3).

Tabell 2. Försurningsindex enligt Engblom & Lingdell (1983), samt Degerman et al. (1994).

Försurningsindex (fsi)		
fsi	Benämning	pH som arten överlevt
0	Okänd	Kunskap saknas.
1	Extremt tålig	Arten har överlevt i vatten med pH under 4,5.
2	Mycket tålig	Arten har överlevt i vatten med pH 4,5 - 5,0.
3	Normalt tålig	Arten har överlevt i vatten med pH 5,0 - 5,5.
4	Känslig	Arten har överlevt i vatten med pH 5,5 - 6,0.
5	Mycket känslig	Arten har ej påträffats vid pH under eller lika med 6,0.

Tabell 3. Vid bedömning av försurningspåverkansgrad på en viss lokal har nedanstående skala använts. FSI anger alfabetisk beteckning som motsvarar grad av försurningspåverkan. Betydelsen av fsi anges i Tabell 2 ovan.

Känsligaste funna arter	FSI	fsi	Bedömning av grad försurningspåverkan
Arter som tål pH under 5,0.	C	1-2	Stark eller mycket stark påverkan.
Arter som tål pH mellan 5,0 och 5,5.	B	3	Betydlig påverkan.
Arter som ej tål pH under 5,5.	A	4-5	Ingen eller obetydlig påverkan.

Detta försurningsindex, närmare beskrivet i Tabell 2 och 3, har ingen exakt innebörd. En kalkningsinsats kan bedömas som lyckad om medelkänsliga arter bland bottenfaunan har ökat sin numerär, även om försurningskänsliga arter ej påträffats. Ett vatten kan också bedömas som försurningsskadat om bara ett fåtal individer av känsliga arter påträff-

fats. Försurningsindex är enbart vägledande vid bedömning av försurningsstatus precis som fysikaliska/kemiska data är det. En grund för vägledning är antalet arter/taxa och individer inom försurningsindex 3 till 5. Ju fler arter/taxa och individer inom detta indexintervall desto mindre försurningspåverkat bedöms vattnet vara.

FOI. Förekomst av förorenings-känsliga arter/taxa

Graden av föroreningspåverkan i ett vatten bedöms via föroreningsindex för den föroreningskänsligaste art eller taxon som påträffats där. En arts indexvärde grundar sig på det mest "förorenade" vatten som denna påträffats i samt hur arten reagerar för syrgasbrist och grumling vid akvarieexperiment. Miljön belastas dock av många olika föroreningar och det finns inte någon definition på hur föro-

reningsgraden skall anges. Man kan alltså inte med en siffra ange hur förorenat ett vatten är. Placeringen av olika arter/taxa på olika indexvärden är därför subjektiv och avser i första hand deras känslighet gentemot syrgasbrist. (Engblom & Lingdell 1983, Degerman et al. 1994) (Tabell 4 och 5).

Tabell 4. Föroreningsindex enligt Engblom & Lingdell (1983) samt Degerman et al. (1994).

Föroreningsindex (foi)		
foi	Benämning	Föroreningsbelastning som arten överlevt eller typ av sjö/vattendrag som den är karaktäristisk i
0	Okänd	Kunskap saknas.
1	Extremt tålig	Arten har påträffats i kraftigt svavelvätedoftande vatten.
2	Mycket tålig	Arten är vanlig nedan reningsverkens utloppsrör.
3	Normalt tålig	Arten förekommer sällsynt under index 1 och 2 ovan.
4	Känslig	Arten är karaktäristisk för rena skogsvattendrag och sällsynt i index 3.
5	Mycket känslig	Arten är karaktäristisk för rena källupplöden och mycket rena och syrgasrika miljöer.

Tabell 5. Vid bedömning av föroreningspåverkansgrad vid en viss lokal har nedanstående skala använts. FOI anger alfabetisk beteckning som motsvarar grad av föroreningspåverkan. Betydelsen av foi anges i Tabell 4 ovan.

Känsligaste funna taxon	FOI	foi	Bedömning av grad föroreningspåverkan
Art/taxon som tål att leva i svavelvätedoftande vatten.	C	1-2	Stark eller mycket stark påverkan.
Art/taxon som tål att leva i kraftigt jordbrukspåverkade vatten.	B	3	Betydlig påverkan.
Art/taxon som är karaktäristisk för rena källor och skogsvattendrag.	A	4-5	Ingen eller obetydlig påverkan.

Detta föroreningsindex, närmare beskrivet i Tabell 4 och 5, har ingen exakt innebörd. Effekterna av t.ex. en sedimentationsdamm kan betraktas som positiva trots att föroreningskänsliga arter ej påträffas här, under förutsättning att medelkänsliga arter ökat i antal. Ett vatten kan vidare bedömas som föroreningsskadat om den enda förorenings-

känsliga djurgrupp som påträffats är t.ex. bäckbaggar (Elmidae), eftersom dessa kan överleva i små refugier där grundvatten av bättre kvalitet strömmar upp. Föroreningsindex är enbart vägledande vid bedömning av föroreningsstatus på samma sätt som fysikaliska/kemiska data är det.

Shannons diversitetsindex (H')

Detta matematiska index enligt Shannon (1948) är förmodligen det mest använda vid populations-ekologiska studier och används generellt som ett mått på artrikedomen (diversiteten). Indexet beskriver hur jämnt fördelade antalet individer är inom förekommande arter/taxa. Värden över 2 innebär att individantalen har en normal fördelning på olika taxa, värden under 1 ett eller ett fåtal arter/taxa är betydligt individrikare än andra, d.v.s. en onormal fördelning på antal individer. Allmänna arter är alltid individrikare. Shannons diversitetsindex (H') beräknas som:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

där

s = totala antalet arter/taxa i provet

n_i = antalet individer per taxon

N = totala antalet individer i provet

Jämnhetsindex (J')

Det maximala värde som H' kan anta beräknas som $H'_{\max} = \log s$. Med hjälp av H' och $H'_{\max}$ kan jämnhetsindex J' beräknas som $J' = H' / H'_{\max}$. Om alla arter/taxa innehåller lika många individer fås att $J' = 1$ och om J' understiger 0,5 betyder det att ett eller ett fåtal arter/taxa är betydligt individrikare än andra. Inom ett normalt och relativt opåverkat bottenfaunasamhälle varierar J' mellan 0,6 och 0,9.

Richness index 1 och 2 ($R1$ och $R2$)

Det totala antalet funna arter/taxa i ett prov är beroende av provets storlek – d.v.s. relationen mellan totalt antal påträffade arter/taxa och det totala antalet individer i provet. Antal arter/taxa ökar med ökande provstorlek. För att kompensera för olika provstorlekar kan dessa index tillämpas. De beräknas som:

$$R1 = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad R2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

där

S = totala antalet taxa i provet

N = totala antalet individer i provet

ASPT-index

ASPT-index (Average Score Per Taxon) (Armstrong et al. 1983) är ett renvattenindex för litoral-fauna och påvisar förekomst av föroreningskänsliga och/eller -toleranta familjer i bottenfaunasamhället. ASPT-index beräknas genom att de organismer som påträffas i provet identifieras till familjenivå [fåborstmaskar (Oligochaeta) identifieras till klass]. Varje familj ges ett poängtal oavsett art- och individantal. Poängen motsvarar dess förorenings-tolerans. Poängtalen summeras och poängsumman divideras med det totala antalet ingående familjer i provet. ASPT-index går från 1-10. Ett högt index utmärker dominans av renvattenkrävande arter/taxa.

Surhetsindex enligt Medin

Medins surhetsindex (Henrikson & Medin 1986) beräknas som summan av högsta erhållna poängvärden för vart och ett av kriterierna I – V nedan:

- I. Förekomst av dagsländor (Ephemeroptera), bäcksländor (Plecoptera) och nattsländor (Trichoptera) med olika pH-tolerans.
 - Taxa med indikatorvärde 3 (pH > 5,4) ger 3 poäng
 - Taxa med indikatorvärde 2 (pH 4,8–5,4) ger 2 poäng
 - Taxa med indikatorvärde 1 (pH 4,5–4,8) ger 1 poäng
 - Taxa med indikatorvärde 0 (pH < 4,5) ger 0 poäng
 - Förekomst av märkräfflor (Gammaridae) ger 3 poäng.
- II. Förekomst av försurningskänsliga grupper som iglar (Hirudinea), bäckbaggar (Elmidae), snäckor (Gastropoda) och musslor (Bivalvia) ger 1 poäng per grupp.
- III. Kvoten mellan antal individer i provet av dagsländor (Ephemeroptera) tillhörande släktet *Baetis* (inkl. släkten *Acentrella*, *Alainites* och *Nigrobaetis*) och bäcksländor (Plecoptera):
 - Kvot > 1 ger 2 poäng
 - Kvot 0,75–1 ger 1 poäng
 - Kvot < 0,75 ger 0 poäng
- IV. Antal förekommande arter/taxa i provet jämförs med tabell i Wiederholm & Johansson (1999) för poängsättning:
 - ≥ 32 arter/taxa ger 2 poäng
 - 17–31 arter/taxa ger 1 poäng
 - ≤ 16 arter/taxa ger 0 poäng

Ett högt indexvärde visar på förekomst av djur som är försurningskänsliga.

DFI. Dansk faunaindex

Danskt faunaindex (Friberg et al. 1996) visar på graden av organisk förorening. Indexet antar heltalsvärden från 1 (= dominans av förorenings-toleranta grupper) till 7 och mer (= dominans av föroreningskänsliga grupper).

Danskt faunaindex beräknas genom att:

- I. Antalet diversitetsgrupper (positiva minus negativa) beräknas utgående från tabell 1a i Wiederholm & Johansson (1999).
- II. Faunaindex avläses i aktuell kolumn i tabell 1b i Wiederholm & Johansson (1999). Tabellen läses uppifrån och ned, och indexvärdet ges av den första grupp som innefattar ett släkte eller en familj som är representerad i provet.

Tabellerna (1a och 1b) redovisas även på Naturvårdsverkets webbplats: www.naturvardsverket.se

EPT. Ephemeroptera/Plecoptera/Trichoptera – index

EPT-index (Plafkin et al. 1989) beräknas som summan av antalet förekommande familjer bland dagsländor (Ephemeroptera), bäcksländor (Plecoptera) och nattsländor (Trichoptera) i provet. Varje förekommande familj inom respektive ordning erhåller 1 poäng. Ett högt indexvärde visar på förekomst av djur som är försurnings- och föroreningskänsliga.

Simpsons index (λ)

Simpsons index var det första diversitetsindex som kom till användning inom ekologiska analyser. Detta index, som varierar mellan 0 och 1, beräknar sannolikheten för att två slumpvis utvalda individer från en population (ett prov) tillhör samma art. Detta innebär att om sannolikheten är stor att de båda individerna tillhör samma art (index är nära eller = 1) så är därmed även diversiteten i provet från populationen låg. Simpsons index (λ) beräknas som:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

s = totala antalet arter/taxa i provet

n_i = antalet individer per taxon

N = totala antalet individer i provet

Evenness (E) ("modified Hill's ratio")

Evenness, i intervallet 0-1, tar hänsyn till jämnheten i fördelningen av individer tillhörande olika arter/taxa i ett prov och når sitt maximum (=1) då dessa är lika fördelade i antal. Det modifierade evenness index som tillämpats vid denna utvärdering kallas även "modified Hill's ratio". Till skillnad från "Jämnhetsindex (J')", som visat sig påverkas starkt av förändringar i artdiversiteten, förblir detta "modified Hill's ratio" relativt opåverkat. Ett jämnhetsindex skall helst vara oberoende av antalet arter/taxa i provet.

Först beräknas:

$$N1 = e^{H'} \quad \text{och} \quad N2 = 1/\lambda \quad \text{vilka ger}$$

$$E = \frac{N2 - 1}{N1 - 1}$$

N = totala antalet individer i provet

e = naturliga logaritmen

H' = Shannons index

λ = Simpsons index

FUI. Functional Units Index. Fördelning av funktionella grupper bland bottenfaunan

Begreppet funktionella grupper används för att beskriva de olika ekologiska funktioner bottenfaunan har i vattenekosystemets näringsomsättning och utgör i sig en typ av biologiskt index. I ett väl fungerande ekosystem ska det finnas en rimlig balans i individantal mellan djur med olika ekologisk funktion för att nedbrytningen av organiskt material och bildandet av föda för fågel och fisk skall kunna fungera. Ett vattenområde kan t.ex. inte hysa enbart rovdjur. Begreppet ”funktionella grupper” är dock diffust då många arter ändrar funktion under sin livstid. Trots att detta begrepp

inte har någon exakt innebörd så ger kännedom om fördelningen av de ”funktionella grupperna” en utökad kunskap om hur vattenekosystemet fungerar. Vid en bedömning av försurnings- och föroreningsstatus i ett vattenområde vägs fördelningen av funktionella grupper in i första hand via andelen rovlevande djur. Deras andel bör inte överstiga 15%. Övriga funktionella grupper varierar naturligt inom ett vattendrag. I de övre delarna av ett vattensystem dominerar oftast skrapare och sönderdelare i bottenfaunan och i de nedre delarna dominerar detritusätare och filtrerare (Tabell 6).

Tabell 6. Vid bedömning av funktionell grupp har nedanstående skala använts.

Funktionella grupper		
FUI	Benämning	Exempel
0	Okänd	Kunskap saknas om arten/arterna.
1	Filtrerare	Knottlarver, musslor, vissa nattsländelarver, larven av dagsländan <i>Arthroplea congener</i> .
2	Detritusätare	Många fåborstmaskar och fjädermygglarver.
3	Rovdjur och/eller parasiter	Många arter bland skalbaggar och skinnbaggar, virvelmaskar, iglar, trollsländor och vattenkvalster.
4	Skrapare	Snäckor, samt många larver av dagsländor och nattsländor.
5	Sönderdelare	Många bäcksländor och nattsländor.

Förekomst av rödlistade arter

Tabell 7. Rödlistekategorier (rödlistade arter). Arter som klassificeras i endera av kategorierna benämns rödlistade. De rödlistade arter som kategoriseras som endera CR, EN eller VU benämns hotade. Redovisade kategorier enligt Gärdenfors (2000).

Kategorier		
Kategori	Benämning	Innebörd
RE	Försvunnen	Arter som är försvunna ur landet, eller att betrakta som försvunna som reproducerande populationer.
CR	Akut hotad	Arter som löper risk att försvinna som reproducerande populationer.
EN	Starkt hotad	Arter vars överlevnad inte är säkerställd på längre sikt. Innefattar bland annat taxa med allvarlig tillbakagång i numerär eller i geografisk utbredning och som möjligen snart kan behöva föras till kategori akut hotade.
VU	Sårbar	Arter som för närvarande inte är akut eller starkt hotade med som ändå är i riskzonen på grund av att populationen totalt sett är liten, geografiskt starkt begränsad, eller utglesad.
NT	Missgynnad	Arter som inte tillhör kategori CR, EN eller VU, men som ändå kräver artvis utformad hänsyn.

BpHI – arter/taxa som indikerar måluppfyllelse efter kalkningsinsatser

Utvalda arter/taxa enligt Lingdell & Engblom (2002) ur grupperna iglar (Hirudinea), kräftdjur (Crustacea), dagsländor (Ephemeroptera), nattsländor (Trichoptera), nätvingar (Neuroptera), snäckor (Gastropoda) och musslor (Bivalvia). Dessa är valda så att de ska täcka olika biotyper inom hela landet. En art eller ett

taxon har fått status som indikator då 2%-percentilen för pH inte understiger pH 5,5. BpHI (**BottenpH** Index) löper från 6-10. Vid indextal som överstiger 5 bedöms indikationen på att pH inte understigit 5,5 vara säkrare ju högre värdet på BpHI är. Här ingående arter/taxa bland bottenfaunan listas i Tabell 8.

Tabell 8. Indikatorarter/taxa som indikerar måluppfyllelse efter kalkningsinsatser (Dickson 2002, Lingdell & Engblom 2002).

Djurgrupp	Familj	Släkte/art	BpHI (indextal)
Gastropoda			8
Bivalvia	Margaritiferidae, Unionidae och Dreissenidae mindre än 20 mm.		8
Bivalvia	Sphaeriidae exkl. <i>Pisidium</i> spp.		8
Hirudinea			8
Anostraca	Branchinectidae		10
Notostraca		<i>Lepidurus arcticus</i>	10
Mycidacea			8
Amphipoda			10
Decapoda	Astacidae		8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella</i>	8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> exkl. <i>Baetis rhodani</i> -gruppen	8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i> -gruppen	8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nigrobaetis</i> (syn. <i>Baetis</i>)	8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Alainites</i> (syn. <i>Baetis</i>)	10
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon</i> exkl. <i>C. inscriptum</i>	10
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Proclon</i>	8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Centroptilum</i>	8
Ephemeroptera	Metretopidae		8
Ephemeroptera	Ameletidae		8
Ephemeroptera	Siphonuridae	<i>Siphonurus aestivalis</i>	6
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Heptagenia dalecarlica</i>	8
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Heptagenia orbiticola</i>	8
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Paracinygmula</i> (syn. <i>Ecdyurus</i>)	8
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>	8
Ephemeroptera	Ephemeridae		10
Ephemeroptera	Ephemerellidae		10
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i>	8
Ephemeroptera	Caenidae		10
Plecoptera	Perlodidae	<i>Arcynopteryx</i>	8
Plecoptera	Perlidae		8
Hemiptera	Aphelocheiridae		8
Coleoptera	Elmidae	<i>Stenelmis</i>	8
Coleoptera	Elmidae	<i>Oulimnius troglodytes</i>	8
Coleoptera	Elmidae	<i>Normandia</i>	8
Neuroptera	Sisyridae		8
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Ceratopsyche</i>	8
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche</i>	8
Trichoptera	Arctopsychidae		8
Trichoptera	Psychomyiidae		8
Trichoptera	Philopotamidae		8
Trichoptera	Glossosomatidae		8
Trichoptera	Hydroptilidae exkl. <i>Oxyethira</i> spp.		8
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Anabolia</i>	8
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Ironoquia</i>	6
Trichoptera	Brachycentridae	<i>Brachycentrus</i>	8
Trichoptera	Phryganeidae	<i>Semblis</i>	8
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Adicella</i>	6
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Ceraclea</i>	8
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Setodes argentipunctellus</i>	8
Trichoptera	Beraeidae exkl. <i>Beraeodes minutus</i>		8
Trichoptera	Sericostomatidae	<i>Notidobia</i>	8
Trichoptera	Odontoceridae		8
Diptera	Psychodidae		6
Diptera	Athericidae		10