



RAPPORT

SVENSKA GÖRDELMASKAR (CLITELLATA) OCH DNA STRECKKODNING

En rapport om kunskapsläget

Christer Erséus, Institutionen för biologi och miljövetenskaper, GU (feb 2018)

Om författaren

Rapportens författare har arbetat med gördelmaskars systematik och taxonomi under 45 år, vilket resulterat i över 300 vetenskapliga artiklar. Även studenter, doktorander och 100-tals kollegor i hela världen har deltagit i arbetet. Efter millennieskiftet har författarens forskargrupp vid Göteborgs universitet varit särskilt engagerad i den skandinaviska faunan, som för 15 år sedan var ofullständigt känd. Forskningen är förankrad i ett molekylärsystematiskt arbetssätt och syftar inte bara till att utreda arternas genetiska avgränsningar, taxonomi och evolutionshistoria, utan också att skapa ett vältäckande bibliotek av genetiska data, bl.a. DNA-streckkoder.

Om rapporten

Rapporten är skriven på uppdrag av Naturvårdsverket. Författaren svarar dock ensam för innehåll, slutsatser och rekommendationer.

Omslagsbild: Framändan av den sällsynta gördelmaskarten *Haplotaxis gordioides* (familjen Haplotaxidae), i Sverige endast känd från utsipprande grundvatten i Vitsippsdalen, Göteborgs Botaniska Trädgård. Foto: Susanne Viker.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning.....	4
1. Inledning och bakgrund.....	5
1.1. Uppdragets omfattning och syfte	5
1.2. Gördelmaskar i dagens miljöövervakning.....	5
1.3. DNA-streckkodning och artbegrepp.....	6
2. Artlistan (Tabell 1) - gördelmaskar kända från Sverige-Norge (dec 2017).....	7
2.1. Underlag till tabellen.....	8
2.2. Artdiversitet i Skandinavien.....	9
2.3. Arternas generella ekologi.....	9
2.4. COI-streckkoder (mtDNA).....	10
2.5. 16S-streckkoder (mtDNA).....	11
2.6. De olika grupperna av gördelmaskar i Sverige.....	11
2.6.1. Acanthobdellida (borstiglar).....	12
2.6.2. Benhamiidae.....	12
2.6.3. Branchiobdellida (kräftmaskar).....	12
2.6.4. Enchytraeidae (småringmaskar).....	12
2.6.5. Haplotaxidae.....	13
2.6.6. Hirudinida (eller Hirudinea), egentliga iglar.....	14
2.6.7. Lumbricidae (daggmaskar).....	14
2.6.8. Lumbriculidae (källmaskar).....	15
2.6.9. Naididae (glattmaskar).....	16
2.6.10. Propappidae (svärdmaskar).....	17
2.7. Prioriteringar för framtida taxonomiskt arbete; hotad kompetens.....	18
3. DNA-streckkodning i miljöövervakning.....	19
3.1. Lite allmänt.....	19
3.2. Val av streckkodsmarkörer.....	21
3.2.1. Cytokrom-oxidas I (COI).....	21
3.2.2. 16S och 12S rDNA.....	23
3.2.3. Nukleära markörer som streckkoder.....	25
3.3. Utveckling av metoder och referensbibliotek	25
3.4. Gördelmaskar som miljöindikatorer.....	26
4. Kunskapsluckor och förslag till åtgärder.....	27
4.1. Taxonomi.....	27
4.2. Dåligt undersökta taxa, geografiska områden och habitat i Sverige.....	28
4.3. Referensbibliotek för COI- och 16S-streckkoder.....	28
4.4. Gördelmaskarnas roll om indikatorer i miljöövervakning.....	30
4.5. Gamla miljöprover.....	30
5. Tack.....	30
6. Litteraturreferenser.....	31
Appendix: Tabell 1. Skandinaviska gördelmaskar (Annelida, Clitellata) – preliminär artlista.....	37

Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar kunskapsläget (december 2017) för ringmaskgruppen Clitellata (gördelmaskar) i Sverige. Gördelmaskar har traditionellt delats in i Hirudinea (iglar) och Oligochaeta (fåborstmaskar), men den förstnämnda gruppen är bara en deriverad del av den andra. Maskarna förekommer i alla typer av svensk natur, från djupt i havet till högt upp på kalvfjället, och räknat i biomassa är de den klart dominerande smådjurstypen i många landmiljöer.

Den presenterade artlistan är baserad på ett intensivt insamlingsarbete i Sverige och Norge under de senaste 10-15 åren; faunan är till stor del gemensam i de två länderna. Totalt 15.500 individer med DNA-streckkoder (COI-markören) från 1.000 olika lokaler har undersöks med genetiska och morfologiska metoder, och totalt 545 arter kan nu identifieras genetiskt i materialet efter att de mitokondriella COI-sekvenserna har jämförts med nukleära data (kärn-DNA). Avgränsningen av några få arter är dock fortfarande preliminär. Många av de vanligaste (namngivna) gördelmaskarna är artkomplex snarare än arter: komplexet består av ett antal s.k. kryptiska arter, vilka är genetiskt urskiljbara (och har antagligen egna ekologiska egenskaper), men de är morfologiskt svåra eller omöjliga att separera från varandra. Vi har 460 genetiskt verifierade arter från Sverige, 409 från Norge. Uppskattningen är att faunan i Sverige ändå idag överstiger 500 arter, men också att den formella taxonomin bara är klarlagd med valida namn för ca 300 av dessa. Minst 100 av de svenska arterna är fortfarande inte vetenskapligt beskrivna.

Etableringen av ett referensbibliotek av DNA-streckkoder har påbörjats, och i december 2017 fanns COI-sekvenser av 351 skandinaviska gördelmaskarter i GenBank eller Barcoding of Life Database (BOLD). 16S-streckkoder fanns i motsvarande databaser för 171 arter. Antalet för båda markörerna ökar i takt med att taxonomin utreds för allt fler artgrupper.

Rapporten diskuterar gördelmaskarnas potential och lämplighet som målorganismer i framtida miljöövervakning i vatten och på land, där streckkodbaserad artidentifiering ingår som metod. Den ger exempel på hur arternas ekologiska preferenser och funktion kan användas som biologiska indikatorer på status och förändringar i miljön. Den argumenterar också för utveckling av nya minibarkoder, som skulle möjliggöra identifiering av arter även i delvis nedbrutet DNA, t.ex. i extracellulärt miljö-DNA (eDNA) eller i gamla spritprover av djur.

Slutligen sammanfattas kunskapsluckor i ett kapitel som mynnar ut i sju olika förslag: (1) Det taxonomiska arbetet på gördelmaskar i Sverige måste intensifieras och ges rimliga resurser. Här finns även hotad kompetens att rädda. (2) Stöd till kompletterande insamling av dåligt undersökta taxa, geografiska områden och habitat i Sverige, avseende gördelmaskar. (3) Stöd till kompletterande sekvenseringsarbete, där höjd också tas för inomartsvariation så att tillräckligt många olika haplotyper registreras för varje art. (4) SweBol, Naturvårdsverket, ArtDatabanken och forskare bör snarast inleda samtal om hur etableringen av referensbiblioteken för gördelmaskar ska gå till och hur den ska balanseras mot olika intressen och resurser. (5) Sverige bör arbeta för att BOLD-databasens automatiska arthypoteser (s.k. BINs) utreds för varje art av gördelmaskar. (6) För att kunna använda gördelmaskar som indikatorer i miljövakning föreslås framtagande av faktablad för olika arter. (7) Stöd till en särskild metodutveckling för identifikation av arter i gamla miljöprover rekommenderas.

1. Inledning och bakgrund

1.1. Uppdragets omfattning och syfte

På uppdrag av Naturvårdsverket (överenskommelse Nr 220-17-005) presenteras här en rapport om kunskapsläget för de svenska gördelmaskarna och deras DNA-streckkoder, tillsammans med en utvärdering av deras potential i framtida, DNA-baserade, analyser av miljöövervakningsprover. Uppdraget är del i en pågående kunskapsuppbyggnad för att införa molekylär artidentifieringsteknik inom relevanta delar av den svenska miljöövervakningen, såväl akvatisk som terrester. Rapporten ska bl.a. kunna användas som ett av underlagen för en planerad forskningsutlysning med inriktning på miljöövervakningsmetoder.

Rapporten tar avstamp i en tidigare rapportering till Naturvårdsverket, ”DNA-baserade metoder för taxonomi bestämning (’DNA barcoding’): Potentiella tillämpningar för effektivare miljöövervakning” (Lyrholm 2009). I den senare finns en mer detaljerad genomgång av DNA-streckkodningens principer och vid den tiden aktuella metoder.

1.2. Gördelmaskar i dagens miljöövervakning

Gördelmaskarna hör till de vanligaste smådjuren i svensk natur, både på land och i vatten. Räknat i biomassa överträffar de ofta insekter, spindeldjur och mollusker, men även artrikedomen kan lokalt vara stor. Traditionellt har dock gruppens taxonomi ansetts vara svår, beroende på att arterna ofta är morfologiskt mycket lika varandra. Det har varit svårt att både bestämma var gränsen mellan arter går och att praktiskt identifiera arterna överhuvudtaget. Inte ens specialister har kunnat utnyttja gruppen fullt ut i skattningen av lokal artdiversitet. Inom miljöövervakning och andra ekologiska studier, där gördelmaskar har funnits med, har de därför i stor utsträckning endast klassificerats som *Oligochaeta* sp.(spp.), utan upplösning på arter.

Många uppdragsgivare och utförare inom akvatisk miljöövervakning har saknat kompetens och/eller ekonomiska resurser för att artbestämma gördelmaskar. Därför har man i förekommande fall som regel bara noterat förekomsten av gruppen som sådan. Med specialisters hjälp har man dock i vissa länder, och i Sverige tidigare, kunnat visa att dessa djur ger avsevärda bidrag till artmängden, och att de kan användas som miljöindikatorer (se avsnittet 3.4. nedan).

Inom terrester miljöövervakning är idag, som jag uppfattat det, smådjuren nästan helt exkluderade, trots att marken hyser minst lika många arter som sediment i vatten gör. Här finns inte bara daggmaskar, utan också 100-tals mikroskopiska arter av småringmaskar (familjen *Enchytraeidae*). [Och naturligtvis även av den artrika gruppen nematoder (rundmaskar).]

I takt med att molekylära metoder fått genomslag inom biologisk systematik, vet vi nu också att många nominella arter (’morfologiska arter’) av gördelmaskar i själva verket är komplex av morfologiskt mer eller mindre identiska, men genetiskt olika (s.k. ’kryptiska’) arter. Den ekologiska betydelsen av dessa artkomplex är fortfarande dåligt utredd, men det är troligt att

kryptiska arter inte bara skiljer sig från varandra genetiskt utan också i ekologisk funktion, t.ex. i preferens/tolerans för specifika miljöer.

Slutsatsen av dessa punkter är att artdiversiteten hos gördelmaskar inte tillfullo har utnyttjats inom, t.ex., miljöövervakning.

1.3. DNA-streckkodning och artbegrepp

DNA-streckkodning (DNA barcoding) är ”en metod som använder en utvald genetisk markör i organismens DNA för att identifiera den [individ] som tillhör en särskild art”, och ”det huvudsakliga målet för DNA-streckkodning är att identifiera ett okänt prov med hjälp av en redan existerande klassificering” (<https://sv.wikipedia.org/wiki/DNA-streckkodning>).

Detta förutsätter flera antaganden. Avgörande är förstås att den valda markören verkligen kan ge den upplösning som krävs för att skilja en art från en annan (mellanartsvariation), och även när den andra arten råkar vara närmaste släktingen, ’systerarten’. Individer och populationer inom en och samma art kan dock också förväntas variera genetiskt. Därför måste variationen mellan arter vara markant större än variationen inom samma arter, för att streckkodningsmetoden ska fungera. När så är fallet, talar man om ett tydligt ’barcoding gap’ i de genetiska distanserna: inomarts- och mellanartsvariationen överlappar inte.

Ett gap i den genetiska variationen kan dock mycket väl representera skillnader mellan individer/populationer av samma art snarare än skillnader mellan olika arter. Dessutom kan inomartsvariation ibland vara lika stor som (eller större än) mellanartsvariation. För att DNA-streckkodning ska fungera fullt ut så som det är tänkt, bör därför varje art som ska identifieras först ha utretts populationsgenetiskt, vilket också förutsätter att man har en tydlig idé om vilket artbegrepp man vill tillämpa. Vad som menas med en art har stötts och blötts genom biologins hela historia, men De Querioz (2007) föreslog ett nytt enhetligt artbegrepp (the Unified Species Concept), som idag fått stort genomslag inom systematiken. Enligt detta begrepp betraktas arten som en ”separat evolverande metapopulation”, vilket betyder att alla artens individer delar en unik historia, d.v.s. den historia som inkluderar nutid och som inte delas med individer från andra arter. Artbildning kan i så fall ses som att en äldre art ersätts av två nya arter, var och en med en (nyare) unik historia. Detta är oftast en gradvis process, men det förenade artbegreppet medger att all slags stöd för att artbildning har skett (geografisk isolering, uppkomst av genetiska skillnader, avstannat genflöde, uppkomst av morfologiska, fysiologiska eller andra egenskaper, etc.) kan var för sig bidra till avgränsningen av arter. Ju fler kriterier som uppfylls, desto starkare evidens för att två utvecklingslinjer verkligen är helt separerade från varandra. Arterna blir hypoteser som kan testas med nya data.

Detta artbegrepp tillämpas bäst på sexuellt förökande organismer, men skapar fortfarande problem i hanteringen av klonande ’arter’ utan horisontellt genflöde. Där kan i princip varje individ tillsammans med sin framtida avkomma betraktas som sin egen art! I sådana fall får istället en mer pragmatisk artavgränsning tillämpas. Arten kan då t.ex. betraktas som ett knippe kloner, med gemensamt ursprung, men som är avgränsade på basis av likheter i morfologi och/eller ekologisk funktion.

När det gäller artavgränsning och DNA-streckkodning av sexuella arter är ytterligare en aspekt viktig. Flercelliga organismer har både mitokondriellt (mt) och nukleärt (n) DNA (kärn-DNA) i sina celler. mtDNA evolverar snabbare än nDNA, och därför har mitokondriella

gener (COI, cytochrom-oxidase I; 16S mtDNA; etc.) blivit populära streckkodsmarkörer för djur. Nackdelen är att dessa i princip bara nedärvs via modernet. Mitokondriegener bär alltså spår av honornas evolution, men speglar inte alltid arternas evolution lika bra. Det innebär t.ex. att hybrider mellan två arter inte kan avslöjas; de har bara streckkoden för moderns art. För att få reda på det hanliga genomets bidrag till en arts evolution och därmed kunna göra en rimlig avgränsning av arten, måste vi också studera nukleära geners variation. Bara när vi analyserar mitokondriella och nukleära gensekvenser i kombination, kan vi konkludera vilka individer som härstammar från en och samma (och äldsta gemensam) stamfader/-moder i en panmiktisk metapopulation; d.v.s. en art där alla individer teoretiskt sett kan para sig med varandra. Taxonomerna bör reda ut detta och först därefter uppskatta hur stor streckkodsvariationen (t.ex. i COI eller 16S) kan förväntas vara för varje särskilt art. De streckkodsbibliotek som nu växer fram för gördelmaskarna bör i de flesta fall innehålla flera olika koder varje art, så att inomartsvariationen i den aktuella markören inte underskattas.

Gördelmaskarna har överlag en större (genetisk) inomartsvariation än vad t.ex. insekter har, en stor utmaning för oss som arbetar med masktaxonomi. Erfarenheten från insektsstreckkodning med COI är att variationen mellan mycket närstående arter ofta är så låg som ca 2%, medan motsvarande variation hos gördelmaskar sällan går under 8% (generellt något lägre hos iglar och några andra grupper). Samtidigt kan inomartsvariationen i COI i några fall vara långt över 10%: t.o.m. 15% hos vissa dagmaskar.

Inom Barcoding of Life Data System (BOLD; Ratnasingham & Hebert 2007), som är den klart dominerande databasen för COI-streckkoder idag, används ett ”Barcode Index Number (BIN) System” (Ratnasingham & Hebert 2013), för en preliminär, automatiserad, avgränsning av arter. För de flesta evertebratgrupper baseras detta på antagandet att COI-skillnader mellan systerarter är endast 2%. Om detta fungerar skulle alltså varje särskilt BIN-nummer (som refererar till ett specifikt kluster av mycket lika streckkoder) representera en egen art. Jag har sett att BIN-systemet idag överskattar antalet arter av gördelmaskar, men detta löses enkelt genom att antingen referera till att flera BINs tillsammans utgör en och samma art, eller att BIN-klustrens storlek tillåts öka för vissa organismgrupper (t.ex. Clitellata). Då kan BIN-systemet vara ett värdefullt verktyg i praktisk streckkodning också för svenska gördelmaskar.

Praktisk tillämpning av DNA-streckkodning står och faller med referensdatabasernas grad av fullständighet när det gäller kända arter, och de bör också uppdateras kontinuerligt i takt med nya taxonomiska rön och förändrad artnomenklatur, och som betonats ovan, ökad kunskap om genetisk inomartsvariation. Detta gör taxonomernas arbete idag viktigare än kanske någonsin, och det som hänt de senaste 10-15 åren kan nog ses som ett jättelikt omtag av hela det systematiska arbete som tidigare pågått sedan Linnés tid. Som vi ska se i denna rapport, är vi redan en bra bit på väg i detta nya arbete när det gäller Skandinavians gördelmaskar.

2. Artlistan (Tabell 1) - gördelmaskar kända från Sverige-Norge (dec 2017)

Se Bilaga (Tabell 1)

Tabell 1 är en flersidig förteckning och sammanräkning, som förslagsvis studeras parallellt med texten här. I tabellen sammanfattas det vi idag vet om Sveriges och Norges arter av

gördelmaskar, samt hur stor tillgången på DNA-streckkoder är just nu, men merparten av underlaget är opublicerat, och arttaxonomin är delvis preliminär. Norges fauna inkluderas, eftersom arter som tills vidare bara påträffats i det ena landet borde när som helst kunna dyka upp i det andra. Likvärdiga insamlingsinsatser har gjorts i de två länderna.

2.1. Underlag till tabellen

Listan summerar arter jag kände till i december 2017, och den har sina rötter i en opublicerad sammanställning av "svenska oligochaeter" av Tarmo Timm (Estland) 1994, och då innehållande < 200 arter. Timm hade under många decennier samlat publicerade fynd av jordens alla akvatiska gördelmaskar på egna prickkartor, men hans data gällde bara traditionella morfo-arter, som inte hade utsatts för den molekylära granskning som vi gör idag. Listan har med tiden utökats och till stor del bytts ut mot nya data i mitt projekt. Genom ett omfattande framtagande av DNA-data har jag och mina medarbetare kunnat dra ganska säkra slutsatser om var gränserna ska dras för åtminstone det stora flertalet av arterna.

Vårt arbete är belagt med fysiskt material (inklusive DNA-extrakt) i förvar på Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet (GU). I takt med våra publiceringar flyttas dock utvalt referensmaterial (vouchers) av arterna till Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm eller Universitetsmuseet i Bergen, och publicerade genetiska data hamnar alla i GenBank och/eller BOLD. Ännu opublicerade DNA-data ligger tills vidare kvar i vår egen databas vid GU, som arbetsmaterial i pågående forskningsprojekt. De har tagits fram för dessa projekt under 10-15 år av stora arbetsinsatser och till höga lab-kostnader, och till stor del finansierade av VR, FORMAS, och de Svenska och Norska artprojekten.

En stor andel av arterna är nyupptäckta. Av dessa är många kryptiska och ingår i kända artkomplex, andra är ännu oidentifierade, oftast p.g.a. att könsmogna individer saknas. Därför innehåller listan många preliminära kodnamn (för vårt personliga bruk), och bara 62% av arterna är angivna med taxonomiskt valida namn. För de flesta artkomplexen, kan vi dock ännu inte säga vilken av arterna som ska få behålla namnet (t.ex. *Enchytraeus buchholzi* Vejdovský, 1879, s.str.; se den fjärde sidan i Tabell 1). Vi har COI-streckkoder för 95% av arterna, men långt ifrån alla av dem är publicerade i GenBank eller BOLD (se 2.4. nedan).

Inom våra projekt har vi producerat COI-streckkoder för ca 15.500 individer (6.700 svenska och 8.800 norska), insamlade på över 1,000 lokaler under de senaste åren. Dessa maskar kunde allteftersom sorteras in i kluster (baserade på procentuell likhet i COI-sekvenserna), och varje sådant sågs från början som en potentiell art. Med tiden har dessa kluster alltmer testats mot nukleära data (främst hela eller delar av den ribosomala ITS-regionen, men också Histone 3/H3 och 28S), och under slutet av 2017 var vi ganska trygga i de avgränsningar som ligger till grund för arterna upptagna i Tabell 1. För ännu opublicerat material, måste jag dock reservera mig för att några få 'arter' kan komma att behöva slås samman, eller (i något fall) delas upp ytterligare.

Jag refererar till det artbegrepp som beskrevs i 1.4. ovan. Som exempel kan nämnas två publicerade studier om artavgränsning av skandinaviska daggmaskar. Martinsson et al. (2017) kunde visa att alla *Aporrectodea longa* (lång daggmask) i Skandinavien är en och samma art, trots en känd variation i COI-genen på upp till 7.8% (i form av två kluster med ett tydligt barcoding gap); den nukleära markören ITS2 visade att genflöde äger rum mellan dessa

kluster, vilka dessutom är blandade i några lokala populationer. I ett annat arbete (Martinson & Erséus, 2017), visades med liknande metoder att kryptiska arter verkligen förekommer inom artkomplexen ”stor daggmask” (2 arter: *Lumbricus terrestris*, *L. herculeus*) och ”stor lövmask” (*Lumbricus rubellus*, 4 arter i Skandinavien: formerna A, B, J och K i Tabell 1). I *Lumbricus*-arbetet kunde vi emellertid också konstatera att hybridisering förekommer i enstaka fall inom båda artkomplexen.

2.2. Artdiversitet i Skandinavien

Minst 545 gördelmaskarter är idag rapporterade från Skandinaviska halvön. Minst 324 (59%) av dem är kända från både Sverige och Norge, medan ytterligare 136 arter hittills bara är funna i Sverige och ytterligare 85 andra (varav 36 marina) bara i Norge. Generellt sett har Norge fler marina och troligen fler arktiska terrestra arter än vårt land, medan Sverige har fler limniska och sydliga terrestra arter än Norge. Svenska sötvatten har t.ex. större inslag av öst-europeiska arter, inklusive s.k. Ponto-kaspisk limnofauna med ursprung i området runt Svarta havet, och som fortfarande är på nordvästlig spridning i Europa (t.ex., Milbrink 1999; Milbrink & Timm 2001).

Sammantaget är alltså minst 460 arter gördelmaskar idag rapporterade från Sverige. Ytterligare upp till 28 nominella arter (=blå-markerade i Tabell 1) kan redan finnas i vårt streckkodade material, men de är inte taxonomiskt bekräftade utan kräver ytterligare bearbetning eller nyinsamling. Dessa 28 är nämnda i litteraturen som påträffade i Sverige, och åtminstone några av dem bör finnas bland våra oidentifierade, ofta juvenila, individer. Likväl borde nog det verkliga antalet arter i vår svenska fauna vara över, snarare än under 500. Många av de idag exklusivt norska arterna bör finnas i Sverige också, och det finns naturmiljöer/områden i Sverige som fortfarande är ofullständigt undersökta med avseende på gördelmaskar (se 4.2.).

2.3. Arternas generella ekologi

Gördelmaskar kan generellt grupperas efter sina miljöpreferenser i terrestra, marina respektive limniska arter. Bland de senare finns några få som är specialiserade på liv i grundvatten. Gränsen land-vatten i maskarnas värld är dock inte särskilt skarp, eftersom de är känsliga för uttorkning, samtidigt som de flesta arter är syrekrävande. Det gör att maximal artdiversitet påträffas i randzoner där vatten och luft möts: t.ex. havsstränder, översvänningszonen (ripariska zonen) längs rinnande vatten, och utsipprande grundvatten. Vi fann t.ex. totalt 143 maskarter i en studie av tre år i Sydsverige, när vi adderade de ripariska arterna till dem som levde i åarnas mittfåra (Erséus et al. 2005); åarna fick då ett stort inslag av (annars) terrestra arter.

I tabellen, har jag placerat in varje art i en av fyra miljökategorier, men de flesta av de 215 ”företrädesvis terrestra” arterna överlever bra i (helst strömmande) vatten, och de 198 ”företrädesvis limniska” arterna går i stor utsträckning ut i brackvatten eller påträffas tillsammans med rena grundvattensarter i källor och brunnar. Jag har klassificerat 10 arter i tabellen i den mer exklusiva kategorin, ”associerade med grundvatten”; de påträffas mycket sällan utanför sina typiska miljöer (syresatta underjordiska vatten med konstant temperatur), men de kan finnas i övergångszonen till ytvatten. Särskilt inom Enchytraeidae (med ca. 300 arter i Skandinavien), kan många arter som förväntas vara terrestra dyka upp i rent akvatiska

miljöer, och vice versa. Vidare, många av de 121 ”marina” gördelmaskarna är brackvattensformer, som föredrar havsstränder och flodmynningar (estuarier), men som också kan förekomma rikligt på några meters djup i t.ex. Östersjön. Jag har noterat att några typiska brackvattensarter också förekommer i kustnära sötvatten.

Arter med krav på hög salthalt påträffas hos oss bara under språngskiktet (10-15 m) vid västkusten och i södra Östersjön. I Sverige blev dessa sublittorala marina arter ganska väl undersökta av mig under 1970-80-talen, men risken för att främmande marina arter redan finns här - eller dyker upp i framtiden - är stor. Ett exempel är *Tubificoides swirencowi* (Naididae), en art ursprungligen känd från Svarta Havet som vi upptäckte samma år (2006) i Öresund (Helsingörs hamn) och utanför Lysekil i Bohuslän (Kvist et al. 2010), vilket gjorde den till ett nytt taxon för Skandinavien. Rent generellt måste vi ha förberedelse för att man i framtida miljöstudier kommer att påträffa ytterligare för landet nya, introducerade arter.

För 10 år sedan beräknades den då kända globala diversiteten för akvatiska ”oligochaeter” (d.v.s. exkl. igelgrupperna) till ca 1.700 arter, varav 600 är marina och 100 är exklusivt grundvattenslevande (Martin et al. 2008). Motsvarande siffror för endast Skandinavien efter vår grundliga kartläggning är totalt 295 akvatiska arter, varav 106 marina och 10 i grundvatten. Även om vi beaktar att man 2008 inte räknade med kryptiska arter som vi gör i denna rapport, och att det tillkommit många nya taxa på senare tid, är vår andel av den kända världsfaunan förvånansvärt stor. Personligen tror jag dock att detta speglar att resten av världen har långt fler okända gördelmaskar att upptäcka än vad vi har i norra Europa.

Gördelmaskar som ”indikator-arter” behandlas lite mer specifikt i avsnittet 3.4.

2.4. COI-streckkoder (mtDNA)

Inom vårt team har en mängd genetiska data för gördelmaskar producerats under de senaste åren. Vi har använt COI-streckkoder som en första ’ID-märkning’ av i stort sett alla de individer vi studerat; men COI-sekvensering fungerar alltså inte alltid. Av tabellen framgår att minst en COI-kod för vardera av 518 (av totalt 545 listade) arter är idag tillgängliga för oss. För 351 (68%) av dessa 518, är dessutom en eller flera COI-streckkoder allmänt åtkomliga i Genbank eller BOLD. En mindre del av dem är publicerade av andra europeiska kollegor, som i sina länder har delvis samma fauna som vi.

Det finns tyvärr problem med ett antal av våra publicerade COI-koder. De är visserligen alla kopplade till individer som ingår i underlaget för Tabell 1, men arttaxonomin är fortfarande ofullständigt utredd för ett 100-tal arter idag representerade i de publika COI-databaserna. De preliminära kodnamn jag delger läsaren av Tabell 1 har ingen nomenklatorisk status och har därför inte heller spritts vidare i internationella sammanhang. Som ett exempel: COI-streckkoden för arten ”*Achaeta* sp. G [NEWEST]” (familjen Enchytraeidae, Tabell 1) är endast listad som ” ENSWD091-11 - Enchytraeida [COI-5P:658]” i BOLD-databasen; även om inget nu hindrar att detta blir uppdaterat till ”*Achaeta* sp.” (något vi försöker göra kontinuerligt). I BOLD ser man att ENSWD091-11 syftar på en särskild individ (CE6664), som bara jag och mina medarbetare tills vidare har tillgång till.

Till detta kommer att jag ännu inte haft möjlighet att uppskatta hur väl de streckkoder som nu finns tillgängliga i databaser representerar den variation som vi redan vet något om – eller inte

ännu vet något om - **inom** de olika arterna. Detta är en generell aspekt på streckkodning som måste beaktas i uppbyggandet av referensbiblioteken under en lång tid framöver.

För närvarande är det alltså i praktiken svårt att tillämpa COI-streckkodning för mer än ca. hälften av de skandinaviska arterna utan samarbete med min forskargrupp. Men självklart är ökningen av tillgängligheten till våra data något vi vill ge hög prioritet under de kommande åren.

2.5. 16S-streckkoder (mtDNA)

Streckkoder för 16S (ribosomalt mtDNA) kan bli ett viktigt alternativ till COI i praktiska tillämpningar av streckkodning (se 3.2.2.), men här har vi inte kommit lika långt för de olika arterna. 16S evolverar tillsammans med COI i mitokondrie-DNA och de två markörerna är ganska likvärdiga som "artskillnadsbärare". Vi har därför inte haft behov av att sekvensera 16S för alla våra individer. Målet har dock varit att ha åtminstone en representativ 16S-sekvens för varje gördelmaskart, eftersom 16S lämpar sig bättre än COI för analyser av släktskapsförhållanden mellan arterna (fylogeni).

Därför har vi idag minst en 16S-kod för vardera av 457 (av totalt 545 listade) arter, men endast 171 (37%) av dessa är publicerade på GenBank. Här finns en hel del att göra, bl.a. att ta höjd även för inomartsvariationen (se också 2.4.).

2.6. De olika grupperna av gördelmaskar i Sverige

Taxonomisk klassificering innehåller kategorier (eller ranger), exempelvis fylum (Annelida - ringmaskar), klass (Clitellata - gördelmaskar), ordning (Enchytraeida), familj (Enchytraeidae - småringmaskar), släkte (*Enchytraeus*) och art (*Enchytraeus albidus*). Med undantag för art, finns det ingen biologisk mening eller egenskap som karaktäriserar var och en av dessa olika kategorier; de är subjektiva mänskliga påfund och fungerar bara i relation till varandra för att hålla ordning på arterna. (Att sedan några systematiker betvivlar även "art" som en verklighet är en annan historia.)

De flesta systematiker strävar idag efter att klassificering som följer hierarkin i det fylogenetiska trädet, d.v.s. de evolutionära linjerna i organismernas historia, där kortare (yngre) linjer är delar av längre (äldre) linjer: arter är delar av släkten, som ingår i familjer, som i sin tur är delar av ordningar, o.s.v. Denna logik ligger bakom uppfattningen att iglar (Hirudinea) och fåborstmaskar (Oligochaeta) inte kan ses som två likvärdiga grupper (t.ex. "underklasser") bredvid varandra: alla iglar är helt enkelt avkomlingar till en fåborstmask som en gång fick borsten bortreducerade. De bör betraktas som en (deriverad) del av fåborstmaskarna. Jag föredrar att kalla dem alla för gördelmaskar (Clitellata), vilket samtidigt gör Oligochaeta till en synonym för Clitellata, men för en rang ovanför familjenivån gäller inte prioritetsregeln för det äldsta namnet. Det står därmed alla fritt att välja mellan Oligochaeta eller Clitellata.

Taxonomerna har länge debatterat "ordningarna" inom Clitellata, men ingen har nog ännu lyckats presentera ett system som rätt återspeglar alla arternas fylogeni. Den senare börjar framträda lite bättre nu, i ljuset av DNA-baserade analyser, och om några få år tror jag vi har

en reviderad högre klassificering på plats (även i ArtDatabankens DYN TAXA). Tills dess, avstår jag från att gruppera alla svenska arterna efter sina ”ordningar”. Jag ser dem bara som högre taxa (i vissa fall ordningar, i andra fall familjer), som jag tror kommer att finnas kvar även i den slutliga klassificeringen av Clitellata. Jag tar upp dessa högre taxa i bokstavsordning.

2.6.1. *Acanthobdellida* (borstiglar), med en enda art i Sverige, ingår som en något avvikande grupp i en större utvecklingslinje (monofyletisk grupp), där även Hirudinida (äkta iglar) och Branchiobdellida ingår. Denna större linje är systergruppen till Lumbriculidae (se 2.6.8.). Borstigeln är en ektoparasit på laxfiskar i några lappländska älvsystem. Arten anses svår att hitta, men skulle nog kunna påvisas i vattendrag med hjälp av miljö-DNA (eDNA; se 3.1.).

2.6.2. *Benhamiidae* är en av de tropiska daggmaskfamiljerna i världen, och de två badrumsmaskarna, *Dichogaster bolau*i och *D. saliens* (som tidigare ansågs tillhöra familjen Octochaetidae), är inte naturligt förekommande i Sverige. De är sporadiskt rapporterade från några platser, från Halmstad i söder till Boden i norr. De blev tidigt morfologiskt identifierade som två olika arter (Erséus et al. 1994; Erséus 1995), men efter att material insamlats på nya orter (och först då med DNA-data), har bara *D. bolau*i bekräftats genetiskt. Badrumsmaskarna härstammar från Västafrika och är sedan spridda till andra kontinenter. Hos oss lever de i avloppssystem och visar sig ibland i våtutrymmen i bostäder. De är lika harmlösa som inhemska daggmaskar, och någon större invasion verkar inte pågå.

2.6.3. *Branchiobdellida* (kräftmaskar) är en homogen, holarktisk grupp av små igel-liknande ektoparasiter på sötvattenskräftor. Flodkräftans *Branchiobdella parasita* är välkänd från Sverige, men jag har aldrig själv träffat på varken den eller någon annan branchiobdellid. Franzén (1962) rapporterade ”*Xironogiton instabilis*” från signalkräfta, strax efter den senares introduktion i landet 1960, men identifikationen ändrades senare till *X. victoriensis* av en amerikansk kräftmask-specialist (Gelder 1999). Jag har undersökt material av *X. victoriensis* tagen på signalkräfta i Luxembourg och har därmed både COI och 16S av arten; 16S av *B. parasita* finns redan på GenBank.

2.6.4. *Enchytraeidae* (småringmaskar) (se exempel i Fig. 1) är Sveriges största gördelmaskfamilj, med minst 240 arter. Småringmaskar finns i hela världen, med enstaka arter i extrema habitat såsom glaciärer och djuphav. Många arter trivs i övergångar mellan land och vatten, men jag uppskattar att ca 60% av de skandinaviska arterna är mer typiskt terrestra, medan resten är limniska (20%) eller marina (20%). De marina enchytraeiderna är med några undantag (t.ex. *Grania*) littoral, d.v.s. de lever i sand och grus i eller nära tidvattenszonen och tål regnvatten bra. Enchytraeider är generellt sett svåra att identifiera till art: ofta krävs molekylära metoder. De minsta arterna är bara obetydligt större än nematoder, andra är upp till 30-40 mm långa. Ur en handfull svensk jord kan ibland uppåt 20 arter extraheras, och över ett lite större markområde kan artdiversiteten vara betydligt större än så. Artrika släkten i Sverige är *Achaeta* (20), *Cernosvitoviella* (18), *Enchytraeus* (27), *Fridericia* (51), *Lumbricillus* (18) och *Marionina* (33 arter).

Som en nästan ikonisk komponent i skogs- och myrmark har ”*Cognettia sphagnetorum*” länge varit ett populärt studieobjekt inom den terrestra ekologin. Masken döptes till ”mårmask” (mår är en form av humus) i ett populärvetenskapligt TV-program i Finland 2015 och den är en nyckelspelare i nedbrytningen av organiskt material, och näringsomsättningen i marken. När vi systematiskt började streckkoda enchytraeider, stod det omedelbart klart att denna ’art’ egentligen är ett artkomplex. Min medarbetare Svante Martinsson reviderade därför släktet

Cognettia, som bör heta *Chamaedrillus* (=en äldre synonym), i sin doktorsavhandling (Martinsson & Erséus 2014; Martinsson et al. 2015a-b), och nu är ”*sphagnetorum*” uppdelad i fyra arter (förutom *Ch. sphagnetorum* s.str., även *Ch. chalupskyi*, *Ch. chlorophilus* och *Ch. pseudosphagnetorum*), och en nära släkting ”*Cognettia glandulosa*” har blivit två (*Chamaedrillus glandulosus* s.str. och *Ch. varisetosus*). I kombination med molekylära identifieringsmetoder hoppas vi att denna kunskap ska öka precisionen i förståelsen av småringmaskarnas roll i markens ekosystem.



Fig. 1. Småringmasken *Fridericia magna*, vår största art av familjen Enchytraeidae, lever i fuktig jord, och vid häftiga regn kan individer ibland spolas bort av vatten och ansamlas på ställen där de snabbt söker ’skydd’ bland varandra. Foto: Kate Michelsen.

Minst omkring 100 svenska (av oss redan kända) arter är obeskrivna och saknar vetenskapliga namn. Detta är resultatet av en bearbetning av endast ca. 1750 streckkodade individer av svenska enchytraeider (från ca 300 lokaler), och som totalt visade sig representera 233 arter. Inte mindre än 24% av alla arterna är hittills bara kända från en enda lokal i landet. För enchytraeiderna som helhet återstår därför inte bara ett omfattande taxonomiskt arbete, utan sannolikt också framtida fynd av många ytterligare arter.

2.6.5. *Haplotaxidae* (se bilden på rapportens framsida) är en udda holarktisk familj av främst grundvattensarter, men den är ovanlig i Skandinavien och andra nyligen nedisade områden. Vår enda representant, *Haplotaxis gordioides*, är en trådsml, hemoglobulin-stinn mask, som i Sverige bara är känd från Vitsippsdalen intill Botaniska Trädgården i Göteborg. Där lever den i utsipprande, syrefattigt grundvatten (Erséus 2005). Från andra länder har den rapporterats även från floder och sjöar, men jag misstänker att flera arter kan gömma sig under artnamnet ”*gordioides*”. *Haplotaxis gordioides* kan enligt uppgift bli 30-40 cm lång, med 480 segment, och påminner i kroppsform och storlek om tagelmaskar (Nematomorpha, släktet *Gordius*), därav artnamnet. Den borde i Sverige vara en möjlig kandidat för rödlistning.

2.6.6. Hirudinida (eller Hirudinea), de egentliga iglarna, är en grupp jag saknar expertkunskap om, men vi har COI-streckkodat iglar, som vi träffat på under fältarbete i Skandinavien. Jag har även tagit del av marint material insamlat av kollegor i Norge. Igellistan i Tabell 1 är i övrigt en sammanställning från litteraturen. Den innehåller 25 arter för Sverige, men är möjligen inte helt komplett. De marina arterna (alla fiskiglar) är svåra att samla in utan tillgång till ett stort och artrikt material av värddjur. Den ikoniska blodigeln (*Hirudo medicinalis*) är liksom fiskiglarna blodsugande parasiter på ryggradsdjur, medan övriga arter oftast är predatorer på ryggradslösa djur i sötvatten.

En intressant detalj för blodigeln är att de 7 svenska individer som jag undersökt (från populationer i 4 olika delar av landet) alla tillhör en och samma haplotyp av COI-genen. Detta talar för att arten anlände till Sverige nyligen (kanske via medeltida munkar, som är en populär teori) och kanske t.o.m. vid ett enda tillfälle. Blodiglarna i länder söder om Östersjön har tydlig variation i COI.

2.6.7. Lumbricidae är den familj dit alla våra inhemska **daggmaskar** hör (jämför Benhamiidae ovan). Vid sekelskiftet (2000) ansåg man fortfarande att vi i Sverige bara har ett 20-tal lumbricidararter, med hänvisning till Erik Julins klassiska studier (Julin 1950). Efter en nyligen avslutad inventering och COI-streckkodning av lumbricider i Skandinavien (> 900 lokaler totalt) kan jag redovisa att det i Sverige och Norge finns upp emot 48 arter, varav 47 i Sverige, något färre i Norge. Ökningen beror dels på att nya daggmaskar verkligen tillkommit och etablerat sig i Norden under de senaste 50-70 åren, men framför allt på att ungefär hälften av våra klassiska arter är komplex av kryptiska arter, och först nu kan vi skilja dem åt, med hjälp av DNA.

I Tabell 1 finns korta noteringar om de svenska lumbricidernas nuvarande utbredning, baserade på egna streckkodade maskar (3370 individer) från 510 lokaler. Insamlingsplatserna representerar alla svenska landskap, men de är inte helt jämt fördelade över landet. En del arter kan därför i verkligheten finnas i områden av landet där jag saknar fynd.

Det finns många detaljer i utbredningen av arterna som är intressanta, inte minst i jämförelse med den bild som gavs av Julin (1950). Det finns tydliga tecken på att några arter är under spridning norrut i vår del av Europa. Det gäller några av de välkända arterna som flyttat sin nordgräns vidare en bit upp i Norrland (*Lumbricus terrestris*, *L. festivus*, *L. rubellus*, *Aporrectodea caliginosa* "form 1 & 2" och *A. rosea* "form 2 & 3"). Ett annat exempel är *Octolasion cyaneum*, en av de "blå daggmaskarna", som 1950 i Skandinavien endast var känd från några sydsvenska lokaler och även från några få platser i Norge (Stöp-Bowitz 1969). Idag är arten välspredd med uppenbart livskraftiga populationer ända upp till de jämtländska fjällen, samt i Nordnorge till en bit ovanför Polcirkeln. Alla dessa arter kan ändå betraktas som 'inhemska' arter, som sakta fortsätter sin spridning norrut i Europa.

Lite annorlunda verkar det vara med den mindre arten *Dendrobaena attemsi*. Den rapporterades från Sverige för första gången av Rota & Erséus (1997), och nu vet vi också att den ingår i ett komplex av kryptiska arter, av vilka tre ("attemsi formerna 1, 2 & 3") nu är kända från Skandinavien (Erséus, opublicerad information). Den vanligaste, *D. attemsi* form 1, har funnit sig särskilt väl tillrätta längs Norges västkust, och i båda våra länder förekommer rapporter om att den under mildare vinterperioder kan krypa omkring på blöt snö i stora antal, troligen som en del i ett migrationsbeteende och kanske också triggat av hög populationstäthet. Sommaren 2015 fann jag en population i Dalsland med ca. 2.000 individer per m². *Dendrobaena attemsi* klarar förna och mager jord med lågt pH-värde, d.v.s. miljöer

som många andra daggmaskar undviker. Formerna 2 och 3 tycks ha det svårare att etablera sig i Norden. En form 2-population i en barkmullstäckt rabatt i Bohuslän, som jag följde under några år i slutet av 2000-talet, försvann helt efter en hård vinter. Intressant att notera är att jag fann individer av samma form i barkmull i en rabatt i södra Spanien. Enligt uppgift från Jordbruksverket har barkmull ofta importerats från Medelhavsområdet och lagts i deponi på öppen mark i Sverige innan den nått detaljhandeln.

Det är tveksamt om ens *D. attemsi* form 1 har negativ inverkan på övrig fauna. Arten är europeisk och kanske bara fyller en ekologisk nisch som ingen annan skandinavisk art av daggmaskar tidigare utnyttjat, men klart är att den vinner mark i framför allt södra Sverige.

För det omdiskuterade ”*Bimastos rubidus*-komplexet”, som tills nyligen gick under ett eget släktesnamn, *Dendrodrilus* (se Csuzdi et al. 2017), har jag i Tabell 1 uppgivit separata namn för fem olika, men preliminära, arter (*norvegicus*, *rubidus*, *subrubicundus*, *tenuis*, ”sp A [FIVE]”). COI-streckkoder och morfologi har givit denna indelning, men ett pågående projekt i min grupp (Martinsson et al.), där vi också inkluderar nukleära markörer (28S, ITS2), samt kromosomantal, visar nu att avgränsningen av dessa *Bimastos*-arter nog kan bli mer komplicerad än så. Polyploida former (troligen hybridarter) ingår i komplexet.

Rent generellt företas idag omfattande genetiskt-taxonomiska studier av lumbricider av ett antal forskargrupper i Europa, och i de artiklar som kommer ut talas det nu ganska ofta om hybridisering mellan närstående daggmaskarter. Detta kan komma att försvåra streckkodning (se 1.4.).

De flesta vet att lumbriciderna är viktiga djur i odlingsmark och trädgårdar, såväl som i mer naturliga miljöer. Deras ekologiska funktion och respons på miljöförändringar och miljögifter studeras redan flitigt inom den tillämpade forskningen. Daggmaskarna skulle naturligtvis vara en viktig komponent i miljöövervakning av terrestra ekosystem.

Man använder också daggmaskar som modellorganismer i många laboratorier, där taxonomisk precision borde vara helt nödvändig för reproducerbarhet och jämförelser av olika resultat. Man vet dock nu att en av de mest populära arterna som modell, *Eisenia fetida* (s.lat.), är ett artkomplex av åtminstone två, kanske tre, arter (Römbke et al. 2016), och dessutom att dessa arter ofta hybridiserar i labbkulturer (Plytycz et al. 2018).

Daggmaskarnas stora biomassa borde göra dem relativt lätta att identifiera från prover av miljö-DNA, och ett lyckosamt exempel på detta är ett arbete av Bienert et al. (2012), som kunde artbestämma extra-cellulärt DNA från daggmaskar i jord, med hjälp av korta streckkoder (delar av 16S rDNA).

2.6.8. Lumbriculidae (källmaskar) är en holarktisk grupp av mer eller mindre kall-stenoterma sötvattnensarter. De påminner om naidider (se 2.6.9), men med liten variation i den yttre morfologin. De är systergrupp till Acanthobdellida + Branchiobdellida + Hirudinida (se 2.6.1.), och några nordamerikanska arter är predatorer på fisk; de äter fiskägg. Så långt jag vet idag finns det bara 12 arter i Sverige (eventuellt är *Trichodrilus allobrogum* en 13:e; se Tabell 1), men detta kan vara en underskattning beroende på att majoriteten av lumbriculidarter lever i grundvatten. Samtidigt är uppfattningen bland specialister att familjen är mindre artrik i

nyligen nedisade områden än i bred zon söder därom. I Europa tycks familjen ha sitt artmaximum i (kalkrika) karst-system runt om i Alp-regionen.

Tre av våra allra vanligaste gördelmaskar i limniska miljöer är lumbriculider: *Stylodrilus heringianus*, ”*Lumbriculus variegatus* (art I)” och ”*L. variegatus* (art II)”. De är tåliga och mindre beroende av konstant låg vattentemperatur än de flesta andra arter i familjen, och de tycks tolerera en viss salthalt; de påträffas i de inre delarna av Östersjön, ibland även i utströmmande sötvatten på atlantiska havsstränder, observerat av mig bl.a. i Nordnorge. Dessa tre arter är också väl spridda i världen och finns t.ex. i både Australien och Nya Zeeland. *Lumbriculus*-arterna är ofta asexuellt reproducerande genom fragmentering av kroppen och därefter regenerering av både huvud och bakända, och de klarar syrefattiga miljöer bra, vilket gör dem opportunistiska i organiskt belastade vatten. De är långsmala maskar, ofta över 5 cm i kroppslängd och lever högt i sedimentet, t.ex. under en sten i sjöstranden eller bland döda löv i en bäck. De kan simma korta sträckor. *Stylodrilus heringianus* tenderar också att dyka upp ’överallt’, men den är mer syrekrävande, och har därför i sjöar ansetts vara en indikator för oligotrofi, och den är vanlig även i syrerikt grundvatten (se 4.4.). Samtidigt ökar individtätheten när tillgången på mat (organiskt material) och syre optimeras, och därför kan arten finnas i stor mängd även i t.ex. förorenade bäckar där forssträckor syresätter vattnet.

Övriga lumbriculidarerna i Sverige har bara setts några få gånger, men särskilt intressant är att minst 3-4 arter av släktet *Trichodrilus* och den sällsynta *Stylodrilus brachystylus* förekommer i svenska källflöden. Fynden har förvånat kollegor i Europa och i Nordamerika mer specialiserade på lumbriculider än jag, men jag tror ändå inte – med tanke på den begränsade insamlingsinsatsen – att vi verkligen redan har hittat alla grundvattensarter som finns här. Ett sätt att screena för lokaler att leta vidare på kan bli att spåra lumbriculider i miljö-DNA från grundvatten (se t.ex. Vörös et al. 2017; Korbel et al. 2017).

2.6.9. Naididae (glattmaskar) (Fig. 2) är den näst största gördelmaskfamiljen i Sverige, med närmare 140 arter i landet till dags dato. Ytterligare 15 arter är rapporterade från Norge, men några av dem är marina (och nordliga?), och ska nog inte förväntas i svenska vatten.

Namnet Naididae användes förr bara för en mindre del av de arter som räknas in där idag. De tidigare separata ”Naididae” och ”Tubificidae” har kombinerats till en och samma familj, som då måste gå under det äldsta namnet, Naididae (Erséus et al. 2008). Detta beror på att DNA har visat att de arter som tillhörde Naididae i den gamla betydelsen är en deriverad grupp inom det som förr kallades Tubificidae, och det är ologiskt att betrakta en familj som en del av en annan familj. Släktet *Nais* ger dock namn åt underfamiljen Naidinae, som majoriteten av de gamla ”naididerna” tillhör. Likaså kan *Tubifex* som en gång gav namnet Tubificidae fortfarande vara roten för namnet Tubificinae, d.v.s. en av underfamiljerna i dagens Naididae.

Naididae är således indelad i underfamiljer, av vilka de flesta har representanter i Sverige. Limnodriloidinae och Phallodrilinae är nästan exklusivt marina, men de har de flesta av sina kända arter i tropiska och subtropiska hav. Dessa marina naidider är oftast mycket små och lever interstitiellt (mellan sandkornen) i sandiga bottnar eller stränder; de är meiofauna snarare än makrofauna och har nästan alltid förbisetts i traditionella miljöprovtagningar på mjukbottnar. Endast 1 limnodriloidin och 9 phallodriliner är svenska, och *Gianius aquaedulcis* (Phallodrilinae) är dessutom limnisk och en grundvattensart.



Fig. 2. Ett konserverat exemplar av den marina glattmasken *Clitellio arenarius* A, en av de kryptiska arterna inom släktet *Clitellio* (se också Fig. 3). Foto: Aina Maerk Aspaas.

I vår del av den tempererade zonen är den limniska naididfaunan större än den marina, och vi har ca 50 arter av Naidinae (inkl. 8 i brackvatten), minst 9 av Pristininae, 12 av Rhyacodrilinae och 53 av Tubificinae (varav 10 marina eller i brackvatten). I alla dessa grupper finns en tidigare okänd, kryptisk diversitet, och behovet av taxonomiska revisioner är stort, särskilt för *Chaetogaster* (minst 15 arter i Norden men bara 6 taxonomiska namn!), *Nais*, *Paranais*, *Pristina*, *Clitellio* (Fig. 2), ”*Limnodrilus hoffmeisteri*-komplexet”, och ”*Tubifex tubifex*-komplexet”). En del av detta revisionsarbete har påbörjats. Min doktorand Yingkui Liu ägnade hela sin avhandling åt ”Molecular systematics of *Limnodrilus*”, med en särskild artikel som redde ut de genetiska gränserna för 10 olika arter av *L. hoffmeisteri* på basis av material från 19 länder runt norra halvklotet (Liu et al. 2017). Där blev också identiteten av arten i den ursprungliga beskrivningen av *hoffmeisteri* fastlagd, molekylärt såväl som morfologiskt. Den formella taxonomin för de nio övriga arterna återstår. Jag uppskattar att för Naididae som helhet, minst 25-30 av de arter i Tabell 1 som nu saknar namn bör vara nya för vetenskapen.

I den limnologiska litteraturen finns otaliga arbeten som använder eller försöker använda naidider som indikatorer för olika miljöförhållanden. Jag återkommer till detta i avsnittet 3.4. nedan.

2.6.10. Propappidae (svärdmaskar), med enda släktet *Propappus*, omfattar några få små limniska arter från Asien och Europa. Det svenska namnet ”svärdmask” kommer av att nosen (prostomiet) på masken är utdragen till ett framåtriktat, smalt och oparigt känselspröt. *Propappus volki* lever i kalkrika åar och är inte särskilt vanlig i Sverige. En kryptisk art, som står *P. volki* nära, har jag funnit i källor (Närke och Öland).

2.7. Prioriteringar för framtida taxonomiskt arbete; hotad kompetens

Som framgår av de många oidentifierade och/eller obeskrivna arterna, är behovet av ytterligare taxonomisk forskning på den svenska maskfaunan stort. Undertecknad har nu gått i pension, och även om planen är att fortsätta med taxonomisk publicering under ytterligare ett antal år, måste jag för egen del starkt prioritera bland de många önskvärda delprojekt som jag har identifierat (se lista nedan). För tillfället (våren 2018) fungerar min forskargrupp som tidigare, men för 2019 och framåt, finns idag ingen känd finansiering. Den kompetens vi tillsammans äger förefaller nu vara hotad. Svenska artprojektet (ArtDatabanken) som tidigare givit värdefulla bidrag till vår forskning har tydligt förklarat att de anser gördelmaskarna vara så pass välstuderade, att de inte längre kan ge oss stöd, och de svenska forskningsråden ger ej bidrag till arttaxonomisk forskning (d.v.s. primära artbeskrivningar) överhuvudtaget; Vetenskapsrådet kan stödja stortaxonomiska projekt som avser utredande av fylogeni mellan etablerade taxa, och helst då med ett genomiskt angreppssätt, eller till utveckling av nya genetiska metoder för förståelse av t.ex. artbildning eller andra evolutionshistoriska processer.

Mitt samarbete omfattar också kollegor i andra länder, men ingen av dem kan ge någon garanti för hur mycket de framöver kan hjälpa till med att bearbeta taxonomin för Sveriges fauna.

I min forskargrupp ingår just nu (feb 2018) tidigare doktoranden Svante Martinsson (PhD 2016), och forskningsbiträdet Mårten Klinth (MSc 2015). Båda har publicerat flitigt i projektet, men de är tills vidare bara finansierade under delar av 2018 med medel från det Norska artsprojektet. Vi har också ett begränsat samarbete med mina tidigare doktorander (Lena Gustavsson, Pierre De Wit, Lisa Matamoros och Yingkui Liu, den sistnämnde i Kina), men ingen av dem har idag anställning där taxonomi står i fokus. I mån av tid och möjlighet är följande utländska kollegor (i urval) potentiella medarbetare även i framtida studier av svenska arter: Emilia Rota (Italien), Aniara Achurra och Pilar Rodriguez (Spanien), Patrick Martin (Belgien), Sebastian Kvist (Canada), och Steve Fend (USA).

Med rimlig finansiering skulle jag prioritera följande delprojekt under de närmaste åren:

Kolumnen "spp" = antal skandinaviska arter att studera; "nya?" = ungefärligt antal nya arter i materialet som är nya för Sverige eller vetenskapen.

ENCHYTRAEIDAE:	spp	nya?	status
<i>Achaeta</i> (beskrivning skandinaviska arter, fylogeni)	21	4	påbörjat
<i>Cernovitoviella</i> (beskrivning skandinaviska arter, fylogeni)	26	12	pågående
<i>Chamaedrillus</i> sp A (beskrivning av ny art)	1	1	pågående
<i>Enchytraeus albidus</i> (revision artkomplex)	3	2	pågående
<i>Enchytraeus buchholzi</i> (revision artkomplex)	14	13	påbörjat
<i>Enchytronia parva</i> (revision artkomplex)	10	9	önskvärt
<i>Fridericia</i> (taxonomi skandinaviska arter)	55	10	önskvärt
<i>Globulidrilus riparius</i> (revision artkomplex)	6	4	önskvärt
<i>Hemifridericia parva</i> (revision artkomplex)	2	1	pågående
<i>Lumbricillus</i> (beskrivning ytterligare nya skandinaviska arter)	12	12	pågående
<i>Marionina</i> (fylogenetisk analys: dela släkte i <i>Enchytronia</i> & <i>Michaelsena</i>)			pågående
<i>Marionina argentea</i> and <i>M. mendax</i> (revision artkomplex)	14	12	önskvärt
<i>Marionina spicula</i> (revision artkomplex)	10	8	önskvärt
<i>Mesenchytraeus armatus</i> (revision artkomplex)	3	2	pågående
HAPLOTAXIDAE:			
<i>Haplotaxis gordioides</i> (revision av art- och släkte; familjens fylogeni)	1		pågående
HIRUDINIDA:			
<i>Helobdella stagnalis</i> (revision art)	1		pågående

LUMBRICIDAE:

<i>Bimastos rubidus</i> (revision av artkomplex)	4		pågående
<i>Eisenia</i> (genetisk variation och hybridisering hos kompostmaskar)	3		pågående
<i>Eiseniella tetraedra</i> (genetisk variation = inomartsvariation?)	1		pågående

LUMBRICULIDAE:

Lumbriculidae (fylogeni och släktesrevision hela familjen)			pågående
<i>Tatriella</i> (identifiering och beskrivning skandinaviska arter)	2	1	önskvärt
<i>Trichodrilus</i> (identification/description of Scandinavian species)	3	1	önskvärt

NAIDIDAE:

<i>Chaetogaster</i> (beskrivning skandinaviska arter, fylogeni)	15	9	påbörjat
<i>Nais</i> (identifiering och revision skandinaviska arter)	16	2	påbörjat
<i>Paranais</i> (revision artkomplex)	8	3	påbörjat
<i>Pristina</i> (identifiering och revision skandinaviska arter)	10	2	önskvärt
<i>Bothrioneurum vej dovsky anum</i> (revision artkomplex)	2	1	önskvärt
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> (revision artkomplex)	3	1	önskvärt
<i>Aulodrilus</i> (identifiering och revision skandinaviska arter)	5	2	önskvär
<i>Clitellio arenarius</i> (revision artkomplex)	4	1	påbörjat
<i>Ilyodrilus templetoni</i> (revision artkomplex)	4	2	önskvärt
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> (fortsatt revision av artkomplex)	4	2	påbörjat
<i>Potamotheirus nr heuscheri</i> (beskrivning av ny asexuell art))	1	1	pågående
<i>Tubifex tibifex</i> (revision artkomplex)	9	8	önskvärt
<i>Tubificoides pseudogaster</i> (revision artkomplex)	4	3	pågående
Tubificinae spp. (identifiering, beskrivning skandinaviska arter)	4	2	önskvärt

PROPAPPIDAE:

<i>Propappus volki</i> (revision artkomplex)	2	1	önskvärt
--	---	---	----------

Många av dessa projekt har redan inletts, ett par av dem är nästan klara. Samarbete med andra experter har länge varit typiskt för vår forskning, men det har alltid varit informellt och ad hoc, beroende på intresse och möjlighet för de berörda. Några projekt har varit vilande under längre eller kortare tid, i väntan på kompletterande material eller data för en mer optimal publikation. Tanken är dock inte att satsa så mycket mer på fältarbete, förutom för några svenska områden/miljöer, som fortfarande är dåligt undersökta (se kunskapsluckor, 4.2. nedan), och nu har vi dessutom ackumulerat en stor mängd genetiska data (inte bara COI- och 16S-streckkoder), samt mikroskop-preparat i lämplig mängd, för så gott som alla arterna.

3. DNA-streckkodning i miljöövervakning

3.1. Lite allmänt

Syftet med allt mitt och mina medarbetares arbete under det senast decenniet har varit, att gördelmaskarna ska få den synlighet och artupplösning de förtjänar i alla tänkbara studier av svensk smådjursfauna. Vi är övertygade om att DNA-streckkoder kan användas för identifiering av arter i t.ex. faunaprover (hela, eller delar av, djur) från mark och vatten, eller miljö-DNA (=eDNA, environmental DNA) som extraherats eller filtrerats ut från marksubstrat, sediment eller vatten. Särskilt inom miljöövervakningen kan då kunskap om de olika arternas miljöpreferenser och ekologiska funktion ge ökad upplösning i studier av miljöförändringar. En annan viktig tillämpning är screening för tidig upptäckt av invasiva arter. För att detta ska bli verklighet är dock en parallell utveckling på minst fyra olika plan nödvändig:

- a) **Filosofiska frågor: En förändring i tänkande och upplägg kring det man ska bevaka och följa upp i miljön.** Hur kan diversitet och effekter av miljöförändringar överhuvudtaget studeras med genetiska metoder? Vilka artvariabler kan mätas, och hur ska resultaten i så fall jämföras med tidsserier av äldre data? Måste vi fortsätta att räkna individer och/eller biomassa av enskilda arter?
- b) **Molekylärbiologiska och bioinformatiska frågor: En omfattande fortsatt metodutveckling.** Hur fångar man upp DNA i proverna så att arter (helst alla arter när så är önskvärt) kan identifieras? Hur analyserar man den genetiska informationen, som kan bli enorm? Även metoder som kan tillämpas på äldre prover med degraderat DNA är önskvärda.
- c) **Taxonomiska frågor: Fortsatt arbete med DNA-baserad artavgränsning och taxonomisk revision, samt etablering av streckkodsbibliotek.** Hur säkerställer man att arttaxonomin och referensbibliotek för streckkoder blir etablerade, tillförlitliga och kompletta, och senare uppdaterade i takt med ny systematisk forskning?
- d) **Ekologiska frågor: Intensifierad forskning om arternas autekologi och ekologiska funktion.** Hur kan vi ta reda på de många arternas specifika miljöpreferenser, funktion i ekosystemen, konkurrensförhållanden, reaktioner på skogsbruk, jordbruk, annan markanvändning, muddring, fiske, akvakultur, miljögifter och förändringar i t.ex. temperatur, geohydrologi och pH, och mycket annat.

I akvatiska övervakningsprogram har man fokuserat på delar av pelagiska eller bentiska samhällen, t.ex. bentisk makrofauna, och man har uppskattat hur många individer av olika arter som har funnits på en viss rumsenhet (t.ex. m² bottenyta). Man har använt sig av diversitetsmått baserade på dessa siffror, och idag kan slutsatser om förändringar baseras på långa tidsserier av jämförbara data. Dominanta arter har här spelat en stor roll. Som framgår av Lyrholms (2009) rapport, var entusiasmen för 10 år sedan inte särskilt stor över att behöva bryta dessa serier, men då sågs nog också fortfarande streckkodningen, om den skulle användas överhuvudtaget, som avsedd för individbaserad identifiering. Den utveckling som pågår idag talar mycket mer om meta-streckkodning (metabarcoding) av bulk-DNA i olika former (samtidig streckkodning av många olika arter i samma prov), och då också inklusive (extra-cellulärt) eDNA (se t.ex. Taberlet et al. 2012; Bourlat et al. 2016).

En övergång till DNA-baserade metoder kommer troligen att innebära att de gamla tidsserierna på något sätt bör bytas ut mot nya, eftersom individräkning inte skulle kunna utföras utan fortsatt stora manuella sorteringsinsatser och/eller höga labbkostnader. Alternativt kan man tänka sig att man i parallella delar av övervakningen bibehåller manuell kvantifiering av t.ex. dominansarter, eller andra specifika taxa med högt indikatorsvärde.

Det man kan uppnå genom meta-streckkodning är att åtminstone en mycket stor del av hela artsammansättningen i den provtagna miljön blir avslöjad. Individbaserade diversitetsindex får då ersättas av andra mått, baserade på en ren listning av arter. För bottenprover skulle man t.ex. kunna hantera meiofauna och makrofauna samtidigt, inklusive DNA-spår från djur som inte fysiskt är kvar i substratet. Genom en kombination av olika streckkods-markörer skulle artlistan också kunna inkludera växter, svampar och mikroorganismer.

Att ur bulk-DNA kunna läsa ut individantal för de olika arterna, vilket ju krävs för traditionella diversitetsindex, är fortfarande svårt då proportionaliteten mellan biomassa (eller antal individer) och antal DNA-läsningar ('reads') av streckkoder troligen inte är konstant. Inom detta område pågår dock en intressant metodutveckling. T.ex. kunde Takahara et al.

(2012) för karp (*Cyprinus carpio*) visa att koncentrationen av fiskarnas spår av DNA i vattnet (eDNA) var positivt korrelerad med deras biomassa i både akvarier och experimentella dammar.

Tyvärr kommer alltid vissa arter/grupper att ha lägre affinitet till en viss streckkodsprimer än andra, eller till och med gå helt under radarn. Detta kan endast avhjälpas genom kombinationer av primrar med olika passform för olika arter.

En generell utmaning för arbetet med streckkoder i miljöövervakning, är att producera användbara sekvenser ur degraderat DNA, d.v.s. ur prover där DNA-molekylerna är alltför fragmenterade. I traditionell sortering av djurprover, och i taxonomisk arbete i synnerhet, har man ofta möjlighet att handplocka individer som är färska när de konserveras, vilket kan göras i t.ex. etanol. Om de konserveras i hög spritkoncentration (minst ca 80%) och förvaras mörkt och fryst, kan DNA i djuret, eller DNA extraherat ur djuret, behålla en acceptabel kvalitet i flera år, även för sekvensering av långa sammanhängande genavsnitt. I ekologisk provtagning hanteras dock ofta vävnad/hela individer och extra-cellulärt DNA tillsammans i ett substrat (sediment, jord, etc.). Total-DNA är då redan från början en blandning av skiftande kvalitet, som också snabbt kan försämrats under suboptimal förvaring. Detta innebär att de streckkoder man använder inte bör vara för långa. Primrarna som ”klipper ut” sina specifika genavsnitt måste kunna fånga upp tillräckligt långa och många fragment ur proverna. Annars kan inte streckkoderna kopieras och anrikas i den mängd som krävs, för att den därpå följande sekvenseringen ska ge en fullständig representation av arterna.

Inom miljöövervakning kan som redan sagts inte en och samma streckkodsmarkör bli standard, om alla förekommande organismer ska kunna identifieras genom streckkodning. Jag begränsar min diskussion i det följande till markörer lämpliga för djur, och då särskilt för gördelmaskar.

3.2. Val av streckkodsmarkörer

3.2.1. Cytokrom-oxidas I (COI). BOLD-initiativet förordar en 658 baspar (bp) lång region av COI som den standardiserade streckkoden för djur, och denna markör fungerar utmärkt för gördelmaskar om man har använder sprit-konservrad djurvävnad som förvarats kallt. För akvatiska bottenprover och jordprover kan t.ex. djuren sållas eller extraheras ut och sorteras, för att direkt överföras till sprit, alternativt kan hela substratet (eller en sållfraktion) sänkas ner i rikligt med etanol. Slutkoncentrationen bör dock inte underskrida 80%. För degraderat DNA (t.ex. eDNA, och gamla spritprover av djur) krävs en streckkod som är betydligt kortare än 658 bp. På senare tid har primrar för en 313 bp COI 'mini-barcode' tagits fram för meta-streckkodning av marina djur (Leray et al. 2013; Bourlat et al. 2016; Haenel et al. 2017), men även denna kortare kod kan vara för lång om DNA är riktigt dåligt. Att designa s.k. generella 'interna' primrar är inte trivialt för en så variabel gen som COI är, men här finns utvecklingspotential, särskilt för streckkoder som utformas för mindre grupper av närstående arter.

Fördelen med korta snuttar av COI är att de fortfarande borde vara artspecifika, p.g.a. den höga evolutionshastigheten i 'tredje-positionerna' i genen. Även en kort streckkod med endast ca 130 bp (=20% av de 658 bp), och med en för gördelmaskar realistisk artskillnad på minst

8-10%, skulle i genomsnitt ge minst 10-13 artskiljande substitutioner i den korta COI-koden. Sannolikheten för att 130 bp kan identifiera denna artskillnad är mycket stor.

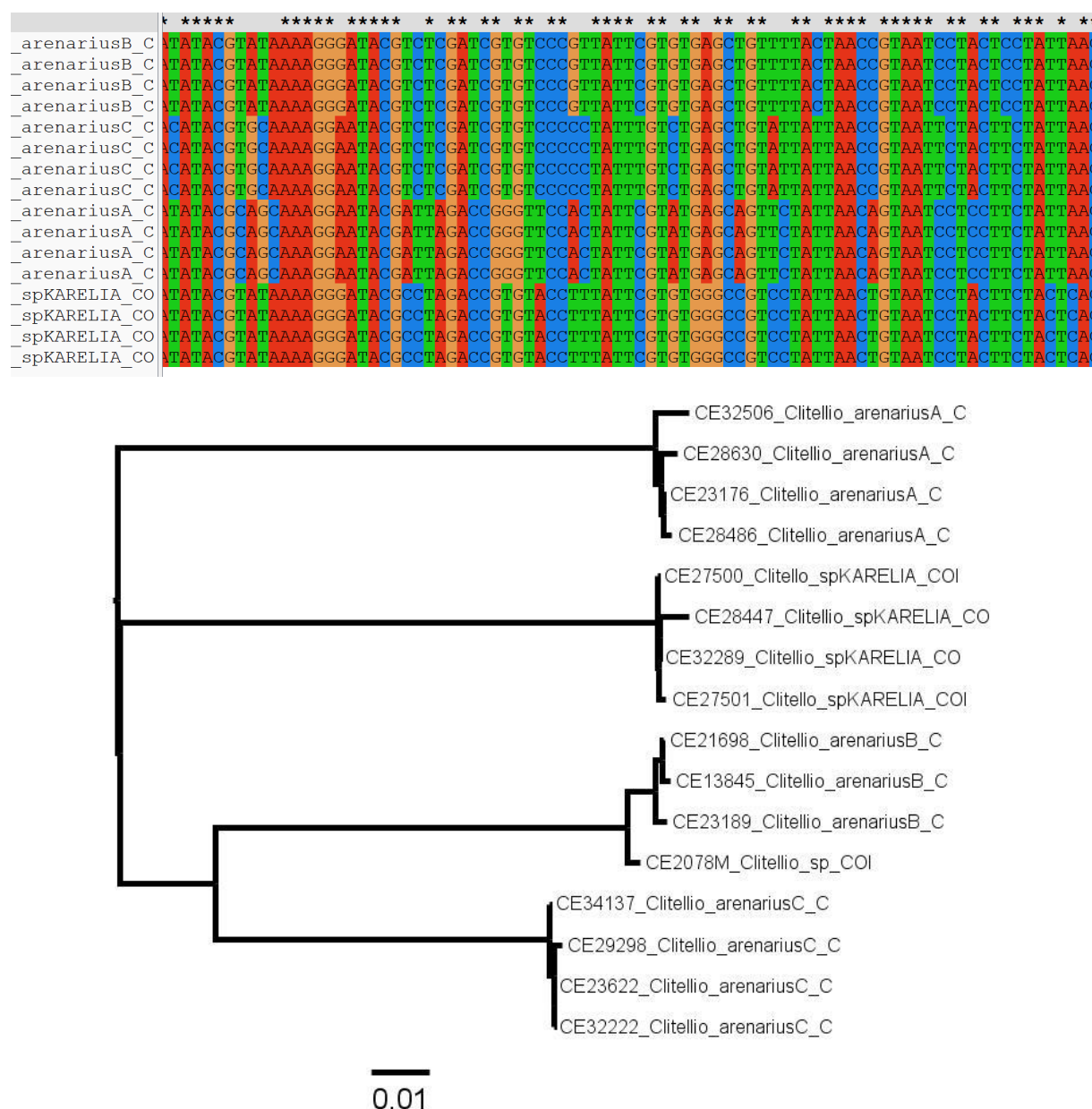


Fig. 3. Övre bilden: Jämförelse ('alignment') av COI-streckkoder (sekvenser) för fyra kryptiska arter (16 individer) av *Clitellio* (Naididae). Endast en kort avsnitt av streckkoden visas. **Undre bilden:** Ett liggande likhetsträd som visar de genetiska distanserna mellan fullständiga streckkoder av samma 16 individer. Skalan motsvarar 1 % skillnad mellan sekvenserna.

Exemplet i Fig. 3. visar hur man lätt kan urskilja de fyra kryptiska arterna av släktet *Clitellio* (Naididae) med COI-streckkoder för 4 individer av varje art. När skillnaderna åskådliggörs i ett likhetsträd (här baserat på kompletta streckkoder, 658 bp), ser man att de genetiska distanserna (=variationen) mellan de fyra arterna är mellan 13 och 19%.

Oavsett längden på streckkoden, blir alltid variationen i COI ett speciellt problem i utformningen av referensbiblioteken (se 1.3.). Man behöver i de senare ha med åtminstone några av de olika sekvensvarianter (haplotyper) som kan förekomma inom varje art. Helst skulle alla haplotyper för arten vara med, vilket i de flesta fall vore utopiskt. Som diskuterats ovan (1.3.) bör avgränsningen av en art alltid fastställas av en taxonom som kan ta hänsyn till olika artkriterier, och hen bör därmed kunna rapportera vilka haplotyper som har noterats för arten, åtminstone de som förekommit i det egna taxonomiska arbetet.

I Fig. 4 visas ett annat exempel, med COI-streckkoder för ett antal individer av *Fridericia magna*, en enchytraeid-art som också visas som en ansamling av individer i Fig. 1. Man kan av likhetsträdet få uppfattningen att det rör sig om fem olika arter, men de tydliga distanserna mellan de fem delklustren (ca 4-8%) är fortfarande bara variation inom arten i fråga. I detta fall har nukleära DNA-data visat att alla individerna ingår i samma panmiktiska metapopulation (Erséus, opublicerat). För att ett referensbibliotek över COI-streckkoder ska ge en rätt bild av *F. magna*, bör alltså arten representeras av minst en streckkod (helst flera) från varje av de fem delklustren.

3.2.2. 16S och 12S rDNA. Dessa två ribosomala gener i det mitokondriella genomet är lämpliga alternativ till COI, särskilt om det handlar om att finna korta streckkoder. Alla tre evolverar tillsammans, d.v.s. de nedärvs som en enhet och nästan undantagslöst via ägget till nästa generation. Normalt evolverar 16S långsammare än COI, men snabbare än 12S, åtminstone hos gördelmaskar. Detta innebär att alla tre markörerna ger gentråd som har samma topologi (likhetshierarki), men där upplösning och grenlängder (baserade på antalet substitutioner i DNA) är störst i COI-trädet, och minst i 12S-trädet.

De ribosomala generna skiljer sig från COI (som är proteinkodande) i att sekvenserna är sammansatta av flera delar, av vilka några är konservativa, andra är hypervariabla. I markörerna 12S och 16S kan man därför utnyttja två konservativa avsnitt som målregioner för ett primer-par, och den mellanliggande (variabla) delen som själva streckkoden. De konservativa delarna har stor likhet även mellan djurgrupper som evolutionshistoriskt är långt ifrån varandra. Om användbarheten av korta 16S-streckkoder i analyser av degraderat DNA i mångtusenåriga sjösediment berättas i texten till Fig. 5.

Korta 12S-barkoder har med framgång använts för identifiering av enchytraeid-arter i jordprover i arktisk tundra (Epp et al. 2012). I det arbetet användes ett referensbibliotek av 12S-sekvenser hämtade från våra skandinaviska data.

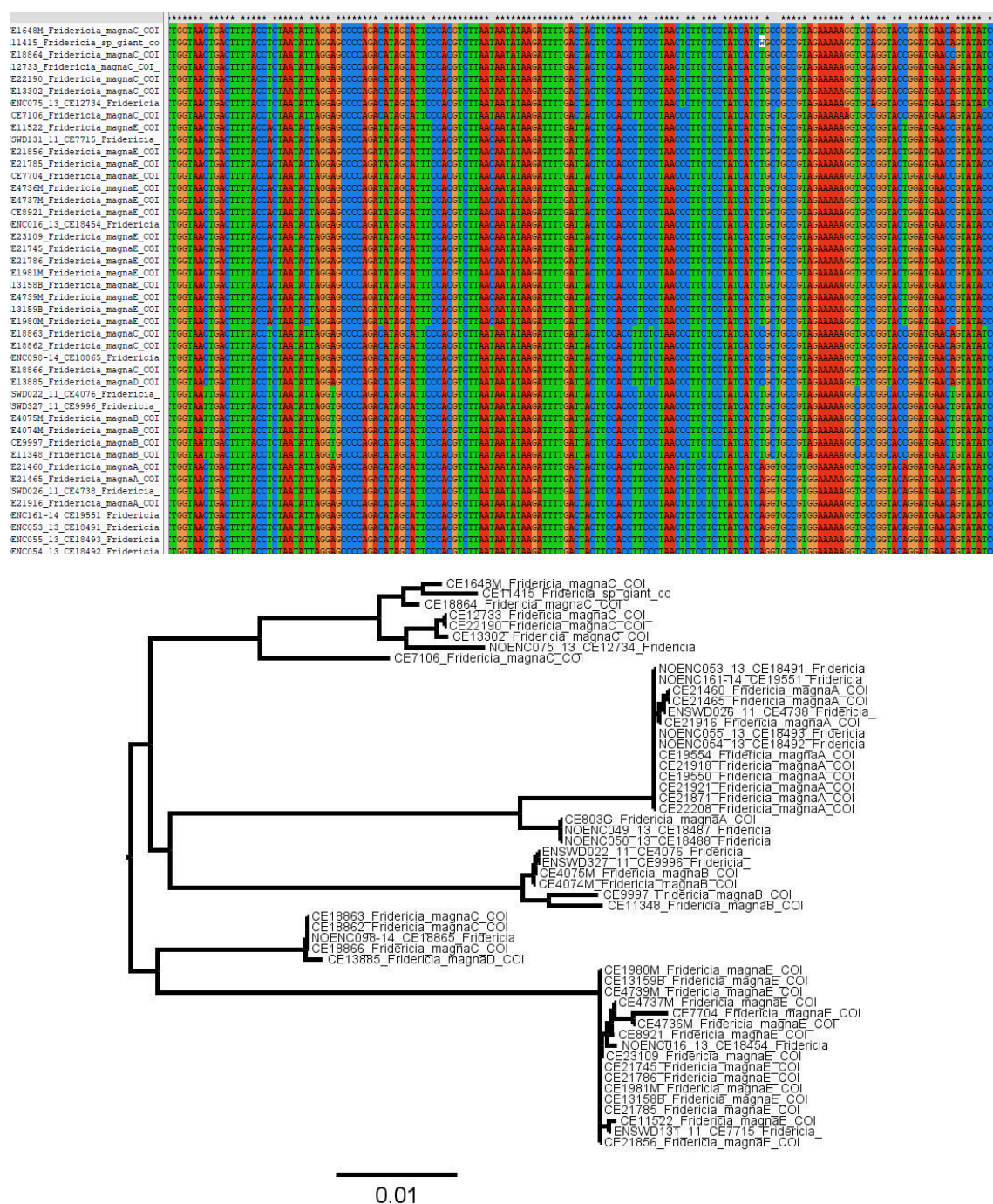


Fig. 4. Övre bilden: Jämförelse ('alignment') av COI-streckkoder (sekvenser) för individer av *Fridericia magna* (Enchytraeidae). Endast en del av streckkoden visas. **Undre bilden:** Ett liggande likhetsträd som visar de genetiska distanserna mellan fullständiga streckkoder från samma dataset. Skalan motsvarar 1 % skillnad mellan sekvenserna.

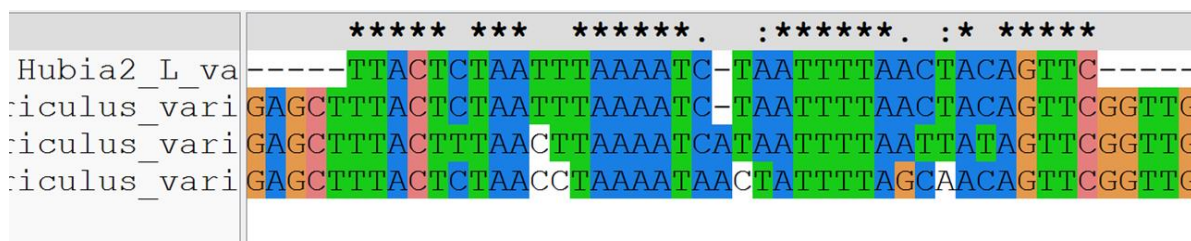


Fig. 5. Jämförelse mellan en kort 16S-streckkod (sekvens rad 1) detekterad i en 8000 år gammal sedimentkärna från botten av sjön Hubia i östra Finnmark, Norge (t.v. opublicerat samarbete med Inger Alsos et al., Tromsø), och tre motsvarande, nutida och fullständiga, 16S-sekvenser av de skandinaviska *Lumbriculus*-arterna (*Lumbriculidae*). Den 36 bp-långa sekvensen erhöles i samband med meta-streckkodning av gammalt sjösediment, där målet i första hand var däggdjur [man fann t.ex. 16S av ren i proverna]. Ett primer-par för ett hypervariabelt avsnitt, som hos däggdjur är ca 70 bp, gav träffar även på gördelmaskar, för vilka samma region är bara 35-36 bp lång. Denna korta streckkod från ca 6000 f.Kr. överensstämmer till 100% med 16S för ”*L. variegatus* (art IV)” (rad 2), idag känd från Grönland och alpina delar av Skandinavien. Släktingarna ”*L. variegatus* (art I)” (rad 3) och ”*L. variegatus* (art II)” (rad 4) skiljer sig från den korta Hubia-barkoden i 5 (likhet 86%) respektive 7 positioner (likhet 81%).

3.2.3. Nukleära markörer som streckkoder. I vårt artavgränsningsarbete använder vi alltid nukleära gendata (se 1.3.), och för gördelmaskar har vi funnit att ITS-regionen (Internal Transcriber Spacer Region, som är ribosomalt kärn-DNA) och H3 (Histone 3, proteinkodande) är lämpliga för detta. Naturligtvis skulle man kunna använda någon av dessa markörer som artskiljande streckkod, som man idag gör för svampar (Schoch et al. 2014). I sin helhet är dock ITS för lång i gördelmaskarna för att fungera som en generell streckkod. Vi har tagit fram gördelmask-specifika primrar för den mindre del av ITS-regionen, ITS2 (Internal Transcriber Spacer 2) (Liu & Erséus 2017).

Det finns dock generella problem med de nukleära markörerna i samband med djur. För det första evolverar de nämnda generna trots allt långsammare än t.ex. COI och 16S. Vi har exempel där systerarter, som är lätta att skilja åt med COI eller 16S, har exakt samma H3-streckkod, samtidigt som ITS bara skiljer arterna åt i en eller ett par positioner. För det andra, förekommer det ofta olika kopior av nukleära gener i en och samma kromosom, och de kopiorna kan också vara av olika längd (gäller t.ex. ITS), vilket försvårar eller omöjliggör separering av dem. Erfarenhetsmässigt skulle jag ändå säga att H3 skulle passa bättre som streckkod än t.ex. ITS2, inte minst för att den förstnämnda (med 328 bp) normalt är betydligt kortare än ITS2, som varierar mellan (ca.) 329 och 912 bp för gördelmaskar (Liu & Erséus 2017). I sin fulla längd verkar H3 trots allt kunna separera de flesta gördelmaskarter.

3.3. Utveckling av metoder och referensbibliotek

Just nu pågår i flera länder ett utvecklingsarbete kring metoder för identifiering av gördelmaskar i olika typer av miljöprover med hjälp av streckkoder. Många studier har gått ut på att visa att COI-streckkodning som sådan fungerar, d.v.s. att man i princip kan särskilja tydliga streckkodskluster, som kan kännas igen och hållas isär som olika arter (t.ex. Kvist et al. 2010; Klinth et al. 2017; Vivien et al. 2015, 2017; Decaëns et al. 2016; Prantoni et al., under tryckning). I andra fall har man med hjälp av mini-streckkoder identifierat extra-

cellulära spår av gördelmaskar i olika livsmiljöer (Epp et al. 2012; Haenel et al. 2017). Mini-streckkoder kräver dock särskilt fokus på frågan om en kort streckkod verkligen ger full upplösning på artnivå, men av det jag sett hittills, kommer nog minikoder fungera bättre på gördelmaskar (med sällan under 8-10% i mellanartsvariation) än på t.ex. insekter, för vilka den genetiska distansen för närstående arter bara ligger på max 2-3%.

Den rent tekniska utvecklingen kring högkapacitetssekvensering (High Throughput Sequencing, HTS) går nu snabbt, bl.a. på grund av starka kommersiella intressen. Utvecklingen går också med raketfart för bioinformatiken, d.v.s. de metoder och pipelines som gör det möjligt att förvandla rådata från HTS till matchningar med streckkoder i referensbibliotek. Det som snart kommer att bli begränsande faktorer, är taxonomin och uppbyggandet av referensbibliotek. Artavgränsningsarbetet, som integrerar traditionell morfologi-baserad taxonomi med genetiska metoder, måste få de resurser som krävs, annars blir det inga tillförlitliga bibliotek värda namnet. För Sveriges del är de gördelmaskdata som idag finns på BOLD och GenBank en bra början, men min förhoppning är naturligtvis att den nya Swedish Barcode of Life, SWEBOL (<http://swebol.org/>) vill hjälpa till att utveckla en särskild täckning av vår nationella fauna. På samma sätt som för närvarande görs i t.ex. i Norge (NorBOL, <http://www.norbol.org/en/>) och Schweiz (Vivien et al. 2017).

Om vi nu för Sveriges del vill börja ta in streckkodning som en metod i miljöövervakningen, bör ett samlat grepp tas, där vi arbetar fram ett antal olika protokoll för - Provtagning > DNA extraktion > Streckkodning > Identifiering av arter > Utvärdering av resultat -, plus planer för hur nya tidsserier av diversitetsdata ska organiseras och kontinuerligt uppdateras. Detta kan nog sättas igång redan innan ett referensbibliotek över Sveriges arter (och deras respektive streckkoder) är fullt etablerat och komplett, men när protokollen är på plats och ska börja användas, bör taxonomin och referensbiblioteket också vara så färdiga som det bara går. Detta kommer inte att kunna ske utan särskilda resurser.

3.4. Gördelmaskar som miljöindikatorer

En del noteringar som passar under denna rubrik har avhandlats i maskpresentationerna ovan (2.6.). Men det finns också en omfattande europeisk och nordamerikansk litteratur, särskilt från 1900-talets sista decennier, om gördelmaskarnas användbarhet som indikatorer i limniska miljöer för hydrokemiska förhållanden, näringsförhållanden (trofigrad) och miljögifter. En sökning i Google Scholar, med sökorden 'oligochaetes as indicators of pollution', gav ca 16.400 träffar (bl.a. klassiska och välciterade arbeten såsom Goodnight & Whitley 1960; Aston 1973; Johnson et al. 1993).

Några av pionjärerna inom detta område är svenskar. De visade bl.a. hur förekomsten av vissa naidider (då kallade tubificider) och lumbriculider var starkt kopplad till graden av eutrofiering i insjöar (Wiederholm 1980; Milbrink 1973, 1983; Milbrink et al. 2002). Liknande forskning bedrevs parallellt under samma period i Nederländerna (Verdonschot 1989; Nijboer et al. 2004), Schweiz (t.ex. Lang 1978; Lang & Reymond 1996), Frankrike (Lafont 1984; Lafont et al. 1991), m.fl. europeiska länder. I Sydamerika görs fortfarande en del studier på limniska gördelmaskar och deras betydelse som indikatorer för miljöförändringar (t.ex. Behrend et al. 2012), men till stor del verkar motsvarande fokus ha hamnat lite på undantag i Europa efter millenieskiftet. Det kan delvis bero på höga manuella kostnader och/eller otillräcklig kompetens för morfologi-baserad artbestämning av

gördelmaskar. Dessutom har några av de viktigaste indikatorerna för övergödning (särskilt *Limnodrilus hoffmeisteri* och *Tubifex tubifex*) visat sig vara artkomplex, vilket gjort saken mer komplicerad.

Vi vet dock redan att endast ett fåtal, men inte alla, av de kryptiska arterna inom *Tubifex tubifex*-komplexet fungerar som vektorer för spridning av de mycket svåra utbrotten av "whirling disease", som är parasitsjukdom som drabbar laxfiskar (Beauchamp et al. 2001, 2002). Parasiten, *Myxobolus cerebralis* (fylum Myxozoa), använder maskarna som slutvärd i sin komplicerade livscykel, och dess sporer infekterar därefter fiskar med förödande effekter, som bl.a. drabbat lokal fisketurism hårt i Nordamerika.

Om streckkodning och mer fullständiga och upplösta artlistor blir verklighet i framtida övervakning av sötvatten, kommer det i litteraturen att finnas en skatt av kunskap som kan utvecklas vidare i ljuset av den nya artkomplexiteten. För artkomplexen kommer det att bli särskilt viktigt att studera skillnader i de kryptiska arternas biologiska funktion, för att tillfullo kunna utnyttja den högre upplösning som molekylära bestämningsmetoder ger.

Inom den terrestra ekologin finns otroligt mycket publicerad kunskap om daggmaskar. 'Earthworm ecology' ger >77.000, 'earthworms as indicator species' >30.000 träffar på Google Scholar. Denna litteratur är till stor del baserad på studier av kompostmask (*Eisenia*), som bland daggmaskar är en klassisk modellorganism, och ett stort fokusområde är olika ekotoxikologiska aspekter, men det finns också gott om mer generella ekologiska data för många olika arter. Römbke et al. (2005) ger en bra översikt över hur olika nordeuropeiska lumbricidarter kan användas i miljöövervakning. I Sverige har särskilt jordbrukets effekter på daggmaskars förekomst och utbredning studerats (t.ex. Lofs-Holmin 1982, 1986; Lagerlöf et al. 2002, 2012).

För terrestra enchytraeider och deras värde som miljöindikatorer är litteraturen inte lika ymnig, men det finns några studier som sammanfattar t.ex. både arternas generella användbarhet i ekologisk klassificering av jordtyper (Graefe & Schmelz 1999; Jänsch et al 2005; Rota et al. 2014) och deras olika reaktioner på kemisk stress (Didden & Römbke 2001; Rota et al. 2013).

4. Kunskapsluckor och förslag på åtgärder

4.1. Taxonomi

Gördelmaskarna är inte längre så dåligt kända i Sverige som de var bara några år tillbaka. Men situationen för taxonomin inom denna grupp speglar en omfattande omprövning av hela den Linnéanska vetenskapstraditionen. Det är först nu som systematiker har möjlighet att verkligen studera de genetiska förhållanden som har skapat den biologiska mångfald som vi försökt förstå och klassificera sedan 1700-talet. Självfallet håller många av de gamla 'morfoarterna' i tester mot DNA-data, men i andra fall måste morfologiska kriterier omprövas; de ger antingen för få eller i vissa fall, för många, arter. För den svenska faunan har jag i avsnittet 2.7. ovan listat ett antal artgrupper som snarast borde revideras, och där ingår ett stort antal arter, som med all sannolikhet behöver beskrivas som nya för vetenskapen.

Jag föreslår att Naturvårdsverket bidrar till att påtala vikten av fortsatt nationellt stöd till den taxonomiska forskningen på ofullständigt kända organismgrupper i Sverige. I detta ingår också åtgärder som befrämja kompetensöverföring till nya generationer av taxonomer.

4.2. Dåligt undersökta taxa, geografiska områden och habitat i Sverige

De insamlingsinsatser som vi i Göteborg gjort under senare år har varit spridda över hela Sveriges yta, och de har givit de gördelmaskgrupper vi förväntade oss, men med råge när det gäller antalet arter. Det har emellertid blivit en viss snedsida mot vårt eget närområde i den sydvästra delen av landet. Därför är kunskapen om dagens maskfauna i t.ex. Mälardalen och stora delar av Norrland fortfarande ofullständig. När det gäller grundvatten har vi bara gjort sporadiska nedslag på Öland och Gotland, samt i Närke och Västergötland. Dessutom har vi inte haft resurser för provtagning i profundalen av de djupaste svenska insjöarna.

Iglar och lumbriculider är grupper som jag tror det finns mer av att finna i vårt land. Bland iglarna finns t.ex. en del kryptiska arter bland vanliga morfo-arter, som ännu inte blivit bekräftade från Sverige. En lite mer fokuserad inventering av sötvattensiglar i framför allt Götaland och Svealand skulle behövas. Likaså borde ett samarbete med fiskare och/eller provfisker i våra hav kunna ge material som kompletterar listan över marina fiskiglar. För Lumbriculidae förväntar jag mig fler grundvattensarter i söder och fler profundala arter i djupa sjöar i norr; nordöstra Europa har ett antal lumbriculider som vi borde ha här också. Slutligen skulle insamlingsinsatser i östra och sydligaste delarna av Sverige generellt ge nya arter (i flera grupper, inte minst Enchytraeidae och Naididae), som befinner sig i spridning från Baltikum och Central-Europa.

Vi har redan ett antal gördelmaskar som kan betraktas som främmande och möjligen även invasiva (d.v.s. oönskade) i vårt land, men mörkertalet kan vara stort. För eventuella akvatiska invasiva arter kan både marina och insjöhamnar vara intressanta, eftersom vi redan vet att bl.a. ballastvatten är en möjlig spridningsvektor. Några terrestra främmande arter av Enchytraeidae och Lumbricidae har påträffas i svenska växthus, men ingen bredare insats att finna fler har gjorts.

Jag föreslår att Naturvårdsverket ger möjlighet till stöd för kompletterande gördelmaskinventeringar i Sverige, med hänvisning till dessa kunskapsluckor.

4.3. Referensbibliotek för COI- och 16S-streckkoder

Streckkoder saknas fortfarande helt för några av de skandinaviska arterna (COI för 27 arter, 16S för 87 arter). För 16S handlar det till stor del bara om att ta fram sekvenser ur DNA-extrakt som redan existerar hos oss på Göteborgs universitet. Tekniskt sett är det ett litet problem. Men för båda markörerna gäller att vi redan har misslyckats att få fram streckkoder för ett mindre antal arter, antingen för COI eller 16S, eller för både COI och 16S. Det kan bero på att tillgängligt DNA har dålig kvalitet, eller att primrarna inte passar, för den aktuella arten. Dessutom har vi några arter som enligt litteraturen ska finnas i Sverige (eller Norge), men som vi uppenbarligen ännu inte funnit i våra prover.

När det gäller inomartsvariation, har vi i Göteborg idag tillgång till så många COI-varianter som överhuvudtaget är möjligt för det material som är insamlat för DNA. Vi har ju COI-streckkodat alla svenska individer som vi arbetar med. Därmed har vi en god bild av COI-variationen inom vanliga arter, men ingen eller mycket liten kunskap om variation för sällsynta arter. Få individer av en art kan ju bara ge en eller några få haplotyper av den arten. Det finns dock avsevärt mer att göra med variationen i 16S-variation.

Jag föreslår att Naturvårdsverket ger möjlighet till stöd för kompletterande sekvensering av dessa streckkoder för skandinaviska gördelmakar, med hänvisning till denna brist.

SweBOL (<http://swebol.org/swebols-uppdrag/>) har som uppdrag att bl.a.:

- Förankra arbetet med att bygga upp en referensdatabas för den svenska faunan och floran hos berörda politiker och myndigheter, potentiella finansiärer, forskare samt den intresserade allmänheten.
- Stödja projekt som syftar till att ta fram DNA-streckkoder för den svenska faunan och floran genom att tillhandahålla riktlinjer (standarder) bl.a. för:
Dokumentation och förvaring av nyinsamlat material som ska DNA-streckkodas
Sekvensering av streckkodsmarkörer för olika plattformar
Deponering av vouchermaterial och extraherat DNA
Deponering av DNA-sekvenser i relevanta samlings- och referensdatabaser (t.ex. BOLD)
- Publicera information om hur arbetet med att bygga upp en referensdatabas för den svenska faunan och floran fortskrider.

Vi som arbetar med att ta fram streckkodsdata kommer naturligtvis att samverka med SweBOL i detta arbete, men det är samtidigt ett dilemma om data som tas fram som arbetsmaterial i externfinansierad taxonomisk forskning, för noll och inget förväntas att bli uppladdade i publika databaser, innan de hunnit användas i sin primära roll i internationell publicering av forskningsresultat.

Jag föreslår att i första hand SweBol, Naturvårdsverket, ArtDatabanken och vi forskare snarast inleder samtal om hur etableringen av referensbiblioteken för gördelmakar ska gå till och hur den ska balanseras mot olika intressen och resurser. Hit hör också frågan om hur streckkoder som varit arbetsmaterial i forskning som "aldrig blev publicerad" ska kunna göras offentliga.

En särskilt punkt som jag vill tipsa om gäller BIN-systemet (Barcode Index Number System) i BOLD-databasen (se 1.3. ovan), som automatisk skapar art-hypoteser för kluster av COI-streckkoder. Åtminstone med BOLDs nuvarande policy och presentationsplattform, är BINs för gördelmakar alltför små i sin avgränsning för att motsvara biologiska arter. Detta kan emellertid lätt justeras om man på ett systematiskt sätt går igenom (t.ex. den svenska) faunan och dess artavgränsningar, och a-posteriori definierar kluster av BINs som den eller den arten, i de fall inomartsvariation är större än tröskelvärde för BINs, som generellt är 2%.

Jag föreslår att BIN-systemet beaktas och hanteras på detta sätt, om det blir aktuellt att etablera ett nationellt referensbibliotek för COI.

4.4. Gördelmaskarnas roll som indikatorer i miljöövervakning

Som jag bara kortfattat beskrivit i avsnittet 3.4 finns redan en uppsjö av publicerade forskningsartiklar, som efter filtrering och kritisk granskning skulle kunna ligga till grund för en mer eller mindre komplett samling 'faktablad' över Sveriges gördelmaskar. I dessa kan uppgifter om arternas miljöpreferenser och ekologisk funktion, och lämplighet som indikatorer redovisas. I den befintliga litteraturen finns dock idag mycket få exempel på skillnader i miljöpreferenser mellan närbesläktade kryptiska arter.

Jag föreslår att Naturvårdsverket ger möjlighet till stöd för ett framtagande artfakta för olika arter av svenska gördelmaskar, samt för forskning på eventuella skillnader i ekologiska egenskaper för kryptiska arter inom artkomplex.

4.5. Gamla miljöprover

Det finns en uttalad önskan bland utövare av miljöövervakning att med streckkodsmetoder få ut artinformation från äldre prover av smådjur (t.ex. plankton, bottenfauna, insekter från Malaisfällor). Tyvärr har detta visat sig vara svårt. Anledningen är att DNA bryts ner med tiden, och särskilt hög temperatur och för mycket vatten (i t.ex. en spritblandning) påskyndar detta. Forskning på sekvensering av fragmenterat DNA pågår på flera håll, och idag finns nya, men mer avancerade metoder för gammalt DNA (Ancient DNA). Teknikerna blir allt vanligare inom arkeologi och naturhistorisk forskning på gammal biologiskt vävnad, vilket t.o.m. lett till att mindre eller större delar av genom har kunnat kartläggas (se t.ex. Burrell et al 2014; Yeates et al. in press). För gamla prover med blandat material av flera arter, borde identifiering med hjälp av minibarkoder kunna bli möjlig. Försök har också gjorts med att utvinna genetisk information även ur formalin-prover, men detta är inte trivialt och kräver ytterligare metodutveckling (Hykin et al. 2015).

Jag föreslår att Naturvårdsverket ger möjlighet till stöd för särskild metodutveckling för identifikation av arter i historiska miljöprover med låg DNA-kvalitet, antingen med hjälp av mini-streckkoder eller mer avancerade teknik på genomnivå.

5. Tack

Jag vill tacka Mårten Klinth för hjälp med framtagande av detaljer i artlistan samt för redaktionell hjälp med utformningen av densamma. Han, liksom Svante Martinsson, har också gett värdefulla tips och synpunkter på texten. Jag uppskattar också konstruktiva kommentarer från Gunilla Ejdung och Ola Inghe (Naturvårdsverket) i samband med min slutredigering av rapporten.

6. Litteraturreferenser

- Aston, R.J. 1973. Tubificids and water quality. *Environmental Pollution* 5:1-10.
- Beauchamp, K.A., Kathman, R.D., McDowell, T.S. & Hedrick, R.P. 2001. Molecular phylogeny of tubificid oligochaetes with special emphasis on *Tubifex tubifex* (Tubificidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 19: 216-224.
- Hedrick, R.P. 2002. Prevalence and susceptibility of infection to *Myxobolus cerebralis*, and genetic differences among populations of *Tubifex tubifex*. *Diseases of Aquatic Organisms* 51: 113-121.
- Behrend, R.D.L., Takeda, A.M., Gomes, L.C. & Fernandes, S.E.P. 2012. Using Oligochaeta assemblages as an indicator of environmental changes. *Brazilian Journal of Biology* 72: 873-884.
- Bienert, F., De Danieli, S., Miquel, C., Coissac, E., Poillot, C., Brun, J.-J. & Taberlet, P. 2012. Tracking earthworm communities from soil DNA. *Molecular Ecology* 21: 2017-2030.
- Bourlat, S.J., Haenel, Q., Finnman, J. & Leray, M. 2016. Metabarcoding of marine eukaryotes: Illumina Mi-Seq library preparation using fusion primer methods. In: Bourlat SJ (Ed.), *Marine genomics - Methods and protocols*. Springer, New York.
- Csuzdi, C., Chang, C.-H., Pavlíček, T., Szederjesi, T., Esopi, D. & Szilávecz, K. 2017. Molecular phylogeny and systematics of native North American lumbricid earthworms (Clitellata: Megadrili). *PLoS ONE* 12(8):e0181504.
- Curry, C.J., Gibson, J.F., Shokralla, S., Hajibabaei, M., & Baird, D.J. 2018. Identifying North American freshwater invertebrates using DNA barcodes: are existing COI sequence libraries fit for purpose? *Freshwater Science* 37: 178-189.
- Decaëns, T., Porco, D., James, S.J., Brown, G.G., Chassany, V., Dubs, F., Dupont, L., Lapied, E., Rougerie, R., Rossi, J.-P. & Roy, V. 2016. DNA barcoding reveals diversity patterns of earthworm communities in remote tropical forests of French Guiana. *Soil Biology & Biochemistry* 92: 171-183.
- De Querioz, K. 2007. Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology* 56: 879-886.
- Didden, W. & Römbke, J. 2001. Enchytraeids as indicator organisms for chemical stress in terrestrial ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 50: 25-43.
- Epp L. S., Boessenkool, S., Bellemain, E., Haile, J., Esposito, A., Riaz, T., Erséus, C., Gusarov, V., Edwards, M. E., Johnsen, A., Stenoien, H. K., Hassel, K., Kauserud, H., Yoccoz, N. G., Bråthen, K. A., Willerslev, E., Taberlet, P.,

- Coissac E. & Brochmann, C. 2012. New environmental metabarcodes for analysing soil DNA: potential for study in past and present ecosystems. *Molecular Ecology* 21(8): 1821-1833.
- Erséus, C., Omodeo, P. & Rota, E. 1994. First records of the allochthonous species *Dichogaster saliens* and *D. bolaii* (Oligochaeta: Octochaetidae) from Sweden. *Megadrilogica* 6(2):17-20.
- Erséus, C. 1995. Daggmaskar i badrum - nya inslag i faunan. *Fauna och Flora*, Stockholm 90: 34-39.
- Erséus, C. 2005. *Haplotaxis gordioides* – oväntat fynd i Sverige av en sällsynt ringmask. *Fauna och Flora* 100: 42-43.
- Erséus, C., Wetzel, M. J. & Gustavsson, L. 2008. ICZN rules – a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Zootaxa* 1744: 66-68.
- Erséus, C., Rota, E., Timm, T., Grimm, R., Healy, B. & Lundberg, S. 2005. Riverine and riparian clitellates of three drainages in southern Sweden. *Annales de Limnologie* 41: 183-194.
- Franzén, Å. 1962. Notes on the morphology and histology of *Xironogiton instabilis* (Moore 1893) (Fam. Branchiobdellidae) with special reference to the muscle cells. *Zoologiska Bidrag från Uppsala* 35: 369–383.
- Gelder, S.R. 1999. Zoogeography of branchiobdellidans (Annelida) and temnocephalans (Platyhelminthes) ectosymbiotic on freshwater crustaceans, and their reactions to one another in vitro. *Hydrobiologia* 406: 21–31.
- Goldberg, C.S., Pilliod, D.S., Arkle, R.S., Waits, L.P. 2011. Molecular detection of vertebrates in stream water: A demonstration using Rocky Mountain Tailed Frogs and Idaho Giant Salamanders. *PLoS ONE* 6(7): e22746.
- Goodnight, C.J., & Whitley, L.S. 1960. Oligochaetes as indicators of pollution. *Proceedings of the 15th annual Waste Conference*, Purdue University: 139-142.
- Graefe, U. & Schmelz, R.M. 1999. Indicator values, strategy types and life forms of terrestrial Enchytraeidae and other microannelids. *Newsletter on Enchytraeidae* 6: 59-67.
- Haenel, Q., Holovachov, O., Jondelius, U., Sundberg, P., & Bourlat, S. J. 2017. NGS-based biodiversity and community structure analysis of meiofaunal eukaryotes in shell sand from Hållö island, Smögen, and soft mud from Gullmarn Fjord, Sweden. *Biodiversity Data Journal* 5:e12731. <http://doi.org/10.3897/BDJ.5.e12731>
- Hykin, S.M., Be, K., & McGuire, J.A. 2015. Fixing formalin: a method to recover genomic scale DNA sequence data from formalin-fixed museum specimens using high-throughput sequencing. *PLoS ONE* 10(10): e041479.

- James, S.W., Porco, D., Decaëns, T., Richard, B., Rougerie, R. & Erséus, C. 2010. DNA Barcoding reveals cryptic diversity in *Lumbricus terrestris* L., 1758 (Clitellata): resurrection of *L. herculeus* (Savigny, 1826). PLoS ONE 5 (12): e15629.
- Johnson, R.K., Wiederholm, T. & Rosenberg, D.M. 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (eds), Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall.
- Julin, E.R. 1950. De svenska dagmaskarterna. Arkiv för Zoologi, Uppsala 42 (17): 1-58.
- Jänsch, S., Römbke, J. & Didden, W. 2005. The use of enchytraeids in ecological soil classification and assessment concepts. Ecotoxicology and Environmental Safety 62: 266-277.
- Klinth, M.J, Martinsson, S. & Erséus, C. 2017. Phylogeny and species delimitation of North European *Lumbricillus* (Clitellata, Enchytraeidae). Zoologica Scripta 46: 96-110.
- Korbel, K., Chariton, A., Stephenson, S., Greenfield, P. & Grant C. Hose, G.C. 2017. Wells provide a distorted view of life in the aquifer: implications for sampling, monitoring and assessment of groundwater. Scientific Reports 7:40702.
- Kvist, S., Sarkar, I. N. & Erséus, C. 2010. Genetic variation and phylogeny of the cosmopolitan marine genus *Tubificoides* (Annelida: Clitellata: Naididae: Tubificinae). Molecular Phylogenetics and Evolution 57: 687-702.
- Lafont, M. 1984. Oligochaete communities as biological descriptors of pollution in the fine sediments of rivers. Hydrobiologia 115: 127-129.
- Lafont, M., Juget, J. & Rofes, G. 1984. Un indice biologique lacustre basé sur l'examen des oligochètes. Revue des Sciences de l'Eau 4: 253-268.
- Lagerlöf, J., Goffre, B. & Vincent, C. 2002. The importance of field boundaries for earthworms (Lumbricidae) in the Swedish agricultural landscape. Agriculture, Ecosystems & Environment 89: 91-103.
- Lagerlöf, J., Pålsson, O. & Arvidsson, J. 2012. Earthworms influenced by reduced tillage, conventional tillage and energy forest in Swedish agricultural field experiments. Acta Agriculturae Scandinavica, Sect B – Soil & Plant Science 62: 235-244.
- Lofs-Holmin, A. 1982. Influence of agricultural practices on earthworms (Lumbricidae). Acta Agriculturae Scandinavica 33: 225-234.
- Lofs-Holmin, A. 1986. Occurrence of eleven earthworm species (Lumbricidae) in permanent pastures in relation to soil-pH. Swedish Journal of Agricultural Research 16: 161-165.

- Lang, C. 1978. Factorial correspondence analysis of Oligochaeta communities according to eutrophication level. *Hydrobiologia* 57: 241-247.
- Lang, C. & Reymond, O. 1996. Empirical relationships between oligochaetes, phosphorus and organic deposition during the recovery of Lake Geneva from eutrophication. *Archiv für Hydrobiologie* 136: 237–245.
- Leray, M., Meyer, C.P., Mills, S.C., Agudela, N., Ranwez, V., Boehm, J.T. & Machida, R.J. 2013. A new versatile primer set targeting a short fragment of the mitochondrial COI region for metabarcoding metazoan diversity: application for characterizing coral reef fish gut contents. *Frontiers in Zoology* 10:34.
- Liu, Y.K. & Erséus, C. 2017. New specific primers for amplication of the ITS region in Clitellata (Annelida). *Ecology and Evolution* 7: 10421-10439.
- Liu, Y. K., Fend, S. V., Martinsson, S. & Erséus, C. 2017. Extensive cryptic diversity in the cosmopolitan sludge worm *Limnodrilus hoffmeisteri* (Clitellata, Naididae). *Organisms Diversity and Evolution* 17: 477-495
- Lyrholm, T. 2009. DNA-baserade metoder för taxonomisk bestämning ('DNA barcoding'): Potentiella tillämpningar för effektivare miljöövervakning" (reviderad version). PM från Naturhistoriska riksmuseet (Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie) 2009:2. 45 sidor.
- Martin, P., Martinez-Ansemil, E., Pinder, A., Timm, T. & Wetzel, M.J. 2008. Global diversity of oligochaetous clitellates ("Oligochaeta"; Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 117-127.
- Martinsson, S., & Erséus, C. 2014. Cryptic diversity in the well-studied terrestrial worm *Cognettia sphagnetorum* (Clitellata: Enchytraeidae). *Pedobiologia* 57: 27-35
- Martinsson, S., Rota, E., & Erséus, C. 2015a. Revision of *Cognettia* (Clitellata, Enchytraeidae): re-establishment of *Chamaedrillus* and description of cryptic species in the *sphagnetorum* complex. *Systematics and Biodiversity* 13: 257-277
- Martinsson, S., Rota, E., & Erséus, C. 2015b. On the identity of *Chamaedrillus glandulosus* (Michaelsen, 1888) (Clitellata, Enchytraeidae), with the description of a new species. *ZooKeys* 501: 1-14 (doi: 10.3897/zookeys.501.9279)
- Martinsson, S., Rhodin, C. & Erséus, C. 2017. Barcoding gap, but no support for cryptic speciation in the earthworm *Aporrectodea longa* (Clitellata: Lumbricidae). *Mitochondrial DNA* 28: 147-155.
- Martinsson, S., & Erséus, C. 2017. Cryptic speciation and limited hybridisation within *Lumbricus* earthworms (Clitellata: Lumbricidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 106: 18-27.

- Milbrink, G. 1973. On the use of indicator communities of Tubificidae and some Lumbriculidae in the assessment of water pollution in Swedish Lakes. *Zoon* 1: 125-139.
- Milbrink, G. 1983. An environmental index based on the relative abundance of oligochaete species. *Hydrobiologia* 102: 89-97.
- Milbrink, G. 1999. Distribution and dispersal capacity of the Ponto-Caspian tubificid oligochaete *Potamothrix heuscheri* (Bretscher, 1900) in Scandinavia. *Hydrobiologia* 406: 133-142.
- Milbrink, G. & Timm, T. 2001. Distribution and dispersal capacity of the Ponto-Caspian tubificid oligochaete *Potamothrix moldaviensis* Vejdovský & Mrázek, 1903 in the Baltic Sea region. *Hydrobiologia* 463: 93-102.
- Milbrink, G., Timm, T. & Lundberg, S. 2001. Indicative profundal oligochaete assemblages in selected small Swedish lakes. *Hydrobiologia* 468: 53-61.
- Nijboer, R.C., Wetzel, M.J & Verdonchot, P.F.M. 2004. Diversity and distribution of Tubificidae, Naididae and Lumbriculidae (Annelida: Oligochaeta) in the Netherlands: an evaluation of twenty years of monitoring data. *Hydrobiologia* 520: 127-141.
- Plytycz, B., Bigaj, J., Osikowski, A., Hofman, S. & Falniowski, A., Panz, T., Grzmil, P. & Vanderbulcke, F. 2018. The existence of fertile hybrids of closely related model earthworm species, *Eisenia andrei* and *E. fetida*. *PLoS ONE* 13(1): e0191711.
- Prantoni, A. L, Belmonte-Lopes, R, Lana, P. C. & Erséus, C. Under tryckning. Genetic diversity of marine oligochaetous clitellates in selected areas of the Southern Atlantic as revealed by DNA barcoding. *Invertebrate Systematics*.
- Ratnasingham, S. & Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes* 7, 355-364.
- Ratnasingham, S. & Hebert, P.D.N. (2013) A DNA-Based Registry for All Animal Species: The Barcode Index Number (BIN) System. *PLoS ONE* 8(8): e66213.
- Rota, E., Caruso, T., Monaci, F., Baldatoni, D., De Nicola, F., Iovieno, P. & Bargali, R. 2013. Effects of soil pollutants, biochemistry communities in urban and suburban holm oak stands. *Environmental Pollution* 179: 268-276.
- Rota, E., Caruso, T. & Bargali, R. 2014. Community structure, diversity and spatial organization of enchytraeids in Mediterranean urban holm oak stands. *European Journal of Soil Biology* 62: 83-91.
- Rota, E. & Erséus, C. 1997. First record of *Dendrobaena attemsi* (Michaelsen) (Oligochaeta, Lumbriculidae) in Scandinavia, with a critical review of its morphological

- variation, taxonomic relationships and geographical range. *Annales zoologici fennici* 34: 89-104.
- Römbke, J., Aira, M., Backeljau, T., Breugelmans, K., Domínguez, J., Funke, E., Graf, N., Hajibabaei, M., Pérez-Losada, M., Porto, P.G, Schmelz, R.M., Vierna, J., Vizcaíno, A., & Pfenninger, M. 2016. DNA barcoding of earthworms (*Eisenia fetida/andrei* complex) from 28 ecotoxicological test laboratories. *Applied Soil Ecology* 104: 3-11.
- Römbke, J., Jänsch, S. & Didden, W. 2005. The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 62: 245-265.
- Schoch, C. L., Robbertse, B., Robert, V., Vu, D., Cardinali, G., Irinyi, L.,... Federhen, S. (totalt 97 författare) 2014. Finding needles in haystacks: Linking scientific names, reference specimens and molecular data for Fungi. *Database* 2014: 1–21.
- Stöp-Bowitz, C. 1969. A contribution to our knowledge of the systematics and zoogeography of Norwegian earthworms (Annelida Oligochaeta: Lumbricidae). *Nytt Magasin for Zoologi* 17:169-280.
- Takahara, T., Minamoto, T., Yamanaka, H., Doi, H. & Kawabata, Z. 2012. Estimation of fish biomass using environmental DNA. *PLoS ONE* 7(4): e35868.
doi:10.1371/journal.pone.0035868
- Verdonschot, P. 1989. The role of oligochaetes in the management of waters. *Hydrobiologia* 180: 213-227.
- Vivien, R., Holzmann, M., Werner, I., Pawlowski, J., Lafont, M., & Ferrari, B.J.D. 2017. Cytochrome c oxidase barcodes for aquatic oligochaete identification: development of a Swiss reference database. *PeerJ* 5:e4122 .
- Vivien, R., Wyler, S., Lafont, M. & Pawlowski, J. 2015. Molecular barcoding of aquatic oligochaetes: implications for biomonitoring. *PLoS ONE* 10(4):e0125485.
- Vörös, J., Márton, O., Schmidt, B.R., Gál, J.T. & Jelić, D. 2017. Surveying Europe's only cave-dwelling chordate species (*Proteus anguinus*) using environmental DNA. *PLoS ONE* 12(1):e0170945.
- Wiederholm, T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. *Journal of Water Pollution Control Federation* 52: 537-547.
- Yeates, D.K., Zwick, A. & Mikheyev, A.S. 2016. Museums are biobanks: unlocking the genetic potential of the three billion specimens in the world's biological collections. *Current Opinion in Insect Science* 18: 1-6.

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
Tabell 1. Skandinaviska gördelmaskar (Annelida, Clitellata) - preliminär artlista (Christer Erséus, december 2017)												
<i>Blåmarkerade arter har rapporterats i litteraturen, men är ännu inte säkert knutna till någon av de arter som vi har streckkodat</i>												
Acanthobdellida (1 art) - borstiglar												
<i>Acanthobdella peledina</i> Grube, 1851	1	1	1	1					1			parasit på laxfiskar
Benhamiidae (2 arter) - exotisk daggmaskfamilj												
<i>Dichogaster bolau</i> (Michaelsen, 1891) - badrumsmask	1	1		1	1	1		1				införd, i avlopp, ej funnen i naturen, harmlös
<i>Dichogaster saliens</i> (Beddard, 1893) - badrumsmask	1	1						1				införd i avlopp, ej funnen i naturen, harmlös
Branchiobdellida (2 arter) - kräftmaskar												
<i>Branchiobdella parasita</i> Henle, 1835	1	1			1				1			på flodkräfta

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Xironogiton victoriensis</i> Gelder & Hall, 1990	1	1		1		1			1			på signalkräfta
Enchytraeidae (289-302 spp) - småringmaskar												
<i>Achaeta aberrans</i> Nielsen & Christensen, 1961	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta affinis</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta bibulba</i> Graefe, 1989	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta bifollicula</i> Chalupsky, 1992	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta cf bohemia</i> (Vejdovsky, 1879)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta cf brevivasa</i> Graefe, 1980	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Achaeta cf bulbosa</i> Nielsen & Christensen, 1961 [ROMA]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Achaeta camerani</i> (Cognetti, 1899)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta cf danica</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Achaeta cf eiseni</i> Vejdovský, 1878	1	1				1		1				
<i>Achaeta iberica</i> Graefe, 1989	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Achaeta unibulba</i> Graefe, Dózsa-Farkas & Christensen, 2005	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Achaeta</i> sp A ["Öland"]	1	1		1		1		1				
<i>Achaeta</i> sp B [SEAT]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Achaeta</i> sp C [CRica1]	1	1		1		1		1				funnen i växthus, införd med växter från Costa Rica?
<i>Achaeta</i> sp D [CRica2]	1	1				1		1				funnen i växthus, införd med växter från Costa Rica?
<i>Achaeta</i> sp E [sp 2]	1	1		1		1		1				
<i>Achaeta</i> sp F [AA]	1		1	1	1	1		1				
<i>Achaeta</i> sp G [NEWEST]	1	1		1	1	1		1				
<i>Achaeta</i> sp H [Lisas]	1	1		1		1				1		
<i>Achaeta</i> sp I [ROBERT]	1	1		1	1	1		1				
<i>Bryodrilus divarticulatus</i> Cernovsikov, 1929	1		1	1	1	1		1				
<i>Bryodrilus ehlersi</i> Ude, 1892	1	1				1	1	1				
<i>Bryodrilus librus</i> (Nielsen & Christ., 1959) = parvus Nurm, 1970	1	1	1	1	1	1		1				

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Buchholzia fallax</i> Michaelsen, 1887 [fallax 3]	1		1	1	1			1				
<i>Cernosvitoviella aggtelekiensis</i> Dozsa-Farkas, 1970	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Cernosvitoviella ampullax</i> Klungland & Abrahamsen, 1981	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosv. cf atrata</i> (Bretscher, 1903)(= <i>C. goodhui</i> Healy,1975?)	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Cernosvitoviella bulboducta</i> Martinez-Ansemil & Collado, 1996	1		1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella crassoductus</i> Dózsa-Farkas, 1990	1		1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella immota</i> (Knöllner, 1935)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Cernosvitoviella</i> sp A [nr immota]	1		1	1	1	1				1		
<i>Cernosvitoviella microtheca</i> Rota & Healy, 1999	1	1	1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella minor</i> Dózsa-Farkas, 1990	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Cernosvitoviella pusilla</i> Nurminen, 1973	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp B [VISNUM]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp C [SPM1]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp D [SOR]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp E [NYMO]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp F [sp Z]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp G [KJAER]	1	1	1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp H [MYRK]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp J [SKO]	1		1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp K [FINN]	1		1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp L [JOLS]	1		1	1	1	1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp M [TONN]	1		1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp N [sp YY]	1	1	1	1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp O[VSIPP]	1	1		1		1			1			
<i>Cernosvitoviella</i> sp P [OE1]	1	1		1		1					1	i källor
<i>Cernosvitoviella</i> sp Q[NTNU]	1		1	1		1				1		

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Cernovitoviella</i> sp R[KARL]	1	1		1		1			1			
<i>Chamaedrillus chalupskyi</i> Martinsson, Rota & Erséus, 2014	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Chamaedrillus chlorophilus</i> Friend, 1913	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Chamaedrillus cognettii</i> (Issel, 1905)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Chamaedrillus glandulosus</i> (Michaelsen, 1888)	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Chamaedrillus lapponicus</i> (Nurminen, 1965)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Chamaedrillus pseudosphagnetorum</i> Mart., Rota & Erséus, 2014	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Chamaedrillus sphagnetorum</i> (Vejdovsky, 1878)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Chamaedrillus varisetosus</i> Martinsson, Rota & Erséus, 2014	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Chamaedrillus</i> sp A [FROG]	1	1	1	1		1			1			
<i>Claparedrilus semifuscoides</i> Klinth, Rota & Erséus, 2017	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Enchytraeus albidus</i> Henle, 1837 (s.str.)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus "albidus</i> D" (annan art)	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Enchytraeus moebii</i> (Michaelsen, 1885)	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879 (s.str.)? [RU]	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> A" [A2] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> B" [nr clav] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> C" [milky] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> D" [VEST] (annan art)	1		1	1				1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> E" [RANA] (annan art)	1	1	1	1		1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> F" [GOTL] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> G" [STROM] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> H" [MO] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> I" [smallstiff] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> J" [TAPER] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> K" [JAMT] (annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus "buchholzi</i> L" [CRpot] (annan art)	1	1		1		1		1				funnen i växthus, känd också från en grotta i Italien

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Enchytraeus "buchholzi" M" [IB] (annan art)</i>	1		1	1				1				
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1		1	1	1	1	1				
<i>E. christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1992 (form A, tidigare = <i>minutus</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus christenseni</i> (form B; annan art)	1	1		1		1		1				
<i>Enchytraeus coronatus</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus dicaetus</i> Schmelz & Collado, 2010	1		1	1		1		1				
<i>Enchytraeus</i> nr <i>dudichi</i> Dózsa-Farkas, 1995 (men troligen egen art)	1	1		1		1		1				
<i>Enchytraeus lacteus</i> Nielsen & Christensen, 1961 (form A)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus lacteus</i> (form B; annan art)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytraeus norvegicus</i> Abrahamsen, 1968	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytraeus</i> sp A [SOL]	1	1		1		1		1				
<i>Enchytraeus</i> sp B [TOMM]	1	1		1				1				
<i>Enchytraeus</i> sp C [2 lateral]	1	1		1		1		1				funnen i växthus, införd med växter från Costa Rica?
<i>Enchytraeus</i> sp D [CR111]	1	1		1		1		1				funnen i växthus, införd med växter från Costa Rica?
<i>Enchytronia christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1970	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia clavata</i> (Nielsen & Christensen, 1959)	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Enchytronia filiformis</i> (Nielsen & Christensen, 1959)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytronia</i> nr <i>minutissima</i> (Healy, 1975)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Enchytronia parva</i> Nielsen & Christensen, 1959 [L1]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Enchytronia parva</i> [L2/AC; annan art]	1	1	1	1	1	1	1	1				kallas L2 i BOLD-databasen
<i>Enchytronia parva</i> [L3/D; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L3 i BOLD-databasen
<i>Enchytronia parva</i> [L5; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L5 i BOLD-databasen
<i>Enchytronia parva</i> [form B/KDFsp1; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia parva</i> [form E; annan art]	1	1		1	1			1				
<i>Enchytronia parva</i> [form F; annan art]	1	1		1	1	1		1				
<i>Enchytronia parva</i> [form H; annan art]	1		1	1		1		1				

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Enchytronia parva</i> [form I; annan art]	1		1	1				1				
<i>Enchytronia parva</i> [form J/OST; annan art]	1		1	1		1		1				
<i>Enchytronia simillima</i> (Niels. & Christ., 1959) (form A)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia simillima</i> (Niels. & Christ., 1959) (form B; annan art)	1	1	1	1		1		1				
<i>Enchytronia sp A</i> [SIR]	1		1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia sp B</i> [ADHER]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia sp C</i> [josef]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Enchytronia sp D</i> [RAMM]	1	1		1		1		1				
<i>Enchytronia sp E</i> [stiff]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia auritoides</i> Schmelz, 2003	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia benti</i> Schmelz, 2002	1	1	1	1		1	1	1				
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884) [L1]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884) [L2; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L2 i BOLD-databasen
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884) [form A/SON; annan art]	1		1	1	1	1		1				
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884) [form B/ESPA; annan art]	1		1	1		1		1				
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia christeri</i> Rota & Healy, 1999 [form A; L1 + L2]	1	1	1	1	1	1	1	1				kallas L1 eller L2 i BOLD-databasen
<i>Fridericia christeri</i> [form B; annan art]	1	1	1	1		1		1				
<i>Fridericia connata</i> Bretscher, 1902 [L1]	1		1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia connata</i> Bretscher, 1902 [L2; annan art]	1	1	1	1	1	1	1	1				kallas L2 i BOLD-databasen
<i>Fridericia nr cylindrica</i> Springett, 1971	1		1	1		1		1				
<i>Fridericia deformis</i> Möller, 1971 [L1]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia eiseni</i> Dózsa-Farkas, 2005 [sensu ENKDF]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia eiseni</i> [enligt andra BOLD-data]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843) [L1]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia galba</i> [L2; annan art]	1	1		1	1	1		1				kallas L2 i BOLD-databasen

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Fridericia galba</i> [form A; annan art]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia galba</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia galba</i> [form C; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia galba</i> [form D/TOR; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia galba</i> [form F; annan art]	1	1		1	1			1				
<i>Fridericia isseli</i> Rota, 1994	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Fridericia lenta</i> Schmelz, 2003 [=F. leydigi (Vejdovský, 1878)?]	1	1	1	1		1		1				
<i>Fridericia cf maculatiformis</i> Dózsa-Farkas, 1972	1	1	1	1		1		1				
<i>Fridericia magna</i> Friend, 1899	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia nemoralis</i> Nurminen, 1970	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia parathalassia</i> Schmelz, 2002 (= F. callosa)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia paroniana</i> Issel, 1904 [L1]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia paroniana</i> [L2; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L2 i BOLD-databasen
<i>Fridericia perrieri</i> (Vejdovský, 1878) [form A]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia perrieri</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia ratzeli</i> Eisen, 1872	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia cf renatae</i> Möller, 1971	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia sohlenii</i> Rota, Healy & Erséus, 1998	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia striata</i> (Levinsen, 1884) [L1]	1	1	1	1	1	1	1	1				kallas L1 i BOLD-databasen
<i>Fridericia striata</i> (Levinsen, 1884) [L2; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				kallas L2 i BOLD-databasen
<i>Fridericia sylvatica</i> Healy, 1979	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia tuberosa</i> Rota, 1995	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Fridericia ulrikae</i> Rota & Healy, 1999	1	1	1	1	1			1				
<i>Fridericia cf vixdiverticulata</i> Sesma & Dózsa-Farkas, 1993	1	1	1	1		1		1				
<i>Fridericia waldenstroemi</i> Rota & Healy, 1999	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Fridericia sp A</i> [TIM]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Fridericia sp B</i> [NARVIK]	1		1	1		1		1				

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Fridericia sp C</i> [NAVE]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp D</i> [STORAN]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp E</i> [sp3, Öland; nr semisetosa?]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp F</i> [SIBB]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp G</i> [PALI]	1	1		1				1				
<i>Fridericia sp H</i> [KIR]	1	1	1	1		1		1				
<i>Fridericia sp I</i> [SVAN1]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp J</i> [GULD]	1	1		1	1			1				
<i>Fridericia sp K</i> [IQUE]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp L</i> [LUNDBERG-A]	1	1		1		1		1				
<i>Fridericia sp M</i> [LUNDBERG-B]	1	1				1		1				
<i>Fridericia sp N</i> [KAISE]	1	1		1				1				
<i>Fridericia bretscheri</i> Southern, 1907 (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia bulbosa</i> (Rosa, 1887) (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia gracilis</i> von Bülow, 1957 (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia hegemon</i> (Vejdovský, 1878) (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia miraflores</i> Sesma & Dózsa-Farkas, 1972 (ev bl spp A-N ovan)												
<i>Fridericia paranemoralis</i> Dózsa-Farkas, 1982 (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia polychaeta</i> Bretscher, 1900 (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia singula</i> Nielsen & Christensen 1961 (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Fridericia uniampullata</i> (Backlund, 1946) (ev bland spp A-N ovan)												
<i>Globulidrilus riparius</i> (Bretscher, 1899) [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Globulidrilus riparius</i> [form C; annan art]	1	1	1	1		1			1			
<i>Globulidrilus riparius</i> [form D; annan art]	1	1	1	1		1			1			
<i>Globulidrilus riparius</i> [form F; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Globulidrilus riparius</i> [form G; annan art]	1		1	1					1			

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Globulidrilus riparius</i> [form H; annan art]	1		1	1		1			1			
<i>Grania maricola</i> Southern, 1909	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Grania occulta</i> De Wit & Erséus, 2010	1	1		1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Grania ovithea</i> Erséus, 1977	1	1	1	1	1	1	1			1		littoral eller sublittoral, enda Grania sp i Östersjön
<i>Grania postclitellochaeta</i> (Knöllner, 1935)	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Grania pusilla</i> Erséus, 1974	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Grania variochaeta</i> Erséus & Lasserre, 1976	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Grania vikinga</i> Rota & Erséus, 2003	1	1	1	1	1	1				1		sublittoral
<i>Grania</i> sp C [koster]	1	1		1	1					1		sublittoral
<i>Hemifridericia parva</i> Nielsen & Christensen, 1959 [form A]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Hemifridericia parva</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Henlea cf andreae</i> Rodriguez & Giani, 1986	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Henlea glandulifera</i> Nurminen, 1970 [form A]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Henlea glandulifera</i> [form B; annan art]	1		1	1	1	1		1				
<i>Henlea heleotropha</i> Stephenson, 1922	1		1	1	1	1		1				
<i>Henlea montana</i> Rota, 1994	1		1	1	1	1		1				
<i>Henlea nasuta</i> (Eisen, 1878) [form A]	1	1		1	1	1	1	1				
<i>Henlea nasuta</i> [form B; annan art]	1	1	1	1		1		1				
<i>Henlea perpusilla</i> Friend, 1911	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Henlea</i> sp A [nr perp]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Henlea</i> sp B [OLAN]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Henlea similis</i> Nielsen & Christensen, 1959 (ev bland de 2 sistnämnda)												
<i>Lumbricillus algensis</i> Erséus, 1977	1	1								1		
<i>Lumbricillus arenarius</i> (Michaelsen, 1889)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus buelowi</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus dubius</i> (Stephenson, 1911)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus fennicus</i> Nurminen, 1964	1	1	1	1	1	1	1			1		

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Lumbricillus kaloensis</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus knoellneri</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus latithecatus</i> Klinth, Rota & Erséus, 2017	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus lineatus</i> (Müller, 1774)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus pagenstecheri</i> (Ratzel, 1869) [form A]	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus pagenstecheri</i> [form B; annan art]	1		1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus pagenstecheri</i> [form C; annan art]	1		1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus pagenstecheri</i> [form D; annan art]	1		1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus rivalis</i> Levinsen, 1883	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus rubidus</i> Finogenova & Streltsov, 1978	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus rutilis</i> Welch, 1914	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus scandicus</i> Klinth, Rota & Erséus, 2017	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus tuba</i> Stephenson, 1911	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus verrucosus</i> (Claparède, 1861)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus viridis</i> Stephenson, 1911	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus sp B</i> [BIF]	1		1	1						1		
<i>Lumbricillus sp C</i> [CIG]	1		1	1	1	1				1		
<i>Lumbricillus sp H</i> [GARD]	1		1	1	1	1	1			1		
<i>Lumbricillus sp I</i> [NORD]	1		1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp J</i> [NORB]	1		1	1	1					1		
<i>Lumbricillus sp K</i> [SIMA]	1		1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp L</i> [ESP]	1	1	1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp M</i> [DAGA]	1		1	1						1		
<i>Lumbricillus sp N</i> [AGDA]	1		1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp O</i> [SKATE]	1		1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp P</i> [SULA]	1		1	1		1				1		
<i>Lumbricillus sp Q</i> [BOLD2]	1		1	1		1				1		

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Marionina aporus</i> (Stephenson, 1922)	1		1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> (Michaelson, 1889) [form B]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Marionina argentea</i> [form A, annan art]	1		1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form C, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form D, annan art]	1		1	1		1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form E, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form F, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form G, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form H, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina argentea</i> [form I, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina communis</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Marionina deminuta</i> Rota, 2013	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina glandulifera</i> (Jansson, 1960)	1	1	1	1		1				1		littoral
<i>Marionina mendax</i> Rota, 2013 [form A]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina mendax</i> [form B, annan art]	1	1	1	1		1			1			
<i>Marionina mendax</i> [form C, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina mendax</i> [form D, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina mendax</i> [form E, annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina mimula</i> Rota, 2013	1	1	1	1		1			1			
<i>Marionina notachaeta</i> Matamoros, Rota & Erséus, 2012	1	1		1	1	1	1			1		
<i>Marionina sjaelandica</i> Nielsen & Christensen, 1961	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Marionina southerni</i> (Cernosvitov, 1937)	1	1	1	1	1	1	1			1		även limnisk och i sötvattenskällor
<i>Marionina spicula</i> (Leuckart, 1847) [form A/X]	1	1	1	1		1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form B/NORTH; annan art]	1		1	1	1	1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form C; annan art]	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Marionina spicula</i> [form D/BOF; annan art]	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form E/OWN; annan art]	1	1	1	1		1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form F/NOR; annan art]	1		1	1		1				1		

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Marionina spicula</i> [form G/PVC; annan art]	1	1		1	1	1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form H/KOST; annan art]	1	1		1		1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form I/RIS; annan art]	1		1	1		1				1		
<i>Marionina spicula</i> [form J/ROLV; annan art]	1		1	1						1		
<i>Marionina sublitoralis</i> Erséus, 1976 [form A]	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Marionina subterranea</i> (Knöllner, 1935)	1	1		1		1				1		
<i>Marionina</i> sp A [TROMS]	1		1	1		1				1		
<i>Marionina</i> sp B [SPIC]	1		1	1	1	1				1		
<i>Marionina</i> sp C [TJELD]	1		1	1	1	1				1		
<i>Marionina</i> sp D [GRE1]	1		1	1		1		1				
<i>Marionina</i> sp E [GRE2]	1		1	1		1		1				
<i>Marionina</i> sp F [RTY]	1	1		1		1		1				
<i>Marionina</i> sp G [INGAL]	1	1		1	1			1				
<i>Marionina</i> sp H [FROSON]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Marionina</i> sp I [TWO]	1	1		1	1	1		1				
<i>Marionina</i> sp J [slender]	1	1		1		1		1				
<i>Marionina</i> sp K [KVENNE]	1	1				1			1			
<i>Marionina libra</i> Nielsen & Christensen, 1959 (ev bl de sistnämnda)												
<i>M. preclitellochaeta</i> Niels. & Christens., 1963 (ev bl de sistnämnda)												
<i>Mesenchytraeus armatus</i> (Levinsen, 1884) [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			även terrestrisk
<i>Mesenchytraeus armatus</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			även terrestrisk
<i>Mesenchytraeus armatus</i> [form C; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			även terrestrisk
<i>Mesenchytraeus beumeri</i> (Michaelsen, 1886)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Mesenchytraeus flavus</i> (Levinsen, 1884)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Mesenchytraeus glandulosus</i> (Levinsen, 1884)	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Mesenchytraeus pelicensis</i> Issel, 1905	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Oconnorella cambrensis</i> (O'Connor, 1963)	1	1	1	1	1	1	1	1				

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Oconnorella tubifera</i> (Nielsen & Christensen, 1959)	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Stercutus niveus</i> Michaelsen, 1888 [form A/H]	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Stercutus niveus</i> [form B; annan art]	1	1		1	1	1		1				
<i>Stercutus niveus</i> [form C/E; annan art]	1	1	1	1	1	1		1				
<i>Stercutus niveus</i> [form D; annan art]	1	1		1	1			1				
<i>Stercutus niveus</i> [form F; annan art]	1		1	1	1			1				
<i>Stercutus niveus</i> [form I; annan art]	1		1	1	1			1				
Enchytraeidae gen. sp. [BNBN; en asexuell art?] okänt släkte	1	1		1	1	1		1				
Haplotaxidae (1 art) - haplotaxider												
<i>Haplotaxis gordioides</i> (Hartmann, 1821)	1	1		1		1					1	i utsipprande grundvatten, bara 1 känd lokal i Sverige
Hirudinida (=Hirudinea, eller Euhirudinea) (32 arter) - iglar												
<i>Alboglossiphonia papillosa</i> (Braun, 1805) = <i>A. heteroclita</i> (L., 1761) - broskigel	1	1	1	1	1				1			kallas ibland snäckbroskigel
<i>Batracobdella paludosa</i> (Carena, 1824) - broskigel	1	1	1	1	1				1			
<i>Boreobdella verrucata</i> (Müller, 1844) - broskigel	1	1	1	1	1				1			
<i>Calliobdella lophii</i> van Beneden & Hesse, 1863 - fiskigel	1	1	1	1	1					1		på marulk
<i>Calliobdella nodulifera</i> (Malm, 1863) - knutig trindigel	1	1	1	1						1		på torsk- och plattfiskar
<i>Cystobranchnus mammilatus</i> (Malm, 1863) - fiskigel	1		1						1			på lake (sötvattensfisk)
<i>Dina lineata</i> (Müller, 1774) - hundigel	1	1		1	1				1			
<i>Erpobdella monostrata</i> (Lindenberg & Pietruszynski, 1890) - hundigel	1		1	1	1				1			
<i>Erpobdella nr nigricollis</i> (Brandes, 1899) - hundigel	1	1		1					1			
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758) - hundigel	1	1	1	1					1			
<i>Erpobdella testacea</i> (Savigny, 1820) - hundigel	1	1		1	1				1			
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758) - broskigel	1	1	1	1	1				1			

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Glossiphonia concolor</i> (Apáthy, 1888) - broskigel	1	1		1					1			
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758) - hästigel	1	1	1	1	1				1			
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758) - tvåögd broskigel	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Hemibdella solae</i> van Beneden & Hesse, 1863 - fiskigel	1	1		1						1		på tunga (plattfisk)
<i>Hemiclepsis marginata</i> (Müller, 1774) - fyrögd broskigel	1	1	1	1	1				1			ibland på fiskar och groddjur
<i>Hirudo medicinalis</i> Linnaeus, 1758 - blodigel	1	1	1	1	1	1	1		1			på groddjur och däggdjur
<i>Johanssonia arctica</i> (Johansson, 1898) - fiskigel	1		1	1	1					1		på marina fiskar
<i>Malmiana brunnea</i> (L. Johansson, 1896) - fiskigel	1		1							1		på rötsimpa
<i>Malmiana bubali</i> Srivastava, 1966 - fiskigel	1		1							1		på oxsimpa
<i>Malmiana scorpii</i> (Malm, 1863) - fiskigel	1	1		1	1					1		på rötsimpa
<i>Notostomum cyclostomum</i> Johansson, 1898 - fiskigel	1		1							1		på rötsimpa
<i>Oceanobdella microstoma</i> (L. Johansson, 1896) - fiskigel	1	1								1		på simpor
<i>Oceanobdella quadrioculata</i> (Malm, 1863)	1		1							1		på skärsnulta
<i>Oceanobdella sexoculata</i> (Malm, 1863) - sexögd bredigel	1	1								1		på tånglake
<i>Oxytonostoma typica</i> Malm, 1863 - parvårtig spetsigel	1	1								1		på rockor
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758) - fiskigel	1	1		1	1				1			på sötvattensfiskar
<i>Platybdella anarrhichae</i> (Diesing, 1859) - småmunt bredigel	1	1	1	1	1					1		på havskatt
<i>Pontobdella muricata</i> (Linnaeus, 1758) - rockigel	1	1	1	1	1					1		på rockor
<i>Theromyzon tessulatum</i> (Müller, 1774) - andigel	1	1	1	1	1				1			på andfåglar
<i>Theromyzon maculosum</i> (Rathe, 1862)? - andigel?	1	1	1						1			på andfåglar
Lumbricidae (48 arter) - daggmaskar												
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny, 1826) [form 1] - grön daggmask	1	1		1		1		1				sällsynt, bara ett fynd (Uppland)
<i>Allolobophora chlorotica</i> [form 2; annan art] - grön daggmask	1	1		1		1		1				sällsynt, bara ett fynd (sydvästra Skåne)
<i>Allolobophora chlorotica</i> [form 3; annan art] - grön daggmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i kalkrik jord, till Hudiksvall vid norrlandskusten

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Allolobophora chlorotica</i> [form 4; annan art] - grön daggmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i kalkrik jord, men bara i Götaland och Svealand
<i>Allolobophora icterica</i> (Savigny, 1826)	1	1	1	1	1			1				sydlig nykomling, under spridning i sydvästra Skandinavien
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826) [form 1] - grå daggmask	1	1	1	1		1		1				ovanlig, och bara i kustnära delar av Götaland
<i>Aporrectodea caliginosa</i> [form 2; annan art] - grå daggmask (åkerdaggmask)	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela lanet
<i>Aporrectodea caliginosa</i> [form 3; annan art] - grå daggmask (åkerdaggmask)	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet
<i>Aporrectodea caliginosa</i> [form 6; annan art] - grå daggmask	1	1		1				1				sällsynt gäst?; ett fynd i Jönköping
<i>Aporrectodea limicola</i> (Michaelsen, 1890)	1	1	1	1	1			1				ovanlig, i flodbankar, Bohuslän och Västergötland
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude, 1895) - lång daggmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig, till Jämtland
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826) [form 1] - rosa daggmask	1	1	1	1	1	1		1				i fuktig jord, ganska vanlig, till Jämtland
<i>Aporrectodea rosea</i> [form 2; annan art] - rosa daggmask	1	1	1	1	1	1		1				i fuktig jord, vanlig, till Jämtland/Ångermanland
<i>Aporrectodea rosea</i> [form 3; annan art] - rosa daggmask	1	1	1	1	1	1		1				i fuktig jord, vanlig, till Västerbotten
<i>Aporrectodea rosea</i> [form 4; annan art] - rosa daggmask	1	1		1	1			1				i fuktig jord, bara funnen på två lokaler i Södermanland
<i>Aporrectodea trapezoides</i> Dugès, 1828; 1 av flera kryptiska former	1	1	1	1	1	1		1				sällsynt gäst?, funnen på kyrkogård i Göteborg
<i>Bimastos eiseni</i> (Levinsen, 1884)	1	1		1	1			1				mkt sällsynt, men livskraftig population lokalt i Skåne
<i>Bimastos norvegicus</i> (Eisen, 1874)	1	1	1	1	1	1	1	1				vanlig i hela landet
<i>Bimastos parvus</i> (Eisen, 1874)	1	1		1		1		1				i växthus, inte sedd i naturen
<i>Bimastos rubidus</i> (Savigny, 1826)	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet; tidigare känd som <i>Dendrodrilus rubidus</i>
<i>Bimastos subrubicundus</i> (Eisen, 1873)	1	1	1	1	1	1		1				något mindre vanlig, till Jämtland
<i>Bimastos tenuis</i> (Eisen, 1874)	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet
<i>Dendrobaena attemsi</i> (Michaelsen, 1902) [form 1]	1	1	1	1	1	1		1				ovanlig, i Sydsverige, men täta populationer, under spridn?
<i>Dendrobaena attemsi</i> [form 2 (sp2); annan art]	1	1	1	1	1	1		1				sällsynt, hittills 2 lokaler på västkusten, ev under spridning?
<i>Dendrobaena attemsi</i> [form 3 (SVE); annan art]	1	1	1	1		1		1				ovanlig, på 4 lokaler i sydvästra Sverige, ev under spridning?
<i>Dendrobaena hortensis</i> (Michaelsen, 1890)	1	1	1	1	1	1		1				ovanlig, i växthus och komposter, kosmopolit
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet, inklusive fjällen
<i>Dendrobaena veneta</i> (Rosa, 1886)	1	1	1	1	1			1				odlas som agn för sportfiske, mycket sällsynt i naturen

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826) - kompostmask	1	1	1	1	1			1				sällsynt i Sydsverige, ovanlig i Norrland, till Norrbotten
<i>Eisenia andrei</i> Bouché, 1972 - kompostmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet, ev på väg att konkurrera ut E. fetida
<i>Eisenia sp A</i> [sp3] - kompostmask	1	1	1	1	1			1				sällsynt?, endast tre kända lokaler i sydvästra Sverige
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826) - sumpdaggmask	1	1	1	1	1	1			1			vanlig i hela landet (även i fjällen)
<i>Helodrilus oculatus</i> Hoffmeister, 1845	1	1	1	1	1	1			1			sällsynt, känd från 5 sydsvenska åar
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826) - liten lövmask	1	1	1	1	1	1	1	1				vanlig i hela landet
<i>Lumbricus festivus</i> (Savigny, 1826)	1	1	1	1	1	1	1	1				mindre vanlig, Sydsverige till Gästrikland
<i>Lumbricus herculeus</i> Savigny, 1826 - stor daggmask (kryptisk art)	1	1	1	1	1	1		1				sydlig, under spridning i Sydkandinavien
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843 [form A (1)] - stor lövmask	1	1	1	1	1	1		1				mycket vanlig i hela Skandinavien (även i fjällen)
<i>Lumbricus rubellus</i> [form B (2); annan art] - stor lövmask	1	1	1	1	1	1		1				ovanlig och bara sporadiskt spridd till Norrland
<i>Lumbricus rubellus</i> [form J (3); annan art] - stor lövmask	1	1		1	1	1		1				östlig art?, bara känd från Uppland (men flera lokaler)
<i>Lumbricus rubellus</i> [form K (6); annan art] - stor lövmask	1		1	1	1	1		1				västlig art?, bara känd från väst-Norge
<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus, 1758 (s.str.) - stor daggmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i större delen av Sverige, under spridning i Norrland
<i>Octolasion cyaneum</i> (Savigny, 1826) - blå daggmask	1	1	1	1	1	1		1				ovanlig 1950 (Sydsverige), nu spridd, bl.a. i fjällen
<i>Octolasion lacteum</i> (Örley, 1881) [form 1] - blå daggmask	1	1		1	1	1		1				mindre vanlig, till Hälsingland
<i>Octolasion lacteum</i> [form 2; annan art] - blå daggmask	1	1		1		1		1				sällsynt, bara en lokal i Hälsningland
<i>Octolasion tyrtaeum</i> (Savigny, 1826) [form 1]- blå daggmask	1	1	1	1	1	1		1				vanlig i hela landet
<i>Octolasion tyrtaeum</i> [form 2; annan art] - blå daggmask	1	1	1	1	1	1		1				mindre vanlig, till Jämtland
<i>Satchellius mammalis</i> (Savigny, 1826)	1	1	1	1	1	1		1				sällsynt, i Västergötland och Småland
Lumbriculidae (14-15 arter) - källmaskar												
<i>Lamprodrilus isoporus</i> Michaelsen, 1901	1	1		1		1			1			indikerar oligotrofa vatten
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774) [art I]	1	1	1	1	1	1	1		1			mycket vanlig i hela landet
<i>Lumbriculus variegatus</i> [art II]	1	1	1	1	1	1	1		1			mycket vanlig i hela landet

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Lumbriculus variegatus</i> [art IV]	1	1	1	1		1			1			arktisk, sällsynt i Skandinavien
<i>Rhynchelmis tetratheca</i> (Michaelsen, 1920)	1	1	1	1	1	1	1		1			mindre vanlig, ännu bara känd i södra Sverige
<i>Stylodrilus heringianus</i> Claparède, 1862	1	1	1	1	1	1	1		1			vanlig i oligotrofa vatten, men också i ytligt grundvatten
<i>Stylodrilus brachystylus</i> Hrabé, 1929	1	1									1	i källor, sällsynt
? <i>Tatriella</i> sp A [LHA]	1	1	1	1		1			1			i Sverige bara känd från 1 lokal i Lappland
? <i>Tatriella</i> sp B [LHB]	1		1	1		1			1			(spridd i norska fjällvärlden)
<i>Trichodrilus</i> cf. <i>claparedei</i> Hrabé, 1937	1	1		1		1					1	i utsipprande grundvatten, sällsynt
<i>Trichodrilus</i> sp B [tricho1]	1	1		1		1					1	i källor, sällsynt
<i>Trichodrilus</i> sp C [EYE]	1	1		1							1	i källor, sällsynt
<i>Trichodrilus allobrogum</i> Claparède, 1862 (ev bland de 3 sistnämnda)												rapporterad från brunn i Uppland
Lumbriculidae gen.sp. A [8515]	1	1		1					1			bara ett fynd, från Abisko (Lappland)
Lumbriculidae gen.sp. B [TING]	1		1	1					1			(ovanlig?, hittills bara känd från spridda lokaler i Norge)

Naididae (154-169 spp) - glattmaskar

LIMNODRILOIDINAE (1 sp)												
<i>Limnodriloides scandinavicus</i> (Erséus, 1976)	1	1	1	1	1	1				1		sublittoral
NAIDINAE (55-61 spp)												
<i>Amphichaeta sannio</i> Kallstenius, 1892	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Amphichaeta leydigi</i> Tauber, 1879	1	1	1	1		1			1			
<i>Arcteonais lomondi</i> (Martin, 1907)	1	1							1			
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruithuisen, 1828)	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Chaetogaster diastrophus</i> (Gruithuisen, 1828)	1	1		1	1	1	1		1			artkomplex?; ngra av nedan obestämda arter hör hit?
<i>Chaetogaster limnaei</i> Baer, 1827	1	1	1	1	1				1			lever i mantelhålan av limniska snäckor
<i>Chaetogaster</i> sp C2	1	1	1	1		1			1			
<i>Chaetogaster</i> sp D	1	1	1	1		1			1			
<i>Chaetogaster</i> sp E	1	1	1	1		1			1			
<i>Chaetogaster</i> sp F	1	1	1	1					1			

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
PHALLODRILINAE (13 spp)												
<i>Adelodrilus pusillus</i> Erséus, 1978	1	1	1	1		1				1		sublittoral
<i>Adelodrilus cooki</i> Erséus, 1978	1	1	1	1		1				1		sublittoral
<i>Aktedrilus arcticus</i> (Erséus, 1978)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Aktedrilus monospermathecus</i> Knöllner, 1935	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Aktedrilus</i> sp A [KRAK]	1		1	1		1				1		
<i>Bathydrius rarisetis</i> (Erséus, 1975)	1		1	1	1	1				1		sublittoral
<i>Gianius aquaedulcis</i> (Hrabe, 1960)	1	1		1		1					1	
<i>Mexidrilus minutissimus</i> (Erséus, 1987)	1	1		1						1		sublittoral, sällsynt
<i>Mexidrilus nidarosiensis</i> (Erséus, 1987)	1		1							1		(sublittoral, sällsynt, i Norge)
<i>Parakedrilus bakeri</i> (Kossmagk-Stephan & Erséus, 1985)	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Pirodrilus minutus</i> (Hrabe, 1973)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Spiridion modricensis</i> (Hrabe, 1973)	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Thalassodrilus prostatus</i> (Knöllner, 1935)	1	1	1	1	1	1				1		
Phallodrilinae gen. sp. [GURA], släkte okänt	1		1	1	1	1				1		
PRISTININAE (10-14 spp)												
<i>Pristina aequisetata</i> Bourne, 1891	1	1		1		1	1		1			
<i>Pristina jenkinsi</i> (Stephenson, 1931) (= <i>P. idrensis</i> Sperber, 1948)	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Pristina longiseta</i> Ehrenberg, 1828	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Pristina osborni</i> (Walton, 1906)	1		1	1		1			1			
<i>Pristina</i> sp D [D1-D2-D3]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Pristina</i> sp E	1	1		1		1			1			
<i>Pristina</i> sp F	1	1		1		1			1			
<i>Pristina</i> sp J	1	1	1	1		1			1			
<i>Pristina</i> sp K [ST]	1	1	1	1		1			1			
<i>Pristina</i> sp N	1	1	1	1	1	1			1			

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>?P. aequiseta</i> "forma" foreli Piguet, 1906 (kan vara en av ovanstående)												
<i>Pristina amphibiotica</i> (Lastockin, 1927) (kan vara en av ovanstående)												
<i>Pristina menoni</i> (Aiyer, 1929) (kan vara en av ovanstående)												
<i>Pristina rosea</i> (Piguet, 1906) (kan vara en av ovanstående)												
RHYACODRILINAE (13 spp)												
<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i> Stolc, 1886 [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i> [form B; annan art]	1	1	1	1		1			1			
<i>Epirodrilus pygmaeus</i> (Hrabe, 1935)	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Monopylephorus rubroniveus</i> Levinsen, 1884	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Monopylephorus irroratus</i> (Verrill, 1873)	1		1	1		1				1		borde finnas i Sverige
<i>Pararhyacodrilus ekmani</i> (Piguet, 1928)	1	1							1			sällsynt, ej funnen i modern tid
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> (Vej dovský, 1875) [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> [form C; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Rhyacodrilus</i> spD [HAR; annan art]	1	1	1	1		1			1			
<i>Rhyacodrilus falciformis</i> Bretscher, 1901	1	1	1	1	1	1	1				1	indikerar grundvattensutflöde
<i>Rhyacodrilus subterraneus</i> Hrabe, 1963	1	1	1	1	1	1	1				1	indikerar grundvattensutflöde
<i>Rhyacodrilinae</i> sp A [TORN1]	1	1		1					1			bara känd från Torne Träsk
<i>Rhyacodrilinae</i> sp B [TORN2]	1	1		1					1			bara känd från Torne Träsk
TUBIFICINAE (60-65 spp)												
<i>Aulodrilus pluriseta</i> (Piguet, 1906) [pluriseta1]	1	1	1	1	1	1	1		1			indikerar eutrofi
<i>Aulodrilus japonicus</i> Yamaguchi, 1953	1	1	1	1		1			1			indikerar eutrofi
<i>Aulodrilus</i> sp A [ARR]	1	1	1	1		1			1			
<i>Aulodrilus</i> sp B [MJOS]	1		1	1		1			1			
<i>Aulodrilus</i> sp C [BERB]	1		1	1		1			1			

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899 (troligen bland ovanstående)												
<i>Aulodrilus pigueti</i> Kowalewski, 1914 (troligen bland ovanstående)												
<i>Baltidrilus costatus</i> (Claparède, 1963)	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892	1	1		1	1	1	1		1			termofil, globalt invasiv, i SE känd fr Västerås (Mälaren)
<i>Clitellio arenarius</i> (Müller, 1776) [form A]	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Clitellio arenarius</i> [form B]	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Clitellio arenarius</i> [form C]	1		1	1	1	1				1		
<i>Clitellio arenarius</i> [form KARELIA]	1		1	1	1	1				1		
<i>Haber</i> sp., unidentified	1	1		1		1			1			
<i>Haber speciosus</i> (Hrabe, 1931) (troligen den föregående)												
<i>Ilyodrilus templetoni</i> (Southern, 1909) [form A]	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Ilyodrilus templetoni</i> [form C]	1	1		1		1			1			
<i>Ilyodrilus</i> sp. B	1	1	1	1		1			1			
<i>Ilyodrilus</i> sp. D [BLA]	1	1	1	1		1			1			
<i>Limnodrilus claparedianus</i> Ratzel, 1868	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862, s.str. [form IX]	1	1		1	1	1	1		1			flera former av L. hoffmeisteri indikerar eutrofi
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> [form I; annan art]	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> [form VII; annan art]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> [form VIII; annan art]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> [form X; annan art]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Limnodrilus profundicola</i> (Verrill, 1871)	1	1	1	1		1			1			indikerar oligotrofi
<i>Limnodrilus udekemianus</i> Claparède, 1862	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Lophochaeta ignota</i> Stolc, 1886 [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Lophochaeta ignota</i> [form E]	1	1		1		1			1			
<i>Potamotheix bavaricus</i> (Öschmann, 1913)	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Potamotheix bedoti</i> (Piguet, 1913)	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Potamotheix hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)	1	1	1	1	1	1	1		1			indikerar eutrofi

S+N = i Sverige & Norge tillsammans; SE = i Sverige; NO = i Norge; CE COI = egen streckkod; pub COI = i publik databas; CE 16S = egen streckkod; pub 16S = i publik databas; ter = terrester; lim = limnisk; mar = marin; grv = grundvatten	S+N	SE	NO	CE COI	pub COI	CE 16S	pub 16S	ter	lim	mar	grv	noteringar
<i>Potamothenrix heuscheri</i> (Bretscher, 1900)	1	1		1	1	1			1			indikerar eutrofi
<i>Potamothenrix</i> sp A [nr heuscheri]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Potamothenrix moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrázek, 1902	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Potamothenrix vejdoskyi</i> (Hrabe, 1941)	1	1		1	1	1			1			
<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelsen, 1901)	1	1		1	1	1	1		1			
<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube, 1861)	1	1	1	1	1	1	1		1			ofta i oligotrofa vatten
<i>Tubifex smirnowi</i> Lastockin, 1927	1	1	1	1	1	1	1		1			
<i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879 [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			vanlig i oligotrofa vatten
<i>Spirosperma ferox</i> [form B; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Tasserkidrilus</i> sp [VAT]	1	1		1		1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774) [form A]	1	1	1	1	1	1	1		1			former av T. tubifex finns både oligotroft & eutroft
<i>Tubifex tubifex</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form C; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form D; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form E; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form F; annan art]	1	1	1	1	1	1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form G; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form H; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Tubifex tubifex</i> [form I; annan art]	1	1		1		1			1			
<i>Tubificoides amplivasatus</i> (Erséus, 1975)	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Tubificoides benedii</i> (Udekem, 1855)	1	1	1	1	1	1	1			1		i täta populationer i organiskt belastade stränder
<i>Tubificoides kozloffii</i> Baker, 1983	1	1	1	1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Tubificoides pseudogaster</i> (Dahl, 1960) [form A]	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Tubificoides pseudogaster</i> [form B; annan art]	1	1	1	1	1	1	1			1		
<i>Tubificoides pseudogaster</i> [form C; annan art]	1		1	1		1				1		
<i>Tubificoides pseudogaster</i> [form D; annan art]	1		1	1						1		
<i>Tubificoides swirencowi</i>	1	1		1	1	1	1			1		sublittoral
<i>Tubificoides</i> sp A [ATL]	1		1	1						1		

