

Miljöövervakningsstrategi för stormusslor

Utveckling av nationell miljöövervakning för sötvattenslevande stormusslor 2008

Stefan Lundberg & Jakob Bergengren

PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:1



Naturhistoriska
riksmuseet

Rapportering av uppdrag 216 0740 från Naturvårdsverket

Naturhistoriska riksmuseet har tillsammans med Länsstyrelsen i Jönköpings län fått Naturvårdsverkets uppdrag att utreda och presentera en sammanställning om kunskapen kring stormusslorna i svenska sjöar och vattendrag, samt ge förslag på tillämpning inom nationell miljöövervakning. Föreliggande utredning redovisar även hittills genomförd miljöövervakningsverksamhet avseende stormusslor i landet. Utredningen har genomförts under tiden augusti 2007 till mars 2008.

*Förstasidans illustrationer visar de sju arter av stora sötvattensmusslor, "stormusslor", som tillhör den inhemska faunan i sjöar och vattendrag i Sverige: (överst) allmän dammussla *A. anatina*, (mitten) flodpärlmussla *M. margaritifera*, (överst vä) större dammussla *A. cygnea* och (nederst vä) tjockskalig målarmussla *U. crassus*, (överst hö) spetsig målarmussla *U. tumidus*, (mitten hö) flat dammussla *P. complanata* och (nederst hö) äkta målarmussla *U. pictorum*. Foto: Jakob Bergengren, Länsstyrelsen i Jönköpings län.*

Fotografier: Jakob Bergengren (Länsstyrelsen i Jönköpings län), Stefan Lundberg (Naturhistoriska riksmuseet) och Mikael Svensson (ArtDatabanken, SLU).

Eventuella frågor angående rapporten besvaras av författarna:

*Stefan Lundberg
Naturhistoriska riksmuseet
Box 50007
104 05 Stockholm*

*Jakob Bergengren
Länsstyrelsen i Jönköpings län
Vattenfunktionen/Naturavdelningen
551 86 Jönköping*

*Telefon: 08-519 541 35
Mobil: 070-182 40 58*

*Telefon: 036-39 50 66
Mobil: 070-356 46 05*

E-post: stefan.lundberg@nrm.se

E-post: jakob.bergengren@f.lst.se

Denna rapport bör citeras: Lundberg, S. & Bergengren, J. 2008. Miljöövervakningsstrategi för stormusslor. Utveckling av nationell miljöövervakning för sötvattenslevande stormusslor 2008. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:1. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.



Foto: Jakob Bergengren

"Vid mina undersökningar har jag funnit att en lång och smal vattenkikare är mycket användbar. Emellertid är de musslor som grävt ned sig i botten mycket svåra att upptäcka, även med en vattenkikare"

Sven Björk (1962)

"Undersökningar av flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla"

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	5
<i>Uppdraget</i>	5
<i>Översikt - Sveriges stormusslor</i>	5
<i>Översikt - arbete med stormusslor</i>	5
<i>Förslag till nationell övervakning av stormusslor</i>	7
<i>Kostnader</i>	7
INLEDNING.....	8
UPPDRAGET	10
MÅL OCH SYFTE.....	10
DE SÖTVATTENSLEVANDE STORMUSSELARTERNA I SVERIGE.....	11
ARTPRESENTATIONER SAMT BASFAKTA KRING STORMUSSLORNAS NUVARANDE STATUS	11
<i>Stormusslornas biologi.....</i>	11
<i>Var i Sverige finns stormusselarterna?.....</i>	18
<i>Var inom ett avrinningsområde kan arterna påträffas?</i>	19
<i>Vilka arter har en god spridning inom landet?.....</i>	20
STORMUSSLOR SOM MILJÖINDIKATORER	23
INDIKATORER PÅ HÖGA NATURVÄRDEN	23
INDIKATORER PÅ FYSISK PÅVERKAN I LIVSMILJÖN	24
INDIKATORER PÅ VATTENKEMISK KVALITET	25
KLIMATOLOGISK PÅVERKAN.....	27
ÖKADE HUMUSHALTER I SJÖAR OCH VATTENDRAG	30
INVASIVA STORMUSSELARTER.....	31
VANDRARMUSSLA (<i>DREISSENA POLYMORPHA</i>)	31
<i>Vandrarmussla, förslag till övervakningsprogram</i>	33
KINESISK DAMMUSSLA (<i>SINANODONTA WOODIANA</i>)	36
KVAGGAMUSSLA (<i>DREISSENA BUGENSIS</i>), OCH ”OLIVMUSSLA” (<i>CORBICULA FLUMINEA</i>), POTENTIELLA INVASIONSARTER I SVERIGE	36
NATIONELL BAKGRUND.....	38
DOKUMENTERADE RESULTAT AV SVENSKA STORMUSSELPROJEKT 1980-2007	38
<i>Flodpärlmussla – den mest uppmärksammade stormusselarten.....</i>	38
<i>Inventeringar och arbete med flodpärlmussla i Sverige</i>	38
ARBETET MED HOTADE ARTER OCH ÅTGÄRDSPROGRAM 2004-	38
<i>Åtgärdsprogram – Flodpärlmussla 2005-2010.....</i>	39
<i>Åtgärdsprogram – Tjockskalig målarmussla 2006-2009.....</i>	39
<i>Nationell workshop om stormusslor.....</i>	39
<i>Informationsmaterial ”Guide till Sveriges stormusslor”.....</i>	39
ARBETE INOM REGIONALA UTVECKLINGSPROJEKT/MILJÖÖVERVAKNING	39
<i>Metodstudie: Mussellarver på öring och nedgrävda småmusslor</i>	39
<i>Stormusselprojektet 2001-2002.....</i>	40
<i>Manual för arbete med stormusslor 2004.....</i>	40
<i>Stormusselkurs 2005</i>	40

<i>Stormusseldatabas 2006</i>	40
<i>Metodutveckling och inventering av juvenila stormusslor</i>	41
<i>Metodstudie; Dykning och Undervattenskamera</i>	41
MILJÖMÅLSUPPFÖLJNING – FLODPÄRLMUSSLA 2006-.....	42
LIFE-FLODPÄRLMUSSLA 2004-.....	43
NATURHISTORISKA MUSEERNAS ARBETE OCH ROLL.....	43
<i>Kartering av limniska stormusslor i Sverige och Norden</i>	43
<i>Stormusselbibliografi 1996-</i>	43
<i>Molekylärbiologiska studier</i>	44
<i>Åldersbestämning och miljökemisk analys av musselskal</i>	45
INTERNATIONELL BAKGRUND	46
NORDAMERIKA – FORSKNING, BEVARANDEBIOLOGI OCH ÖVERVAKNING.....	46
EUROPA – FORSKNING, BEVARANDEBIOLOGI OCH ÖVERVAKNING.....	47
STORMUSSLOR INOM ARBETET MED VATTENFÖRVALTNING	49
NYTTJANDE AV STORMUSSLOR INOM STATUSKLASSNING AV VATTENFÖREKOMSTER.....	49
VAR/NÄR/HUR ÖVERVAKAS STORMUSSLOR I SVERIGE	51
SAMMANFATTNING AV ENKÄTUNDERSÖKNING 2008.....	51
<i>Översikt - arbete med stormusslor</i>	51
<i>Metodval</i>	51
<i>Tidserievattendrag/-lokaler</i>	51
<i>Finansiering</i>	52
<i>Användning av stormusseldata</i>	52
<i>Kartläggning av status – Stormusslor</i>	52
ÖVERSIKT - ARBETE MED STORMUSSLOR.....	53
<i>Inriktning på arbetet med stormusslor</i>	53
KARTERADE VATTEN OCH SJÖAR NATIONELLT.....	54
KUNSKAPSLÄGET PÅ LÄNSSTYRELSENA.....	55
METODVAL.....	56
<i>Använda metoder nationellt</i>	56
<i>Kommande metoder nationellt</i>	57
<i>Tidsserieövervakning nationellt</i>	58
<i>Etablerade tidsserielokaler för flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla</i>	59
<i>Planerade tidsserielokaler för flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla</i>	60
FINANSIERING.....	61
<i>Finansiering av arbetet med stormusslor</i>	61
<i>Kostnad för arbetet med stormusslor</i>	62
STORMUSSELDATA.....	63
<i>Användning av stormusseldata</i>	63
<i>Klassning av skyddsvärde</i>	64
<i>Datalagring</i>	65
<i>Rapporter och litteratur</i>	66
KARTLÄGGNING AV STATUS – STORMUSSLOR.....	67
<i>Nationell status – artvis</i>	67
ÖVRIGT.....	68
<i>Behov av riktlinjer hos länsstyrelserna</i>	68
<i>Behov av datalagring hos länsstyrelserna</i>	70

METODER FÖR INVENTERING AV STORMUSSLOR	72
UNDERSÖKNINGSTYP – STORMUSSLOR, INKLUSIVE KOMPLETTERINGAR.....	72
<i>Metodstudie; Dykning och Undervattenskamera</i>	72
<i>Temperaturloggers – en del av uppföljningen av ett förändrat klimat</i>	72
DYKINVENTERING AV VANDRARMUSSLA (<i>D. POLYMORPHA</i>)	72
ANALYS AV SKAL FRÅN STORMUSSLOR	74
CASE-STUDY – ÅLDERSBESTÄMNING AV FLODPÄRLMUSSLA FRÅN OLIKA KLIMATZONER I SVERIGE	74
<i>Kostnader</i>	74
MILJÖGIFTER I STORMUSSLOR	75
FÖRSLAG TILL NATIONELL STRATEGI/PROGRAM FÖR STORMUSSLOR	76
BAKGRUND	76
<i>Flodpärlmusslan dominerar stormusselarbetet</i>	76
<i>Metodval</i>	76
<i>Finansiering</i>	76
<i>Användning av stormusseldata</i>	76
<i>Kartläggning av status – Stormusslor</i>	77
MÅLSÄTTNING & SYFTE MED ETT NATIONELLT PROGRAM FÖR STORMUSSLOR	78
<i>Målsättning:</i>	78
<i>Syfte:</i>	78
URVALSKRITERIER FÖR NATIONELLT PROGRAM & VAL AV VATTENDRAG – STORMUSSLOR.....	78
FÖRSLAG TILL URVAL OCH PRIORITERING AV NATIONELLA STORMUSSELVATTEN.....	81
<i>Nationella stormusselvattnen</i>	81
<i>Arbete och grund för val av vattendrag</i>	81
<i>Nationella musselvattnen – Flodpärlmussla</i>	81
<i>Nationella musselvattnen – Tjockskalig målarmussla</i>	82
<i>Nationella musselvattnen – Åkta målarmussla och Flat dammussla</i>	82
<i>Regionala stormusselvattnen</i>	82
<i>Val av nationella musselvattnen</i>	82
KOSTNADER – NATIONELLT PROGRAM	82
<i>Totalkostnad</i>	83
UTBILDNING/KALIBRERING VID START AV NATIONELLT PROGRAM FÖR STORMUSSLOR	84
LAGRING AV STORMUSSELDATA	85
BAKGRUND	85
STORMUSSELDATABAS I ARTPORTALEN	85
REFERENSER	87
BILAGOR	101
<i>Bilaga 1</i>	101
<i>Uppdaterade utbredningskartor – samtliga stormusselararter</i>	101
<i>Bilaga 2</i>	110
<i>Enkätstudie – frågeformulär och utvärderingsunderlag</i>	110
<i>Bilaga 3</i>	113
<i>Undersökningstyp: Övervakning av stormusslor</i>	113
<i>Bilaga 4</i>	114
<i>Enkel statusbeskrivning av flodpärlmusselbestånd – en metodbeskrivning</i>	114
<i>Bilaga 5</i>	124
<i>Metodik för åldersanalys av skal från stormusslor</i>	124

Sammanfattning

Uppdraget

Naturhistoriska riksmuseet har tillsammans med Länsstyrelsen i Jönköpings län fått Naturvårdsverkets uppdrag att utreda och presentera en sammanställning om stormusslorna, samt ge förslag på tillämpning inom nationell miljöövervakning. Utredningen redovisar även hittills genomförd miljöövervakningsverksamhet avseende stormusslor i landet.

Översikt - Sveriges stormusslor

I Sverige finns totalt 35 kända arter av sötvattenlevande musslor. De flesta (26 arter) är mycket små, bara 2–12 mm långa, filtrerande och bottenlevande djur. De tillhör familjen klot- och ärtmusslor (Sphaeriidae) och brukar allmänt kallas ”småmusslor”. De övriga nio arterna benämns med ett allmänt begrepp ”stormusslor”, tillhörande familjerna Margaritiferidae, Unionidae och Dreissenidae. Även dessa är filtrerare och med ett undantag, bottenlevande. Sedan år 2005 har skalfynd gjorts av den främmande kinesiska dammusslan (*Sinanodonta woodiana*) i Syd- och Västsverige. Kring denna nionde, invasiva, art bland de svenska stormusslorna råder dock stor kunskapsbrist om rekryterande populationer ännu etablerats i landet.

Stormusslorna sitter nedgrävda i bottensedimentet med bakänden uppåt och sifonerna öppna mot det strömmande vattnet. Några av arterna lever huvudsakligen i sjöar och dammar men samtliga kan påträffas i rinnande vatten, som till exempel den välkända och skyddsvärda flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*). Ytterligare två arter: tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) och flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*) finns på Rödlista 2005. Dessutom är både flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla fridlysta i Sverige.

Stormusslorna har en mycket komplicerad fortplantningsbiologi som bl.a. innebär att deras larver måste genomgå ett parasitiskt stadium på gälarna hos en fisk. Valet av värdfiskart varierar mellan musselarterna. För flodpärlmussla är värden öring eller lax. Under det parasitiska stadiet omvandlas larven till färdigbildad mussla. Efter några veckor till månader på fiskvärden släpper musslan taget och faller ner till vattendragets eller sjöns botten. Här lever den nu interstitiellt, det vill säga mellan bottenpartiklarna, under någon månad (hos flodpärlmusslan flera år). Kunskapen om detta utvecklingsstadium är mycket bristfällig. När musslorna nått en viss storlek (ca 1 cm) sätter de sig i filtreringsposition med bakänden uppstykande och framänden förankrad i bottenmaterialet.

Några av arterna blir mycket gamla. Tjockskaliga flodformer blir ofta äldre än tunnskaliga sjöformer. En flodpärlmussla kan bli 80–280 år och en tjockskalig målarmussla 50–90 år. Även hos vuxna musslor sker en årlig tillväxt av skalen som därför fungerar som miljöhistoriska arkiv. Genom att snitta och analysera ”årsringarna” i musselskal får man ledtrådar till miljöhistoriska skeenden långt tillbaka i tiden.

Översikt - arbete med stormusslor

Under 1990-talet och fram till början av 2000-talet har stormusselarbetet främst ägnats åt inventering och övervakning av flodpärlmussla. Stormusselprojektet under åren 2001-2002, samt därefter ett flertal inventeringar under åren 2003-2006, vilka bl.a. ligger till grund för framtagandet av ett åtgärdsprogram för tjockskalig målarmussla, har fått allt fler länsstyrelser att arbeta vidare även med denna hotade art, likväl som övriga stormusselarter i landet. Totalt sett står flodpärlmusslan för två tredjedelar och övriga stormusslor (främst tjockskalig målarmussla) för resten av det hittills nedlagda undersökningsarbetet.

Då hotarterna flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla förekommer så gott som uteslutande i vattendrag har fokus vid inventeringar varit strömvattenmiljöer. Sjöar har hittills inventerats i relativt liten skala och ofta har stormusslor påträffats som bifynd i samband med makrofytinventeringar m.m. Totalt har 2 655 vattendrag (delsträckor av större vattendrag) och 350 sjöar (företrädesvis sjöutlopp) inventerats i Sverige t.o.m. 2007.

Länsstyrelserna anser överlag att kunskapsläget gällande flodpärlmusslan är godtagbart (19 av 21 län). Arbetet med övriga stormusselararter har även förbättrat kunskapsläget avsevärt under 2000-talet, men länen anser att det krävs mer inventeringar för att det ska vara godtagbart. 15 av 21 länsstyrelser anser att kunskapsläget gällande stormusslorna i allmänhet är bristfälligt.

Den mest använda metoden för inventering och övervakning fram till idag är *vadning med vattenkikare* (89 % av undersökningarna) därefter följer *fridykning* och användning av *Lutherräfsa* (kastkratta), båda 5 % av undersökningarna. *Luftdykning* har hittills enbart använts sporadiskt i djupare vattendrag och utgörs totalt endast av 1 % av metodtillämpningen. I framtiden räknar länen med att öka användningen av både fridykning (en ökning med ca 10 %) och luftdykning (en ökning med ca 5 %). Användningen av Lutherräfsa beräknas minska något (ca 2 %).

Totalt har 142 vattendrag med miljöövervakning av stormusslor i tidsserier rapporterats nationellt. Större delen av dessa (127 st.) utgörs av vattendrag där flodpärlmussla övervakas. Totalt finns i dessa vattendrag 1 781 tidsserielokaler, definierade som provsträcka upp till 20 meter enligt undersökningstypen för stormusslor. Bland dessa utgörs 98 % av lokaler där flodpärlmussla övervakas och 2 % av lokaler med övervakning av tjockskalig målarmussla. Totalt planerar länen att etablera 459 nya övervakningslokaler för flodpärlmussla och 15 övervakningslokaler för tjockskalig målarmussla.

Under 1990-talet var det främst medel för kalkeffektuppföljning och miljöövervakning som finansierade stormusselarbetet, med tyngdpunkt på flodpärlmussla. Föutom specialprojekt inom den regionala miljöövervakningen har sedan 2004 en allt större del av finansieringen kommit från medel till åtgärdsprogram (ÅGP) och programmet för hotade arter.

Totalt har länsstyrelserna till och med 2007 använt 13 581 000 kr till arbete med stormusslor.

Flodpärlmusslan är den art som hittills har dominerat i arbetet med kalkeffektuppföljning och miljöövervakning. Sedan 2004, då Hotartsarbetet och Natura 2000-arbetet (främst Basinventeringen inom Natura 2000) startade, har dessa verksamheter använt underlag från inventeringar av stormusslor i en allt större omfattning. Inom hotartsarbetet har den tjockskaliga målarmusslan lyfts fram, vilket även inneburit att denna fått ett eget åtgärdsprogram. När mer data i framtiden har samlats in och sammanställts centralt kan detta underlag också bli en viktig del i arbetet med Vattenförvaltning. I miljömålsarbetet ingår flodpärlmusslan redan idag och utgör en viktig miljöindikator, då framför allt för rekryterande stormusselbestånd.

Inom länen har samtliga klassningar av skyddsvärde tillämpats. Västernorrlands läns enklare statusbedömning gäller enbart flodpärlmussla och har främst använts i Norrlandslänen (Västernorrlands och Gävleborgs län). De län som har använt den ”egna expertbedömningen” har i viss utsträckning använt erhållna data till statusklassning inom arbetet med vattenförvaltning.

Länsstyrelserna har hittills främst använt enklare Excel-dokument att registrera data i. En tredjedel har använt den Access-databas som tagits fram av Länsstyrelsen i Jönköpings län (modifierad under 2005 av Länsstyrelsen i Södermanlands län). Några få län har tagit fram egna databaser i Access. Detta belyser tydligt att det finns ett stort behov av en central, nationell, stormusseldatabas där alla data som berör övervakningen av stormusslor bör samlas.

Länsstyrelserna har redovisat förekomster (på populationsnivå, dvs. en väl avgränsad population) av stormusselararter i respektive län. Av redovisningen framgår att det främst är flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla som har inventerats noggrant avseende rekrytering. De övriga arterna har oftast enbart noterats.

Förslag till nationell övervakning av stormusslor

I utredningen föreslås att totalt 35 *Nationella stormusselvatten* utses. Musselbestånden i dessa vattenområden skall övervakas enligt undersökningstypen för stormusslor med jämna 6-års intervall. Upplägget föreslås likna det som används i de övriga nationella programmen (IKEU, NMÖ).

De 35 nationella stormusselvattnen delas upp utifrån nedanstående urval/prioritering och under sex år ska samtliga vatten undersökas/övervakas i ett omdrevsförfarande.

Naturvårdsverket eller lämplig länsstyrelse/-er bör hålla i programmet.

Vattendrag där övervakning föreslås delas upp enligt följande:

- 22 vattendrag med flodpärlmussla.
- 10 vattendrag med tjockskalig målarmussla.
- 2 vattendrag/sjöar med äkta målarmussla.
- 1 vattendrag med flat dammussla.

Kostnader

Nedan redovisas de kostnader som är förknippade med övervakningen enligt ovan.

35 nationella stormusselvatten – Enbart musselövervakning

Uppstartskostnad: $35\ 000 * 35$ vattendrag = 1 225 000 kr

(Screening: $35\ 000 * 35 = 700\ 000$ kr)

Inklusive övriga provtagningar [en provtagning samt biotopkartering (5 km)] per vattendrag = Elfiske-4000 kr + Vattenkemi-2000 kr + Biotopkartering-12 500 kr = 647 500 kr

Totalt: $1\ 225\ 000$ kr + $647\ 500$ kr = $1\ 872\ 500$ kr.

Summa per år (omdrevsförfarande – 6-års intervall)

Totalsumman delas upp på sex år, vilket ger en **årskostnad på ca 312 000 kr.**

Viktigt att betänka är att större delen av de vattendrag som föreslås bli aktuella som nationella stormusselvatten redan har en etablerad övervakning av stormusslor, vilket minskar kostnaderna kraftigt initialt.

Totalsumman hamnar snarare runt 200 000-250 000 kr/år för att ha en nationell övervakning rullande i ovan föreslagna musselvatten. Innan vattenområdena är valda och befintliga bakgrundsdata är kontrollerade, kan en noggrannare uppskattning av totalkostnaden ej göras.

Ytterligare en kostnad, som uppkommer initialt, är utbildning/kalibrering av de utförare som ska ansvara för att övervakningen enligt programmet genomförs.

Inledning

Sverige har mycket omfattande program för att dokumentera tillståndet i miljön och dess förändringar, dels genom olika typer av inventeringar, dels i form av regelbunden miljöövervakning. Miljöövervakning syftar till att visa om genomförda åtgärder leder till önskade förbättringar och om de uppsatta miljö kvalitetsmålen uppfylls. Naturvårdsverket har ansvaret för den nationella miljöövervakningen som är indelad i programområdena luft, kust och hav, sötvatten, fjäll, skog, jordbruksmark, hälsa, landskap, våtmarker, samt miljögifter. Miljöövervakningen i Sverige sker på tre nivåer: nationell, regional och kommunal. I sötvattensmiljöer övervakas t.ex. fiskfaunan på både regional och nationell basis via el- och sjöprovfiske i jämförande tidsserier och erhållna data sammanställs av datavärddar där Fiskeriverket är huvudman. Syftet kan bl.a. vara nationell kalkeffektuppföljning (IKEU) eller nationell miljöövervakning – tidstrender. Som exempel omfattar det nationella miljöövervakningsprogrammet via elfiske undersökningar i 15 referensvattendrag. Syftet är att följa mellanårsvariationer och förändringar över tiden i ett för landet representativt urval av vattendrag. Dessa har utvalts som referensvatten då de inte är direkt påverkade av utsläpp eller intensiv markanvändning. Via jämförelser av sammansättningen av fiskarter och abundansdata för dessa ur olika tidshorisonter kan eventuella skillnader i förhållande till förändringar i miljön analyseras (se t.ex. Dahlberg & Bergquist 2003, Schreiber et al. 2003).

I Sverige bedrivs sedan 1980-talet en relativt omfattande regional övervakning av flodpärlmussla, *Margaritifera margaritifera*. Arten beaktas även inom kalkeffektuppföljning (IKEU) och nyttjas som miljöindikator, bl.a. genom egenskaper som lång livslängd och komplex reproduktion, involverande fisk som värd för musslornas parasitiska larvstadium (se t.ex. Eriksson et al. 1998, Söderberg et al. 2007).

Flodpärlmusslan, *M. margaritifera*, är en av de totalt nio större sötvattensmusslorna, ”stormusslorna”, i Sverige. De övriga omfattar släktena *Unio* (målar-musslor, tre arter), *Anodonta/Pseudanodonta* (dammusslor, tre arter), samt de i landet inkomna och främmande invasivarterna vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) och kinesisk dammussla (*Sinanodonta woodiana*) (von Proschwitz 2001a, Proschwitz 2006) (Tabell 1 och Bilaga 1).

Bland förekommande arter av sötvattensmusslor i Sverige är fem arter upptagna på den nationella rödlistan (Gärdenfors 2005). Två av dessa är ”småmusslor”, tillhörande släktet *Pisidium*. Småmusslorna omfattar i Sverige totalt 26 arter. Tre av stormusselarterna i Sverige är rödlistade; flodpärlmussla *M. margaritifera* (sårbar, VU, även listad i EU-habitatdirektivet), tjockskalig målar-mussla, *Unio crassus* (Starkt hotad, EN, även listad i EU-habitatdirektivet) samt flat dammussla *Pseudanodonta complanata* (missgynnad, NT, samt globalt rödlistad enligt IUCN:s kriterier) (Gärdenfors 2005). I bevarandesyfte har hittills åtgärdsprogram för flodpärlmussla och tjockskalig målar-mussla tagits fram på uppdrag av Naturvårdsverket (Henrikson et al. 2005, Lundberg et al. 2006). För flat dammussla saknas dock ännu åtgärdsprogram.

Det nyvaknade intresset för stormusslor i olika bevarande- och artskyddsprojekt, samt som föreslagna studieobjekt inom miljöövervakning och framtagning av nationell metodik för sådana projekt, har medfört ett intensivt ny- och återinventeringsarbete under senare år. Redan under 1990-talet initierades ett samnordiskt projekt för en översiktlig kartering av stormusslor i Norden med deltagare i projektet från samtliga länder (Økland et al. 1995, von Proschwitz et al. 1999). Projektet presenteras utförligare i kapitlet ”Naturhistoriska museernas arbete och roll”. Men generellt har de inhemska arterna av målar-musslor och dammusslor länge varit förbisedda inom naturvård och miljöövervakning – några undantag utgör dock tidigare studier av Björk (1962), Norelius (1967), Brönmark & Malmqvist (1982) och Henrikson & Bergström (1996) samt genomförda inventeringar i vissa vatten i Kronobergs län (Samuelsson 2001). Sedan 2001 har emellertid omfattande satsningar gjorts för att uppdatera kunskapen om stormusslorna vad gäller deras biologi, utbredning och populationsstatus (se t.ex. Bergengren et al. 2002a, b; Bergengren et al. 2004 a, b; Holst & Tapper 2005; Berglund et al. 2006; Svensson & Ekström 2006; Gustavsson 2007; Lundberg & von Proschwitz 2007a, b).

Under 1990-talet utvecklades även en metod att via analys av upplagrade ämnen i årsringarna i stormusslornas skal kunna studera och dokumentera miljöhistoriska skeenden. Musselskalen kunde hämtas från de naturhistoriska museernas samlingar där de förvarats som historiska belägg för art-

förekomster. Enstaka skal finns från insamlingar som gjordes redan under 1700-talet, även om merparten av skalsamlingarna täcker en tidsrymd från mitten av 1800-talet till nutid (Mutvei et al. 1994, Dunca 1999). Enbart under 2004 och 2005 tillfördes de naturhistoriska museerna > 400 nya prover i form av nutida skalbelägg, vartill kommer många fynduppgifter för vilka beläggmaterial inte tillvaratagits. Fortfarande bör dock kunskapsbristen om var de olika arterna av stormusslor förekommer i sjöar och vattendrag betraktas som stor ur ett regionalt perspektiv, då flera län ännu inte kommit så långt i karteringar av de regionala vattnen.

Tabell 1. Stormusselarternas förekomst i landet, fördelat över län. X = arten förekommer i länet. † = arten har eftersökts med befaras utgången ur länet. X* = endast skalfynd. Efter von Proschwitz, in press, Zoogeography of the large freshwater mussels (Margaritiferidae, Unionidae, Dreissenidae) in Sweden, med kompletteringar under 2008.

Län	Flodpärlmussla	Äkta målar-mussla	Spetsig målar-mussla	Tjockskalig målar-mussla	Allmän damm-mussla	Större damm-mussla	Flat damm-mussla	Vandrar-mussla	Kinesisk damm-mussla
Skåne M	X	X	X	X	X	X	X	-	X*
Halland N	X	X	X	-	X	X	X	-	-
Blekinge K	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Kronoberg G	-	X	X	X	X	X	X	-	-
Kalmar H	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Va Götaland O	X	X	X	-	X	X	X	-	X*
Jönköping F	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Östergötland E	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Gotland I	-	-	-	-	X	X	†	-	-
Södermanland D	†	X	X	X	X	X	X	X	-
Värmland S	X	-	X	-	X	X	X	-	-
Örebro T	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Västmanland U	X	X	X	-	X	X	X	X	-
Stockholm AB	†	X	X	†	X	X	X	X	-
Uppsala C	-	X	X	X*	X	X	X	X	-
Dalarna W	X	X	X	†	X	X	X	-	-
Gävleborg X	X	-	X	-	X	X	X	-	-
Jämtland Z	X	-	-	-	X	-	-	-	-
Västernorrland Y	X	-	X	-	X	-	X	-	-
Västerbotten AC	X	-	-	-	X	-	-	-	-
Norrbottn BD	X	-	-	-	X	-	-	-	-

Uppdraget

Naturhistoriska riksmuseet har, tillsammans med Länsstyrelsen i Jönköpings län, fått Naturvårdsverkets uppdrag att utreda och presentera en sammanställning om stormusslorna, samt ge förslag på tillämpning inom nationell miljöövervakning. Utredningen redovisar även hittills genomförd miljöövervakningsverksamhet avseende stormusslor i landet.

Utredningen har genomförts under tiden augusti 2007 till mars 2008.

Mål och syfte

- Presentera en sammanställning om stormusslorna och deras föreslagna tillämpning inom nationell miljöövervakning, samt hittills genomförd miljöövervakningsverksamhet avseende stormusslor i landet.
- Belysa de olika stormusselarternas lämplighet som miljöindikatorer.
- Presentera och utvärdera en enkätstudie gällande omfattningen av det hittills utförda arbetet med stormusslor nationellt/regionalt.
- Utreda var och hur en nationell övervakning av stormusslor bör ske (vilka arter av stormusslor och hur ofta), samt kostnadsaspekter kring miljöövervakningen av stormusslor.
- Belysa eventuell påverkan på stormusslor av klimatförändringar.
- Belysa påverkan på stormusslor av fysiska förändringar i deras livsmiljö.
- Belysa påverkan av invasiva arter bland musslor.
- Belysa den kunskap beträffande stormusslor som kan komma att krävas gällande statusklassning enligt EU-ramdirektivet för vatten.



Figur 1. Flodpärlmussla (Margaritifera margaritifera) i filtreringsposition på botten av ett vattendrag, med sifonerna öppna mot det förbiströmmade vattnet. Foto: Jakob Bergengren.

De sötvattenslevande stormusselarterna i Sverige

Artpresentationer samt basfakta kring stormusslornas nuvarande status

Stormusslornas biologi

Levande musslor är filtrerande djur som sitter nedgrävda i botten sedimentet med bakänden uppåt och sifonerna öppna mot vattnet. Några av arterna lever huvudsakligen i sjöar och dammar men samtliga kan även påträffas i strömmande vatten. Bland dessa finns den omtalade och skyddsvärda flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*). Denna och ytterligare två arter: tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) och flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*) har placerats på den senaste svenska rödlistan (Gärdenfors 2005). Orsakerna till tillbakagången för dessa rödlistearter är många: förorening, försurning, fysisk förändring av vattendragens karaktär, igenslammade bottenar och försvinnande värdarter är troligen de viktigaste. Stormusslor är generellt känsliga för eutrofiering och föroreningar. Dikningsföretagens årensningar utgör också allvarliga hot mot arterna, inte bara genom att de vuxna, filtrerande, musslorna störs, utan framför allt genom att störningarna i bottenarna omöjliggör för de mycket unga musslorna att överleva. Därmed avbryts musslornas reproduktionscykel. Resultatet blir åldrande musselpopulationer, vilka på sikt dör ut på grund av den uteblivna nyrekryteringen av ungdjur. För flodpärlmusslan har troligen även det historiskt omfattande fisket efter musslan och dess värdfulla pärlor varit en starkt bidragande orsak till att bestånden av denna art det senaste århundradet minskat drastiskt. Idag finns ofta endast spillror kvar av de tidigare mycket rika förekomsterna. Hundratusentals flodpärlmusslor kunde förekomma i varje enskilt mindre vattendrag i t.ex. skogsbygderna inom det smäländska höglandet likväl som i Norrland (Söderberg 1995, Henrikson et al. 2005, Söderberg et al. 2007).

Stormusslornas larver parasiterar olika fiskarter

Stormusslorna har en mycket intressant fortplantningsbiologi. Våra inhemska arter är skildkönade men byte av kön kan förekomma. Hanarna släpper ut sina spermier direkt i vattnet som sedan tas in av honorna genom filtreringssystemet. De befruktade äggen blir kvar i honornas gälar under några veckor varefter de utstöts som så kallade glochidielarver. För att utvecklas till mussla måste larven genomgå ett parasitiskt stadium i gälarna på en fisk. Valet av värdarter varierar mellan musselarterna. Hos flodpärlmusslan är det konstaterat att värdarterna är öring (*Salmo trutta*) eller lax (*S. salar*). Det har även konstaterats att olika populationer av flodpärlmusslor kan vara anpassade till att nyttja antingen öring eller lax, beroende på lång samexistens med endera av fiskarterna. Följdaktligen fungerar infektionen av musslornas glochidier i ett laxförande vattendrag sämre på öring och tvärtom (Mejdell Larsen 2006). Hos målarmusslor och dammusslor är dock fortfarande kunskapen ofullständig om vilka värdarter de utnyttjar. Ett flertal genomförda provfiskestudier under 2000-talet i strömvattenhabitat med förekomst av tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) har kunnat hypotetisera att bestånden av denna hotade art troligen främst utnyttjar elritsa (*Phoxinus phoxinus*) som värdarter i Sydsverige, medan musselbestånd tillhörande samma art i östra Sverige troligen är mest beroende av stensimpa (*Cottus gobio*) som värdarter (Lundberg & von Proschwitz 2004, Lundberg et al. 2006, Svensson & Ekström 2006). Abborre (*Perca fluviatilis*) är troligen en viktig värdarter för vissa målar- och dammusselarter. Økland & Økland (1997) hävdar att den totala avsaknaden av förekomst för allmän dammussla (*Anodonta anatina*) i det västnorska kustlandet sannolikt beror på att abborre saknas där. En under 2007 genomförd undersökning av glochidieinfekterad abborre från Virån i Kalmar län kunde påvisa att både äkta målarmussla (*Unio pictorum*) och spetsig målarmussla (*U. tumidus*) kan utnyttja abborre som värd. Likaså påträffades i denna studie en glochidie tillhörande spetsig målarmussla (*U. tumidus*) på gälarna hos en ung gädda (*Esox lucius*), vilket visar att även denna fiskart är en möjlig värd för musslornas glochidier. Analysen av glochidierna från värdarterna genomfördes med molekylära metoder (*barcoding*) vid Molekylärsystematiska laboratoriet, Naturhistoriska riksmuseet (Eldenäs & Lundberg opublicerat – se även Källersjö et al. 2005). Denna studie, tillsammans med tidigare refererade, pekar på att det är fullt möjligt att både målar- och dammusslor kan nyttja flera olika fiskarter som värdar för sina glochidier. Ytterligare och mer fördjupade studier krävs dock för att säkrare fastställa vilken/vilka fiskarter som är mest lämpade som värdar, då det även är känt att glochidier kan fästa sig på andra, ”olämpliga”, fiskarter. Glochidierna utvecklas då ej, utan faller av efter 1-3 veckor.

Den unga musslan

Efter några veckor till månader på fiskvärden släpper den då knappt 1 mm stora musslan taget och faller ner till vattendragets eller sjöns botten. Här lever de nu interstitiellt, det vill säga mellan bottenpartiklarna, under någon månad (hos flodpärlmusslan i flera år). Detta stadium, om vars biologi vi vet oerhört lite, utgör troligen den känsligaste fasen i livscykeln hos alla stormusslor. När sedan musslorna nått en storlek av cirka en centimeter sätter de sig i filtreringsposition på sedimentytan med bakänden uppstickande och framänden förankrad i bottenmaterialet.

Igenslamning av musselbottenarna med finpartikulärt material, vilket leder till syrebrist, påverkar med stor sannolikhet det interstitiella stadiet i musslans liv negativt och är därmed ett allvarligt hot. Frånvaron av småmusslor i bestånden tyder på att reproduktionen inte fungerar. Detta är hos flodpärlmusslan (*M. margaritifera*), den hittills mest studerade arten bland stormusslorna, fallet i många sydsvenska bestånd medan det i landets norra delar fortfarande finns stora, rekryterande, populationer.

Långsam tillväxt

Några av arterna blir mycket gamla, tjockskaliga flodformer blir ofta äldre än tunnskaliga sjöformer. En flodpärlmussla kan bli 80 - 280 år (+/-15 år) och en tjockskalig målarmussla 50 - 90 år. Våra inhemska arter av dammusslor är dock mer snabbväxande och når sällan en högre ålder än ca 20-25 år. Genom att en viss årlig tillväxt av skalen sker även hos vuxna musslor kommer skalen att fungera som miljöhistoriska arkiv. Genom att snitta och analysera "årsringarna" i musselskal ger dessa ledtrådar till miljöhistoriska skeenden långt tillbaka i tiden. Även i egenskap av "miljöhistoriska arkiv" är arterna därmed mycket värdefulla och användbara.



Figur 2. Flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*). Foto: Jakob Bergengren.

Flodpärlmussla, *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758), hotkategori VU (sårbar).
Upptagen i EU:s art- och habitatdirektiv, Natura 2000. Fridlyst i Sverige

Skalet är avlångt, njurformigt och tämligen platt (jämför med tjockskalig målarmussla) samt mycket tjockt och tungt. Det blir 10–15 centimeter långt och 5–7,5 centimeter högt. Skalfärgen är brunsvart till svart-blåsvart (Figur 1 och 2) (se även Bergengren et al. 2006e). Arten, vars kulturhistoriska värde även är stort, lever i kalkfattiga och klara, rinnande vatten med botten av sand, grus och sten. I sådana miljöer kan populationstätheterna vara mycket stora. Arten har försvunnit från drygt en tredjedel av de vatten där den fanns under början av 1900-talet och har även tidigare utrotats på många platser. Det tidigare omfattande pärlfisket var en stark orsak till detta. Enligt EU- art- och habitatdirektivet, gällande skydd av livsmiljöer för växter och djur, skall flodpärlmusslan speciellt beaktas. Detta gäller även vid upprättandet av det europeiska nätverket för skyddade områden Natura 2000. Flodpärlmusslan är sedan 1994 fredad i hela landet med stöd av bestämmelser i fiskeriförordningen (1994:1716), men redan tidigare var flodpärlmusslan fredad i flera län.



Figur 3. Äkta målarmussla (*Unio pictorum*). Foto: Jakob Bergengren.

Äkta målarmussla, *Unio pictorum* (Linnaeus 1758)

Denna i Sverige tämligen sällsynta art kan förekomma i såväl bäckar som större åar, floder och sjöar. Dock ej i starkt strömmande vatten. Den föredrar näringsrika eller måttligt näringsrika vatten. Huvudsakligen finner man den i tämligen grunt vatten, ner till 5 - 6 meters djup. Skalet är avlångt, 7–10 centimeter långt (hos stora sjöformer ibland upp till 14 centimeter) och 3–4 centimeter högt. Det är oftast mer än dubbelt så långt som högt. Skalets över- och underkanter är nästan helt parallella. Underkanten böjer sig uppåt först långt ute i den utdragna, tillspetsade bakänden, vilket ger hela skalet ett ”tungformat” utseende. Skalfärgen går ofta i en gul-gulbrun-ljusgrön färgskala (Figur 3) (se även Bergengren et al. 2006f).



Figur 4. Spetsig målarmussla (*Unio tumidus*). Foto: Jakob Bergengren.

Spetsig målarmussla, *Unio tumidus* (Philipsson, 1788)

Denna, den allmännaste bland våra målarmusselarter, förekommer i liknande biotoper som föregående art men även i något mindre näringsrika vatten. Den spetsiga målarmusslan förekommer också ner till större djup än den äkta målarmusslan (9 - 10 meter). Skalet blir 5–8 centimeter (sällan upp till 12 centimeter) långt. Det är ungefär dubbelt så långt som högt. Skalets underkant är oftast tydligt bågformigt böjd i hela sin sträckning. Kanten böjer sig mjukt uppåt mot den oftast kilformigt spetsiga bakänden. Skalet har en gul-gulgrön-olivgrön färgskala. Färgerna är mörkare än hos den äkta målarmusslan. Äldre exemplar är oftast mörkt bruna (Figur 4). I rinnande vatten kan arten bli mycket tjockskalig och kompakt (se även Bergengren et al. 2006g).



Figur 5. Tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). Foto: Jakob Bergengren.

Tjockskalig målarmussla, *Unio crassus* (Philipsson 1788), hotkategori EN (starkt hotad). Upptagen i EU:s art- och habitatdirektiv, Natura 2000. Fridlyst i Sverige

Skalet blir vanligtvis 4–7 centimeter långt (undantagsvis upp till 11 centimeter). Det är oftast mindre än dubbelt så långt som högt. I formen är det elliptiskt till svagt äggformat. Underkanten är vanligtvis rak i mittpartiet och ungefär likartat rundad i bak- och framänden. Bakänden är svagt nedåtböjd. Någon gång kan skalets underkant vara markerat insvängd. Det får då en njurlik form och kan likna flodpärlmusslans, som det dock skiljer sig från genom sin betydligt större omkrets i mittpartiet. Skalet är mycket tjockt och tungt. Skalfärgen är mörkt grön-brun-svart (Figur 5). Dess yta är ofta täckt med kalkkrustor eller järn- och manganbeläggningar (se även Bergengren et al. 2006h). Arten lever i bäckar och åar, men anträffas också vid in- och utlopp från sjöar, dock alltid i de delar där vattnet strömmar. Den föredrar sandiga – grusiga bottenar. Tjockskalig målarmussla är den mest hotade av våra stora sötvattens-musslor. Den är dessutom upptagen som NT (missgynnad) i Internationella Naturvårdsunionens (IUCN) globala rödlista för djur (IUCN 2007). Arten har försvunnit från ett flertal av sina tidigare förekomster, särskilt från isolerade lokaler i norr. Den var, trots rödlistningen, länge förbisedd i Sverige men har på senare tid fått ökad uppmärksamhet. Den senaste 10-årsperiodens inventeringar har påvisat några nya förekomster i Skåne, Småland, Södermanland och i Närke. Förorening och försurning samt fysiska förändringar av vattendragen, igenslammade bottenar och försvinnande värd fiskar utgör hoten mot arten. Enligt EU-art- och habitatdirektivet, gällande skydd av livsmiljöer för växter och djur, skall den tjockskaliga målarmusslan speciellt beaktas. Detta gäller även vid upprättandet av det europeiska nätverket för skyddade områden Natura 2000. Den tjockskaliga målarmusslan är sedan 2001 fredad i hela landet med stöd av tilläggsbestämmelser i fiskeriförordningen (1994:1761).



Figur 6. Allmän dammussla (*Anodonta anatina*). Foto: Jakob Bergengren.

Allmän dammussla (*Anodonta anatina* [= synonym *A. piscinalis*]), (Linnaeus, 1758)

Skalet är rombiskt till äggformat och tämligen stort i omkrets. Det blir vanligtvis 7–10 centimeter långt (i undantagsfall upp till 14 centimeter). Skalfärgen är oftast gul till gulgrön med livliga gröntoner. Skalets över- och underkant divergerar ofta bakåt. Överkanten övergår ofta tvärt i bakkanten (Figur 6). Tjockleken hos skalhalvorna tilltar nedåt, speciellt i framänden. Detta känns tydligt om man håller skalet i framänden, mellan tummen och pekfingeret. Drar man sedan fingrarna nedåt mot den undre kanten så känner man att skalets tjocklek ökar. Inströmningssifonen är bred med korta papiller. Mjukdelarnas färg går ofta i grått till grågult (se även Bergengren et al. 2006i). Denna, den allmänaste bland våra dammusselarter, förekommer i alla typer av fiskförande sötvattensmiljöer, utom de mest näringsfattiga. Den är mindre krävande gällande bottenstrukturer och förekommer även på botten bestående av finsediment. Arten kan även påträffas på relativt stora djup, likväl som i grunda och utsötade havsvikar på ostkusten.



Figur 7. Större dammussla (*Anodonta cygnea*). Foto: Jakob Bergengren.

Större dammussla, *Anodonta cygnea* (Linnaeus 1758)

Denna i Sverige tämligen ovanliga art lever huvudsakligen i sjöar och dammar men den anträffas ibland även i lugna delar av vattendrag. Den är mera krävande än föregående art och föredrar näringsrikare vatten. I sådana miljöer kan dock lokalt populationstätheterna vara stora. Arten förekommer huvudsakligen på mjukbotten med slam – även på relativt stora djup, ner till 20 meter. Skalet är långsträckt till äggformat och med tämligen stor omkrets. Det blir vanligtvis 12–16 centimeter långt (men kan överstiga 20 centimeter). Exemplar från strömmande vatten är oftast relativt små. Unga individer är ofta något plattare än allmän dammussla. Skalfärgen är vanligen gul-olivbrun, ibland med matta gröntoner. Skalets över- och underkant är ofta nästan parallell. Överkanten är rak och över-

går mjukt i bakkanten (Figur 7). Skalet är lika tunt i både över- och underdelen. Inströmningsrifonerna är smala med långa papiller. Mjukdelarnas färg går ofta i rosa till orange (se även Bergengren et al. 2006j).



Figur 8. Flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*). Foto: Jakob Bergengren.

Flat dammussla, *Pseudanodonta complanata* (Rossmässler, 1835), hotkategori NT (hänsynskrävande)

Skalet blir 6–8,5 centimeter långt och är tydligt sammantryckt från sidorna. Skalfärgen är gulgrön till intensivt olivgrön-brun. Framdelen är lägre och mycket kortare än bakdelen (ofta endast 1/4-del av dennas längd). Skalets översida tilltar jämnt i höjd, vilket får den att avvika starkt från den jämnt böjda undersidan. Umbo (skalbucklan) är belägen långt framåt på den sluttande överkanten (Figur 8) (se även Bergengren et al. 2006k). Arten förekommer sällsynt i långsamt flytande partier av större vattendrag, men även i sjöar. Vattnen bör vara naturligt näringsrika, med bottenar där mjuka, finkorniga sediment som lera, mjåla eller sand dominerar. Förekomsterna är ofta individmässigt små och isolerade. Arten är placerad i hotkategori NT (missgynnad) på nationella rödlistan 2005. Flat dammussla är dessutom upptagen som NT (missgynnad) i Internationella Naturvårdsunionens (IUCN) globala rödlista för djur (IUCN 2007). Den uppvisar en mycket tydlig underartsbildning med en rad morfologiskt mycket karakteristiska former i olika flodsystem (Nesemann 1993, Falkner et al. 2002). De svenska populationerna tillhör underarten *klettii*, vilken förekommer i artens nordliga utbredningsareal (det senaste nedisningsområdet). Kännedom om den flata dammusslans biologi är fortfarande ofullständig. Populationstätheten tycks genomgående vara låg och man finner oftast endast ett fåtal individer. Blandbestånd, där arten förekommer tillsammans med både allmän dammussla (*A. anatina*) och större dammussla (*A. cygnea*), är ej ovanliga. Förhållandet 60 (*A. anatina*): 35 (*A. cygnea*): 5 (*P. complanata*) på en lokal är inte ovanligt. Liksom större dammussla (men till skillnad från allmän dammussla) gräver den flata dammusslan gärna ner sig nästan helt i botten substratet. Arten uppvisar, jämfört med övriga svenska stormusselarter, en tydlig könsdimorfism. Honorna är betydligt tjockare och har en större omkrets. Det är oklart vilka värd fiskarter som flata dammusslans glochidielarver använder. Glochidielarvernas utseende är dock välkänt och skiljer sig från dem hos släktet *Anodonta* genom avsaknad av så kallad ”simtråd” (*glochidial thread* eller *velum*). Jämfört med andra stormusselarter är antalet glochidier per hona relativt litet (ca 20 000) (von Proschwitz 2002). Enligt uppgifter från Tyskland och Storbritannien, bär honorna larverna i gälarna över vintern och frigör dem under januari-april (Nagel 1985, McIvor & Aldridge 2007). Det interstitiella stadiet, dvs. den period när de unga musslorna lever nergrävda i botten sedimentet (efter att ha lämnat värd fiskarna och till dess de tillväxt nog för att sätta sig i filtreringsposition), varar ca 8-10 månader (Nagel 1985). Den låga populationstätheten, det låga antalet producerade glochidielarver per hona och det uppsplittrade utbredningsområdet i landet gör arten sårbar och motiverar att den införts i den svenska rödlistan 2000 och 2005.



Figur 9. Vandrarmusslor (*Dreissena polymorpha*). Foto: Jakob Bergengren.

Vandrarmussla eller ”zebramussla”, *Dreissena polymorpha* (Pallas 1771)

Skalet är spetsigt triangelformat och umbo (skalbucklan) ligger i triangelns utdragna spets. Längden är 2,5–4,0 centimeter. Skalthalvorna är v-formade med plattad översida. Inskärningen bildar en markerad ås på utsidan i hela skalets längd (Figur 9). Ungdjur har ett tydligt zick-zackmönster bestående av mörkare ränder på ljus botten. Mönstret blir otydligare hos vuxna djur som ofta är mörkt bruna (se även Bergengren et al. 2006). Arten förekommer invasivt i såväl sjöar som i floder och åar. Den fäster sig med starka byssustrådar på fasta föremål. Lokala massförekomster är ej ovanliga. Vandrarmusslan lever ursprungligen i floder i svarta havsområdet (det pontiska – kaspiska området) och har med sjöfarten spridits vida omkring. I Mälaren dök den upp på 1920-talet.

Då vandrarmusslan är en introducerad och främmande art i Sverige undantogs den från arbetet under 2001-2002 med att ta fram en gemensam undersökningstyp för övervakning av stormusslor i sötvatten (Bergengren et al. 2002a, 2002b, 2004a, 2004b). Dock har Institutionen för miljöanalys, SLU, undersökt möjliga metoder för övervakning av främmande arter i akvatiska system i Sverige. Vandrarmusslan har studerats sedan 2005 och via en riskanalys kopplad till dess invasivitet, har en föreslagen metodik för nationell övervakning av vandrarmussla tagits fram (Grandin 2005a, b; Grandin et al. 2006; Grandin & Larsson 2007a, b), se även ”Invasiva stormusselarter – vandrarmussla”.



Figur 10. Kinesiska dammusslor (*Sinanodonta woodiana*) från Naturhistoriska riksmuseets samlingar. Foto: Stefan Lundberg.

Kinesisk dammussla, *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834)

Den kinesiska dammusslan är en stor musselart som kan nå en längd av 12-26 cm och en maxhöjd av ca 12 cm. Skalfärgen är mörkt brun – gulgrön – mörkt grön (Figur 10 och 14). Arten förekommer ursprungligen i Ostasien men har med människans hjälp spridits till stora delar av Europa. Fynd av arten i Sverige har hittills endast utgjorts av skal från döda djur. Den kinesiska dammusslan sprids via glochidieinfekterade karpfiskarter som importerats till bl.a. karpfiskodlingar, eller via trädgårdsmarknadens försäljning av både importerade karpar och musslor, att nyttjas i trädgårdsdammar.

Var i Sverige finns stormusselarterna?

Med undantag av de allra minsta bäckarna och temporära småvattnen och gölarna högst upp i ett avrinningsområde kan våra inhemska arter av stormusslor etablera sig i alla typer av inlandsvatten i Sverige under förutsättning att dessa är fiskförande, allt från mindre bäckar, åar och små skogssjöar uppströms, till större sjöar och strömvattens huvudfåror längre nedströms (se även Tabell 1 och Bilaga 1). Abundansen – beståndstätheten – hos de olika arterna, kan dock variera kraftigt mellan artförekomster i uppströms respektive mer nedströms belägna habitat. I en högt belägen källsjö med humus- eller klarvattenkaraktär, dvs. oligotrofa – mesotrofa förhållanden, begränsar sig ofta mussel-faunan till enstaka individförekomster av den allmänna dammusslan (*A. anatina*), medan en längre nedströms liggande, måttligt eutrof, sjö i södra till östra Sverige kan hålla relativt individrika bestånd av hela fem arter stormusslor; två arter målarmusslor och tre arter dammusslor. För Mälaren, Hjälmaren och deras tillrinnande vatten tillkommer även den främmande och invasiva vandrarmusslan (*D. polymorpha*). I sjöar inom övre Norrland begränsar sig dock generellt förekomsterna till en art, den allmänna dammusslan (*A. anatina*), som även här lokalt kan förekomma i mycket individrika bestånd. I de högst belägna fjälltrakternas sjöar och bäckar saknas dock förekomster av stormusslor. Studier av utbredningen hos abborre i Norge har visat sig väl korrelera med den allmänna dammusslans utbredning i vårt grannland, vilket även indikerar denna fiskarts betydelse som värd för denna stormusselarts glochidielarver (Økland & Økland 1997). Den invasiva vandrarmusslan (*D. polymorpha*) likväl som den inhemska arten allmän dammussla (*A. anatina*) kan även förekomma i brackvatten inom östra kustzonen. Äldre fynd av vandrarmussla (*D. polymorpha*) finns från Stockholms skärgård (Naturhistoriska riksmuseets samlingar). Den allmänna dammusslan (*A. anatina*) påträffades 2006 på två lokaler i Edsviken (norra Storstockholm) i samband med en inventering (linjetaxering) av makrofytförekomst i denna vik av Östersjön (Wibjörn & Hallén 2006). Långt äldre fynd av arten finns även från grunda vikar inom Stockholms skärgård (Lundberg 1888).



Figur 11. I skogslandskapets högt belägna bäckar och åar med klart och näringsfattigt vatten kan den sällsynta flodpärlmusslan påträffas. Foto: Jakob Bergengren.

Var inom ett avrinningsområde kan arterna påträffas?

Ett avrinningsområdes ”strömvattenordning”, likväl som dess trofiska nivå, är viktiga parametrar för att mer specifikt kunna peka ut var olika arter av stormusslor förekommer. Många olika miljöparametrar förändras från källområdet till mynningen i ett heltäckande avrinningsområde. Vattnets sommartemperatur ökar t.ex. nedströms medan detritus och botten sedimentens partikelstorlek minskar nedströms. En annan viktig faktor är att tillgången på syre i vattnet generellt minskar längre nedströms i avrinningsområdet, som en följd av att vattnets näringsnivå och därmed även dess syretäring ökar. I inlandsvatten med mycket låg näringsstatus etablerar sig i regel endast få stormusselarter, medan fler arter kan leva i vatten med högre näringsstatus. Artdiversiteten inom sötvattensekosystemet ökar också generellt längre nedströms. Inom ett vattendragssystem förekommer flodpärlmusslan (*M. margaritifera*) främst i vattendrag i de uppströms liggande delarna, där näringshalten i strömvattenmiljöerna generellt är låg (Figur 11). Den tjockskaliga målarmusslan (*U. crassus*) påträffas främst strax nedströms om flodpärlmusslans livsmiljöer, men med visst överlapp inom habitatet. Den tjockskaliga målarmusslan är den enda europeiska stormusselart som generellt kan associeras med flodpärlmusslans habitat (Bauer et al. 1991, Nagel 2002). Ett exempel är Vramsån, inom Helgeåns vattensystem, i nordöstra Skåne, där både flodpärlmusslor och tjockskaliga målarmusslor förekommer sympatriskt i samma livsmiljöer. Äkta målarmussla (*U. pictorum*) och spetsig målarmussla (*U. tumidus*), tillsammans med de tre dammusselarterna, likväl som den främmande vandrarmusslan (*D. polymorpha*), påträffas främst i de näringsrikare miljöerna, både lentiska och lotiska, längre nedströms i vattensystemen. Den större dammusslan (*A. cygnea*) är dock betydligt sällsyntare och utbredningsmässigt mer begränsad än den allmänna dammusslan (*A. anatina*). Ekologiskt är den större dammusslan också mer fordrande än *A. anatina* och den förekommer huvudsakligen i nedströms belägna mesotrofa till eutrofa sjöar, men även i de nedre, mer långsamt flytande, delarna av åar och större vattendrag i den sydöstligaste delen av landet. Arten föredrar de näringsrikare bottenarna, dominerade av finsediment, där den förekommer även ner till större djup (Bergengren et al. 2002, von Proschwitz 2002b). Den främmande och invasiva kinesiska dammusslan (*Sinanodonta woodiana*) har hittills bara påträffats i av människan konstruerade mindre dammar i Sverige. Arten kan dock, precis som andra dammusslor, tänkas etablera sig i andra mer naturliga vattenmiljöer nedströms i de näringsrikare delarna av ett avrinningsområde.

Stormusslornas generella fläckvisa förekomst, samt förmåga att lokalt ”samlas” inom specifika habitat, i stora, individrika och ibland även täta musselbankar inom strömvattensystemen, har studerats inom den akvatiska ekologin (se t.ex. Strayer 1999). Frågeställningarna kring detta fenomen har speciellt handlat om dessa fläckvisa massförekomster främst kan kopplas till arternas specifika habitatpreferenser (t.ex. preferens för visst vattendjup, strömhastighet, grovlek hos botten sediment etc.) eller om fenomenet snarare styrs av den hydrauliska stress som musslorna utsätts för i samband med högfloden, vilket innebär att de ofelbart hamnar i de delar av ett vattendrag där de mest stabila förhållandena gäller över längre tidsperioder. Å andra sidan kan denna senare förklaringsmodell svårligen tillämpas i de vattensystem, inklusive sjöar, där flödesvariationer saknas och därmed bottenarna ej utsätts för sådana störningar (dvs. hydrologiskt mer stabila vattendrag och sjöar). Trots detta visar studier att i vattensystem med höga flödesvariationer uppträder stormusslor ofta i aggregerade bestånd i mer begränsade delar av vattendragen, där stressen från kraftiga flödesvariationer är låg och där även andra organismgrupper (akvatiska insekter m.m.) kan överleva och till och med ackumuleras i hög individtäthet. Detta väcker ytterligare frågeställningar som t.ex. hur och varför dessa täta bestånd av stormusslor hamnar i de delar av vattendraget där bottenarna är mest stabila. Kanske dessa kompakta musselbäddar är en produkt av differentierad dödlighet under förutsättning att de unga (juvenila) musslorna kan antas bottenfälla i en slumpvis men ändå relativt jämn fördelning över botten sedimenten, men endast överlever i de botten som är mer stabila över tid. Alternativt kan den fläckvisa förekomsten möjligen förklaras av värdfiskens stationära beteende, vilket innebär att de unga (juvenila) musslorna bottenfaller i omedelbar närhet av de modernusslor som tidigare gett upphov till värdfiskinfektionen. Trots att det förefaller tämligen osannolikt att de unga (juvenila) musslorna kan identifiera de delar av ett vattendrag där de mest stabila förhållandena råder över längre tidsperioder, kan det inte uteslutas att de kan detektera förekomster av vuxna stormusslor och på detta sätt styra sin bottenfallning i eller nära redan existerande musselbäddar, vilket även framförts som en förklaringsmodell för marina evertebrater med liknande livscyklar.

Vilka arter har en god spridning inom landet?

I svenska vatten är spetsig målarmussla (*U. tumidus*), tillsammans med allmän dammussla (*A. anatina*), de mest frekvent förekommande arterna och bildar normalt även de individrikaste bestånden i både sjöar och vattendrag. Dock begränsas den spetsiga målarmusslans utbredning från Skåne till södra Värmland i väster och mellersta Medelpad i öster, medan den allmänna dammusslan har en genomgående utbredning från Skåne till Lappland. (se t.ex. Bergengren 2002a, b; Bergengren et al. 2004 a, b; Lundberg & von Proschwitz 2007a, b; von Proschwitz in press). Flodpärlmusslan (*M. margaritifera*) har likaså en genomgående utbredning i Sverige och på den skandinaviska halvön (Tabell 1 och Bilaga 1). Stora utbredningsluckor finns dock, framförallt inom låglandsområden där finsediment dominerar bottnarna i vattendragen. En sådan mycket stor lucka omfattar nästan hela Mälardalen, inklusive angränsade delar av Södermanland, Uppland och Västmanland. Arten tycks även saknas i hela Kronobergs län, vilket är mera svårförklarligt. Den skandinaviska fjällkedjan utgör också en stor utbredningslucka. Arten når fram till förlandet både på den svenska och den norska sidan men inte upp på högre nivåer i själva fjällen.

Den allmänna dammusslan (*A. anatina*) saknas, liksom flodpärlmusslan, i den skandinaviska fjällkedjan, men har i motsats till denna art en mer östligt präglad utbredning. *A. anatina* är dock den allmännaste limniska stormusselarten i Sverige med en genomgående utbredning i landet, från Skåne till Torne Lappmark. Norr om Dalälven tunnar förekomsterna ut, men detta beror troligen huvudsakligen på att arten i Norrlandslänen inte inventerats lika intensivt som flodpärlmusslan (Tabell 1 och Bilaga 1).

Flodpärlmussla, *Margaritifera margaritifera*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 33. Artens geografiska utbredning omfattar norra halvklotet, på båda sidor om Atlanten. I Nordamerika finns den i de östra delarna av USA och Kanada. I Europa går utbredningsgränsen från Spanien i söder, via Alperna genom Östeuropa och upp genom Ryssland till Ishavet. De största flodpärlmusselbestånden finns i Skottland, Skandinavien och nordvästra Ryssland samt sannolikt också i Kanada. Kunskapen om förekomst, trender och hotbild i svenska flodpärlmusselvatten är ganska god till följd av att mer eller mindre omfattande inventeringar gjorts i de flesta län sedan början av 1980-talet. Dessa visar att flodpärlmussla förekommer i såväl skogs- som jordbrukslandskap från Norrbotten i norr till Skåne i söder. De enda län utan dokumenterad, tidigare eller aktuell, förekomst är Uppsala, Kronobergs och Gotlands län (Henrikson et al. 2005). Större sammanhängande områden där flodpärlmusslorna tycks saknas finns längs fjällkedjan, östra delarna av Svealand och centrala Götaland, men enstaka skalfynd har gjorts så sent som under senare delen av 1900-talet i ett par vattendrag i östra Svealand – Åvaån, Stockholms län (1975) och Kilaån, Södermanlands län (1997). Flest flodpärlmusselförande vattendrag finns i södra Norrlands kustland där Västernorrland och Gävleborgs län tillsammans hyser flodpärlmusslan i 206 vattendrag, vilket motsvarar nästan 40 % av de flodpärlmusselförande vattendrag som nu är kända i Sverige. Men även västra delen av Götaland hyser många flodpärlmusselförande vattendrag (Söderberg et al. 2007).

Äkta målarmussla, *Unio pictorum*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 34. För denna art har tidigare det svenska trivialnamnet *allmän målarmussla* använts. Eftersom den är påtagligt mera sällsynt än och har en betydligt mera begränsad utbredning än släktets allmännaste art, spetsig målarmussla (*U. tumidus*), är det olämpligt att det missvisande namnet behålls. Därför har trivialnamnet 'äkta målarmussla' antagits för *U. pictorum*. Detta anknyter också bättre till artepitetet *pictorum*. Linné gav arten detta namn med tanke på skalens användning som färgskålar av konstnärer. Den äkta målarmusslan har en utpräglad östlig utbredningsbild och är mycket sällsynt i Västsverige. Förekomsterna är dessutom begränsade till vissa vattensystem. Tidigare västligaste kända lokal (norr om Skåne) har länge varit sjöarna i Valle härad, Västergötland, men sedan 2002 finns även artfynd tillhörande *U. pictorum* i vattenområden i Halland. Det nordligaste svenska fyndet i modern tid härrör från Uppland, Vendelån (Gylje 2004). Arten är tidigare känd från Fyrisåsystemet, men samtliga fynd är av äldre datum (<1950), de flesta från 1800-talet eller 1900-talets början. 1800-talsfynd finns från norra Uppland, Dannemora (Kungsån), liksom från Hedemora-trakten i Dalarna (nordligaste historiska lokaler i Sverige) (von Proschwitz 2005).

Spetsig målarmussla, *Unio tumidus*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 35. Arten är tämligen allmän och förekommer från Skåne till södra Värmland i väster och mellersta Medelpad i öster. Flera intressanta fynd, vilka i hög grad utökar den kända utbredningen av arten i Halland, har gjorts i samband med inventeringar av länets sötvattensmusslor. I Viskan påträffades arten 2004 vid Kullagård och Kalvhult – detta är de första nyare fynden i Viskan. Dessutom har fynd gjorts i Ätran inom den halländska delen av dessa vattensystem. I Ätran finns dock fynd högre upp, i västgötadelen. Dessutom påträffades arten 2003 vid Karsefors i Lagan – det första fyndet överhuvudtaget i Lagan-systemet och det sydligaste i Halland. Den spetsiga målarmusslans totalutbredning i Sverige har en viss östlig prägel, men delvis kan detta bero på att Västsverige generellt sett är sämre undersökt än Östsverige. Den östliga prägelns är dock inte lika uttalad som hos äkta målarmussla (*U. pictorum*) och tjockskalig målarmussla (*U. crassus*) (von Proschwitz 2005).

Tjockskalig målarmussla, *Unio crassus*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 36. Ur ett historiskt perspektiv förekommer den tjockskaliga målarmusslan, mycket sällsynt, i östra Sverige från Skåne till norra Uppland och sydöstra Dalarna. I nutid har inga återfynd (levande djur) gjorts på artens utpostlokaler i norr; Uppland och södra Dalarna. Utbredningsområdet, likaså ur ett historiskt perspektiv, är splittrat i flera mindre arealer: Skåne län – västra Blekinge län – södra Kronobergs län (Helge å och Mörrumsån), östra och nordöstra Småland (Kalmar och Jönköpings län) – södra Östergötlands län och södra Södermanlands län. Dessutom finns isolerade utpostlokaler i Närke (Örebro län), norra Uppland (Uppsala län) och sydöstra Dalarnas län. Ytterligare förekomster av tjockskalig målarmussla har konstaterats på nya lokaler i Skåne, Blekinge, Kalmar, Kronobergs, Jönköpings, Södermanlands och Örebro län under senare år (Lundberg & von Proschwitz 2004, von Proschwitz & Lundberg 2004, Nekoro & Sundström 2005a, b, Samuelsson 2006, Svensson & Ekström 2006, von Proschwitz in press). Totalutbredningen omfattar, med stora luckor, större delen av Europa – utom Italien, Iberiska halvön, brittiska öarna, Norge och Island – med utlöpare till Svarta-havsområdet och Främre Orienten. Utbredningsgräns i nordost är Dwinas flodsystem, i sydost Eufrat och Tigris-systemen i Irak (von Proschwitz & Lundberg 2004a, b; Lundberg et al. 2006).

Allmän dammussla, *Anodonta anatina*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 37. Denna, vår vanligaste stormusselart, förekommer allmänt i hela landet från Skåne till Lappland men är ovanligare i det inre av Norrland och saknas i fjällkedjan. Arten förekommer i alla typer av vatten, utom de mest näringsfattiga. Den påträffas även på relativt stora djup.

Större dammussla, *Anodonta cygnea*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 38. Den större dammusslan är betydligt sällsyntare och utbredningsmässigt mer gles och begränsad än den allmänna dammusslan (*A. anatina*). I Sverige är den större dammusslan huvudsakligen en sydöstlig art vars nordgräns följer i stort *limes norrlandicus* i Mellansverige, men utan någon förlängning mot norr längs norrlandskusten. Nordligaste fynden av större dammussla härrör från Storsjön i Gästrikland samt sedan 2006 från Skärjån på gränsen mellan Gästrikland och Hälsingland (Gävleborgs län). I Sydsverige ligger huvuddelen av förekomsterna i öster, västerut tunnast utbredningen ut betydligt. Inga förekomster är kända i västra Småland, endast ett fåtal i västra Västergötland och en enda i Bohus län. Ekologiskt är arten mer krävande än allmän dammussla (*A. anatina*) och den förekommer huvudsakligen i mesotrofa-eutrofa sjöar, men även i långsamt flytande delar av åar. Artens ekologi beskrivs närmare hos Bergengren et al. (2002) och von Proschwitz (2002b). På grund av brist på lämpliga livsmiljöer hör säkerligen den större dammusslan till de ovanligare stormusslorna västerut i Hallands län. Fynd har gjorts i Glänninge sjö, en av få eutrofa sjöar i länet. Ytterligare förekomster skulle möjligen kunna finnas i långsamflytande partier av hallandsåarnas nedre delar (von Proschwitz 2004).

Flat dammussla, *Pseudanodonta complanata*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 39. Denna i Sverige utpräglad sällsynta art är utbredd från nordvästligaste Ryssland till Brittiska öarna, från mellersta Sverige och södra Finland till Donausystemet i öster och Garonnesystemet i Frankrike i sydväst. Utbredningen är till stora delar splittrad i mindre arealer. Arten når ej Medelhavsområdet. I Sverige har arten spridda förekomster från Skåne till södra Värmland. I öster når den södra Medelpad, men stora utbredningsluckor föreligger. En mycket stor

lucka omfattar nästan hela centrala och västra Småland, samt södra Västergötland, Halland och nordvästra Skåne. Artens status är på många håll dåligt känd men troligen har den försvunnit från flera tidigare förekomster. I Gotland, Bohuslän och Hälsingland har inga fynd gjorts efter 1950 och flertalet fynd från dessa landskap är mycket äldre (1800-talet). Största antalet fynd efter 1950 har gjorts i ett område omfattande nordöstra Götaland – södra Svealand (Östergötlands, Södermanlands och Örebro län, samt i de större åsystemen i Uppsala län och i södra Dalarna).

Vandarmussla, *Dreissena polymorpha*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 40. Denna, ursprungligen ponto-kaspiska, art började under inledningen av 1800-talet att snabbt spridas över Europa (se även Aldridge et al. 2004). Det delvis komplicerade spridningsförloppet har tyvärr ofta skildrats felaktigt i litteraturen. En geografiskt och kronologiskt riktig översikt ges av Falkner (1996). Arten iaktogs första gången i Mälaren 1925 (Pilsbo, Skofjärden, Ekoln) (Arwidsson 1926). Sedan dess har, olikt förhållandena på andra håll i Europa samt Nordamerika, ingen explosionsartad spridning av arten skett. Riktigt talrikt har den endast uppträtt i Ekoln inom östra Mälaren och några därmed förbundna vattendrag och sjöar. Sedan 1970-talet uppträder den även i stort antal i sjön Erken i Uppland. 1968 dök den upp i Hjälmaren. Där och i Eskilstunaån har ytterligare ett antal fynd gjorts sedan dess. En stor utbredningslucka tycks ha utgjorts av Mälarens mellersta och västra fjärdar. Under en stormusselinventering i Södermanland anträffades emellertid vandarmusslor i den avsnörda och eutrofa Sörfjärdens sydostända (Lundberg & von Proschwitz 2002a). Detta tillsammans med en rapporterad förekomst i Svartåns mynningsområde i Västerås, Västmanland, visar att arten, om än mycket lokalt, också förekommer i västra Mälaren och lokalerna bildar en förbindelseänk mellan de välkända förekomsterna i sjöns östra del och de i Eskilstunaån-Hjälmaren. Att vandarmusslan aldrig massförökats i anmärkningsvärt hög grad i Sverige och att dess spridning ännu är högst beskedlig jämfört med förhållandet på europeiska kontinenten och i Nordamerika är anmärkningsvärt. Det bör noteras att ingen etablering skett i Vänern eller Vättern eller i någon av de skånska sjöarna, vilka borde passa arten. I Mälardalen befinner den sig troligen nära sin klimatologiska utbredningsgräns. Det stora antal döda musslor som påträffats efter stränga vintrar med lång isläggning i Mälaren och Erken tyder på detta. Efter sådana vintrar tycks det ta viss tid för musslan att bygga upp höga populationstätheter. Arten sprids genom pelagiska larver, men säkerligen också genom att musslorna med sina starka byssustrådar fäster sig på hårda föremål och på detta sätt kan transporteras med fartyg och fritidsbåtar (von Proschwitz 2003).

Kinesisk dammussla, *Sinanodonta woodiana*

Utbredningskarta, se Bilaga 1, Figur 41. Den kinesiska dammusslan förekommer ursprungligen i Ostasien, i området från Amurfloden, över stora delar av Kina till Kambodja. Från detta område har arten med människans hjälp spridits till, och etablerat sig i, stora områden av Sydostasien, söder om det naturliga utbredningsområdet. Inom Europa är arten idag förekommande i Belgien, Holland, Frankrike, Italien, Tyskland, Österrike, Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Serbien, Grekland, Rumänien, Ukraina och Sverige (von Proschwitz 2006a). De svenska fynden av denna främmande och invasiva art begränsar sig hittills till skalfynd från en karpfiskodling i Skåne 2005 (Svensson & Ekström 2006), samt från en trädgårdsdamm i Göteborgstrakten under 2007 (von Proschwitz muntl.).

Stormusslor som miljöindikatorer

Indikatorer på höga naturvärden

Flodpärlmusslan (*M. margaritifera*), likväl som övriga svenska stormusselararter, kan nyttjas som miljöindikator på grund av komplex reproduktion och relativt lång livslängd. Den långa tidsrymd (minst 20 år) som flodpärlmusselbestånden i landet studerats innebär också att kunskaperna kring denna arts beståndstätheter, åldersfördelning, rekryteringsförmåga m.m. på dess nuvarande lokaler måste betraktas som relativt god. Dock är motsvarande kunskaper om övriga inhemska stormusselararter ännu ofullständig, men det bör framhållas att även dessa är lämpliga indikatorer på naturvärden samtidigt som de, precis som flodpärlmusslan, är stationära och därmed lättövervakade. Det under åren 2001-2002 genomförda "Stormusselprojektet" (se Bergengren et al. 2002a, b) i fem län i södra Sverige har genererat mycket ny information kring de nationella arterna av målarmusslor och dammusslor. Det nationella bevarandearbetet under den senaste 10-årsperioden gällande den starkt hotade tjockskaliga målarmusslan (*U. crassus*) har också genererat mycket ny och värdefull kunskap om denna art och dess habitat i Sverige (se t.ex. Lundberg et al. 2006).

Flodpärlmusslans känslighet för störningar i kombination med dess stationära uppträdande, förhållandevis vida utbredning och långa livslängd medför att arten kan fungera som en mycket bra indikator på utvecklingen av naturlighet i våra rinnande vatten. Arten har dessutom rollen som en paraplyart i ekosystemet rinnande vatten. Finns flodpärlmusslan i en livskraftig population i ett vattendrag så finns även förutsättningar för att alla andra naturligt förekommande arter skall kunna existera i livskraftiga populationer

Avsaknad av nyrekrytering är ett problem i många musselförande vattendrag. Om populationerna ej tillförs små musslor i tillräcklig utsträckning kommer bestånden att på sikt försvagas och dö ut. Då livskraftigheten hos ett bestånd av stormusslor skall bedömas, bör alltså fokus läggas på andelen unga (små) musslor i beståndet. Ju större andel små musslor som påträffas, desto större möjlighet ges beståndet att överleva på längre sikt, samtidigt som detta förhållande även indikerar höga naturvärden, såväl i vattenmiljön som i det omgivande landskapet.

Flodpärlmusslan är unik så till vida att den kan bli över 250 år gammal. Arten har under 1900-talet försvunnit från många av sina tidigare kända förekomster. Förutom det tidigare pärlfisket är orsaken till detta många: förorening, försurning, dikning, förändring av vattendragens karaktär samt negativa förändringar i de öring- eller laxbestånd som fungerar som värd fiskar för flodpärlmusslornas larver. Trots detta utgör Sverige, framför allt norra Sverige, ett kärnområde för flodpärlmussla, vilket gör att vi har ett internationellt ansvar för artens långsiktiga överlevnad. Ett livskraftigt bestånd av flodpärlmussla i ett vattendrag bör även anses vara ett tecken på ett väl fungerande landskapsekosystem med liten grad av mänsklig påverkan.

Även i Ryssland har flodpärlmusslan minskat inom de flesta populationerna och arten har försvunnit från 70 vattendrag i Karelens och Murmansk distrikt. Orsaker till att flodpärlmusslor minskat kraftigt eller slagits ut från vattendrag i Ryssland anses vara pärlfiske, föroreningar, flottning, minskade värd-fiskpopulationer och vattenkraftsutbyggnad. Men i älven Varzuga på Kolahalvön anses människans påverkan på vattendraget och dess biflöden vara obetydlig. Detta vattensystem är helt opåverkat av vattenreglering och någon flottning har inte förekommit. Varzuga-älven har således en helt naturlig vattenregim. Skogsbruk förekommer inte inom en zon på ca en km på vardera sidan om älven. Även musselpopulationen i vattendraget har undersökts och beskrivits. Undersökningarna har visat att flodpärlmusslor förekommer längs 220 kilometer av vattensystemet, främst i Varzugas huvudfåra men också i biflödena Indel och Pana. Den totala populationen av flodpärlmusslor i älven har skattats till hela 140 miljoner individer. Musselbeståndets rekryteringsförmåga har likaså skattats och visar att andelen musslor <50 mm är 27 %, varav 5,5 % har en skallängd kortare än 20 mm. Detta gör flodpärlmusselbeståndet i Varzuga-älven till världens största kända och rekryterande bestånd (Ziuganov et al. 1994). Varzuga utgör därmed ett referensvattendrag till de svenska vattnen. I jämförelse med ett urval nordsvenska skogsälvar, där miljöövervakning bedrivs, är vattnet i Varzuga-älvens huvudfåra tämligen välbuffrat med hög alkalinitet, hög hårdhet och liten differens mellan dessa surhetsparametrar. Vattnet i huvudfåran är också relativt näringsfattigt med måttligt höga totalfosfor-halter, som ligger i nivå med de nordsvenska skogsälvarna (Bergengren et al. 2004c).

Eriksson et al. (1998) samt Henrikson et al. (1998) har utvecklat en metod för att bedöma flodpärlmusselbeståndens skyddsvärde. De har beskrivit och bedömt 53 bestånd från hela Sverige. Bedömningen görs med utgångspunkt från populationsstorleken, medeltätheten, utbredningens längd i vattendraget, minsta funna mussla, andel musslor <20 mm och andel musslor <50 mm. Flest poäng får stora bestånd med riklig andel av små musslor. Maximalt kan 36 poäng erhållas. Resultaten visar att fem av de sex mest skyddsvärda bestånden finns i Västernorrland. Det högsta poängtal som erhöles var 27 (Sulån, Västernorrland). Med hjälp av dessa studier och uppgifter från Ziuganov et al. (1994) har ett poängtal för skyddsvärdet beräknats för beståndet i referensvattendraget Varzuga. Totalsumman blev 32, vilket med råge överstiger de bestånd som hittills beskrivits i Sverige. De finare svenska bestånden anses ändå ha ett skyddsvärde även ur ett internationellt perspektiv.

Varzuga-älvens vattensystem har alltså ett stort värde som referens i miljöövervakningsarbete. För att t.ex. kunna hantera och uppfylla ramvattendirektivets mål om hög respektive god ekologisk status kan begreppen ”urvatten” resp. ”naturvatten” definieras. Med ”urvatten” menas då ett vatten med ett miljö-tillstånd där mänsklig påverkan är mycket liten och de ekologiska effekterna endast är obetydliga. ”Urvatten” kan användas som naturliga referenser i allt vattenvårdsarbete. Med ett ”naturvatten” menas ett vatten som inte uppvisar mer än små avvikelser från naturtillståndet (referenstillståndet). De flesta av Sveriges vattendrag är idag så påverkade att de inte når upp till målet god ekologisk status. Många vatten går dock att restaurera men vissa vattendrag är idag så påverkade att de inte kommer att kunna hysa ett naturligt växt- och djurliv inom överskådlig tid. Till dessa övriga vatten hör t.ex. för vattenkraft utbyggda älvsträckor, där lägre krav på ekologisk status ställs i vattendirektivet (Bergman, et al. 2006).

Indikatorer på fysisk påverkan i livsmiljön

Stormusslor har tack vare sitt speciella levnadssätt en komplex hotbild. Orsaken till exempelvis flodpärlmusslans tillbakagång är dels direkta fysiska förändringar av vattendragen, såsom exempelvis vattenkraftsutbyggnad och flottledsrensningar, men även i många vattendrag med till synes mindre fysisk påverkan är denna art på tillbakagång. Historiskt utgjorde naturligtvis även pärlfisket ett påtagligt hot mot flodpärlmusslan. För närvarande bedöms igenslamning samt försurning vara de två största anledningarna till artens tillbakagång i Sverige. Den komplexa hotbilden medför att i stort sett all mänsklig aktivitet i vattendragens avrinningsområde kan anses utgöra ett potentiellt hot mot flodpärlmusslan, om inte särskild hänsyn tas (Arvidsson & Söderberg 2006).

Fysisk reglering av vattendragen, likväl som katastrofala händelser som massiva rensningar – grävningar i vattnet eller periodvisa torrläggningar av vattendragssträckor är förödande för stationära arter som stormusslor:

På uppdrag av Nyköpings kommun genomförde de naturhistoriska museerna i Stockholm och Göteborg, i samverkan med Länsstyrelsen i Jönköpings län, en återinventering i augusti 2004 av stormusselfaunan i Nyköpingsån vid Sibro, Södermanlands län. Inventeringen genomfördes i två undersökningsområden uppströms och nedströms ett regleringsdämme mot sjön Båven. En stor del av detta vattenområde torrlades under mer än tre månader hösten 2003 i samband med en reparation av dämmet. Syftet med inventeringen var att få information om de förekommande stormusselarterna och deras aktuella status i vattenområdet efter att reparationen av regleringsdämmet avslutats.

I vattenområdet var tidigare sex arter stormusslor kända; de sällsynta och rödlistade tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) och flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*). Dessutom finns de tämligen sällsynta artena äkta målarmussla (*Unio pictorum*) och större dammussla (*Anodonta cygnea*). De mer vanligt förekommande arterna spetsig målarmussla (*Unio tumidus*) och allmän dammussla (*Andonta anatina*) förekommer även i relativt rikliga bestånd i vattenområdet (Lundberg & von Proschwitz 2002a, 2003).

Resultaten från återinventeringen 2004 visade att den sällsyntaste arten bland stormusslorna, tjockskalig målarmussla (*U. crassus*) fortfarande förekom i ett mindre och betydligt utglesat bestånd uppströms Båvens regleringsdämme. Totalt påträffades dock endast 34 levande individer. Förekomsten var begränsad till den djupare delen av området där en kvarstående vattensamling funnits i samband med torrläggningen av lokalen 2003. Endast en rest av den tidigare större populationen av tjockskalig

målarmussla, då skattad till ca 6 000 individer, överlevde torrläggningen i samband med dammreparationen.

Även övriga arter av förekommande stormusslor minskade både i antal och utbredning inom området. De tidigare väl syresatta finstensbottenarna i inventeringsområdet nedströms dammen slammats igen med finsediment, som med stor säkerhet härrörde från den temporära dammvall som anlagts mot Båven under arbetet hösten 2003. På den igenslammade botten påträffades inga stormusslor. Det kunde sammanfattningsvis konstateras att den skada i vattenmiljön som uppstod i samband med torrläggningen av ån och dammen under anläggningsarbetet hösten 2003 innebär att en försvarlig del av stormusslorna dog, häribland ett stort antal individer av den tjockskaliga målarmusslan (Lundberg et al. 2004).

Arter som öring och flodpärlmussla behöver ett bottenmaterial bestående av grus och småstenar genom vilket friskt, syresatt, vatten kan rinna. Det är öringens romkorn och de unga individerna av flodpärlmussla som som kräver det syrerika vattnet i bottenarna för sin överlevnad. Ej fysiskt påverkade strömvattenmiljöer har rena bottenar. I påverkade strömvatten är bottenarna ofta igensatta med finpartikulärt material (< 2 mm), som gör att syreförhållandena blir dåliga. Fysiskt påverkade vattenmiljöer är dessutom ofta reglerade, vilket ger onaturliga vattenståndsväxlingar och vattenflöden. Detta påverkar såväl vattenmiljön som strandzonerna med deras arter. Dessutom utgör dammar vandringshinder. Att vattenlevande arter rör sig uppströms och nedströms i ett vattenlandskap kan ses som en process. I opåverkade vatten finns fria vandringsvägar där endast naturliga vattenfall hindrar arter att röra sig fritt i vattenlandskapet. Konstgjorda vandringshinder som kraftverksdammar, kvarndammar och felaktiga vägtrummor i fysiskt påverkade vatten hindrar fisk och andra vattenlevande arter att vandra uppströms. För stormusslorna, vars ytterligare spridning i vattenområdet främst är beroende av olika fiskarter som bär deras glochidier (larver), är fragmenteringen av vattenlandskapet ett stort problem (Bergman, et al. 2006).

De flesta av våra svenska sötvattenslevande arter är anpassade till förhållandevis låga vattentemperaturer. Öringen, den vanligaste fiskarten i såväl strömmande skogsvatten som i många av jordbrukslandskapets vattendrag, trivs bäst i vattentemperaturer under 20-22 °C. I opåverkade vatten skuggar vanligtvis strandvegetationen vattendraget, vilket bidrar till att vattentemperaturerna förblir låga även under mycket varma somrar. Måttlig beskuggning av vattendraget har även visats korrelera till hög artförekomst och individtäthet hos bottenlevande smådjur. Avverkningar av träd och buskar i vattendragens omedelbara närhet (kantzonen) minskar beskuggningen och kan leda till att vattnet värms upp och kallvattensarter dör eller flyr från området.

Indikatorer på vattenkemisk kvalitet

Övergödningssproblem i sjöar och vattendrag bottenar i enkelriktade och för stora flöden av näringsämnen från landmiljön till vattenmiljön och en övertro att vattnekosystemen kan ta hand om det överskott av näring som mänskliga aktiviteter i landskapet resulterar i. Övergödningen av sjöar och vattendrag är ännu i dag ett av de största hoten mot vår miljö, både i Sverige och globalt. Stormusselpopulationer påverkas av både termiska, oorganiska, såväl som organiska föroreningar. Termisk förorening förekommer ibland där kylvatten pumpas till industriella verksamheter. Detta kan leda till att det upphettade vattnet, då det återgår till recipienten, är så upphettat att det antingen dödar djurlivet eller stör deras reproduktionscykel. Uppvämt vatten kan även vid lägre, ej direkt dödande, temperaturer få motsatt effekt och inverka så att populationens storlek i stället ökar. Oorganisk förorening har oftast sitt ursprung i industriella föroreningar, t.ex. utsläpp av mycket giftiga cyanider, som kan leda till att hela musselpopulationer dör. Oorganiska föroreningar som dödar en del stormusslor, men inte alla, är dock svårare att biologiskt utreda. Det finns inga precisa toleransnivåer kända eller fastställda för de enskilda arterna av stormusslor. Då en del arter av stormusslor blir mycket gamla lagras ämnen år för år upp i deras skal. En kemisk analys av skal kan fastställa när föroreningar i form av radioaktiva ämnen eller tungmetaller har uppträtt.

Organiska föroreningar kan tillföras vattendraget i form av utsläpp från avlopp eller som insekticider med ursprung i areella näringar. Bakterienedbrytning, som blir följd efter utsläpp av organiska ämnen – fosfor- och kväveföreningar – leder till kraftig syretäring som kan döda musslor till följd av syrebrist. Generellt påträffas inte stormusslor i kraftigt förorenat vatten. Deras frånvaro i måttligt

förorenat vatten kan i stället bero på frånvaro av lämpliga värd fiskar, då dessa kan vara mer känsliga än musslorna för låga syrehalter i vattnet. Närvaron av täta och individrika bäddar av stormusslor indikerar rent (men inte nödvändigtvis drickbart) vatten beroende på att den övergripande syretillgången i vattnet är tillfredställande och att musslorna själva bidrar till en bättre vattenkvalitet genom sin filtrering. Hög täthet av musslor indikerar också hög täthet av fisk och därmed en god fisketillgång (Hart & Fuller 1974).



Figur 12. De unga (juvenila) individerna hos stormusslor är mycket känsliga och slås först ut då syretäringen i bottenarna ökar till följd av eutrofiering. Kvar blir ett åldrande stormusselbestånd som med tiden kommer att dö ut. Foto: Jakob Bergengren.

Klimatologisk påverkan

”Kunskapen om klimatförändringens påverkan på övergödning, försurning, miljögifters omsättning och den biologiska mångfalden är till stora delar bristfällig. En intensifiering och en ökad inriktning mot klimataspekten i pågående forskning är väsentlig” hävdas det i *Slutbetänkande av Klimat och sårbarhetsutredningen* (SOU 2007:60). Vidare konstaterar utredningen att ”ökad temperatur i sjöar och vattendrag, en tidigare islossning och en ökad avrinning kommer att öka utlakningen av närsalter och humus. Resultatet i form av färgade vatten, ökad övergödning och sannolikt ökad förekomst av alger och cyanobakterier medför en försämrad vattenkvalitet och gör det mycket svårt att nå miljömålen.”

Under de senaste hundra åren uppskattas den globala medeltemperaturen ha ökat med 0,74 °C. Fram till år 2100 prognostiseras medeltemperaturen att öka med ytterligare 1,8-4,0 °C om inga åtgärder vidtas (IPCC 2007). Detta kan ses som en mycket stor och snabb temperaturökning, eftersom naturliga förändringar i klimatet är mycket långsamma processer. Den biologiska mångfalden är bland annat ett resultat av det rådande klimatet. En förändring i klimatet påverkar därför en hel rad processer som styr ekosystemens struktur och funktion. Vissa effekter är direkta och förhållandevis enkla att uppskatta, medan andra är indirekta och svåra att överblicka. När klimatet värms upp flyttar klimatzoner norrut. Ett mildare klimat ger en längre växtsäsong, vilket resulterar i bland annat en större mängd biomassa. Varmare somrar kommer att gynna algblooming i insjöar. I sjöarna märks idag effekterna av tidig islossning genom både tidigare algblooming och förändringar i algarternas sammansättning. Högre vattentemperatur ökar också risken för tillväxt av giftiga alger, vilket ytterligare kan påverka djur och växter. En annan effekt av förhöjd vattentemperatur är en mindre vattenomblandning och större risk för syrebrist i bottnar. Syrebrist är en viktig begränsande faktor för många limniska arter, inkluderat stormusslor.

Vissa arter kommer att gynnas av det förändrade klimatet och andra kommer att missgynnas. Förmågan att anpassa sig till ett förändrat klimat skiljer sig mellan olika arter och så gör också möjligheterna för arter att byta livsmiljö. Hastigheten, med vilken klimatförändringen pågår, är också avgörande för arters möjlighet till anpassning eller förflyttning. I små sjöar är dessutom möjligheterna till förflyttning obefintlig.

Fiskbestånden i svenska inlandsvatten består idag till största delen av varmvattenarter som leker på våren. Varmvattenarter som gös (*Sander lucioperca*), gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*), mört (*Rutilus rutilus*) och sutare (*Tinca tinca*) kommer troligen att gynnas av högre vattentemperaturer, medan kallvattenarter som öring och stensimpa kommer att missgynnas.

Stormusslorna (inom familjerna Margaritiferidae och Unionidae) är vid reproduktionen fiskvärd-specifika och förändrade vattentemperaturer kan påverka deras värdfiskar negativt. Det är även känt att flodpärlmusslans parasitstadium är temperaturberoende. Denna musselarts glochidier kan endast utvecklas på gälarna hos öring (*Salmo trutta*) och lax (*Salmo salar*) (Young & Williams 1984, Bauer 1987). Bland de värdfiskar som den starkt hotade tjockskaliga målarmusslan (*U. crassus*) utnyttjar omnämns bl.a. stensimpa (*Cottus gobio*) (Nagel 2002). Via provfiskestudier finns indikationer på att denna kallvattenberoende fiskart är en viktig värd för larverna till bestånden av tjockskalig målarmussla i östra Sverige (Lundberg & von Proschwitz 2004, Lundberg et al. 2006). Stensimpan löper alltså risk att till följd av värmestress slås ut från musslornas habitat.

De kritiska övre temperaturnivåerna för överlevnad hos öring respektive lax ligger mellan 28-33 °C och 25-30 °C, medan de övre temperaturnivåerna för rommens kläckning och ynglets överlevnad är betydligt lägre (< 20 °C) (Hastie et al. 2003). Sammanfattningsvis kan en minskad rekrytering av dessa kallvattenanpassade värdfiskar för musslorna, öring-lax/flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla/stensimpa, komma att slå hårt mot rekryteringsförmågan hos dessa musselarter.

Syrehalterna i vattnet är också kopplade till vattentemperaturen och syrehalterna sjunker drastiskt i vattenmassan då temperaturen stiger, vilket också kan vara en avgörande faktor för värdfiskarnas utveckling i ett framtida varmare klimat. Likaså kan förändrade flödesregimer med kraftiga höglöden vintertid leda till negativ påverkan på lekrom och även ung uppväxande öring och lax. Extrema

högflöden leder även till att grusbäddar som utgör lekområden för värdfiskarna förstörs eller spolats nedströms i avrinningsområdet. Extrema lågflödesperioder å andra sidan kan i sin tur leda till att musslorna dör av vattenbrist, eller utsätts för syrebrist i bottarna till följd av onormalt höga halter av eutrofierande ämnen (Hastie et al. 2003).

Söderberg et al. (2007) påpekar att det finns en risk att musslornas tillväxthastighet ökar i samband med växthuseffekten, på grund av den ökade vattentemperaturen. En ökad tillväxthastighet och därmed minskat livsspann hos musslorna leder till att de dör tidigare, vid en kortare skallängd. Det i sin tur innebär att den enskilda individen inte hinner producera lika många avkommor under sin livstid. En stormusselpopulation som växer snabbare kan därför sägas ha en större hotbild. När det gäller både tätheten och populationsstorleken finns det ett samband mellan dessa båda parametrar och föryngringsframgången. Studier av tillväxten hos flodpärlmussla inom Skandinavien, via analys av skalens årsringar, har också visat att det är fullt möjligt att erhålla klimatologiska data från nutid till ca 300 år bakåt i tiden (Schöne et al. 2005b).

Temperaturförändringar kan påverka en mängd olika faktorer som är viktiga för musslornas överlevnad, här inräknat individuell tillväxt, maximal livstid och reproduktionsförmåga. I Skottlands flodpärlmusselvatten, inom latituder mellan 55-60° nordlig bredd, kan vattentemperaturerna i små musselförande vattendrag variera från 0 till 25°C vissa år vilket talar för att flodpärlmusslan trots allt har en försvarlig värmetolerans (Hastie et al. 2003). Hur den förmodade temperaturökningen på mellan 1,8-4,0 °C till år 2100 kommer att ta sig uttryck i form av förändringar av den hydrotermiska regimen hos vattendragen är dock okänt eftersom det ännu saknas adekvata mätningar via temperaturloggers. Dock kan konstateras att det finns en stark korrelation mellan luft- och ytvattentemperaturer i olika typ och storlek av avrinningsområden. De för vattenområdets ekologi mest betydelsefulla temperaturerna är min- och maxvärden (Smith & Lavis 1975). Även om musslor på ett individuellt plan kan anpassa sig till en gradvis uppvärmning av vattendrag, är det mer sannolikt att de påverkas av effekterna av extrema händelser. Den förväntade ökningen av perioder med extrem värme, tillsammans med den förväntade ökade frekvensen av exceptionellt varma perioder under sommaren kan bli förödande, inte minst för musslor i små till medelstora vattendrag, som riskerar att värmas upp snabbare. Få eller inga studier finns dock hittills på hur stormusslor påverkas av snabb uppvärmning av deras livsmiljö.

Hos t.ex. flodpärlmusslan (*M. margartifera*), där de nordliga populationerna kan förmodas vara anpassade till kallare förhållanden, råder kunskapsbrist om vilka kritiska temperaturnivåer som gäller för artens överlevnad, likväl som vilka temperaturintervall som gäller för artens normala funktioner. Flera studier har visat att flodpärlmusslorna släpper sina glochidier tidigare under sommaren vid varmare förhållanden (Wellman 1943, Meyers & Milleman 1977, Hruska 1992, Buddensiek 1995, Cosgrove & Young 1998). Tiden på året då arten genomför sin reproduktion är troligen också korrelerat med värdfiskens reproduktionscykel, i detta fall öring eller lax. Det har t.ex. visats att flodpärlmusslorna i Skottlands höglandsvatten släpper sina glochidier då tillgången på årsungar av laxfiskar är som högst. I en nordamerikansk studie testades fyra arter stormusslor i laboratorieförsök avseende bl.a. temperaturtålighet inom ett intervall mellan plus 15-35°C. Två av arterna dog som resultat av försöket. Parallella fältstudier visade dock att musslorna svarade på perioder med kraftig uppvärmning av ytvattnet genom att gräva ned sig djupare i vattendragets sediment, där lägre temperatur rådde (Spoonner & Vaughn 2007).

Förändrade nederbördsmängder och därmed ändrade flödesregimer i vattendrag kan påverka stormusslorna både positivt och negativt. En korrelation mellan rekryteringen av flodpärlmussla och årliga nederbördsmängder finns från vattendraget River Kerry i nordvästra Skottland. Generellt lyckades rekryteringen av musslor bäst under blöta år och tvärt om. Rekryteringsnivån för flodpärlmusslor kan alltså öka som ett resultat av fler regnrika somrar. Unga (juvenila) musslor, anpassade till att leva i vattendrag, har höga krav på stabila, ej igenslammade sand- och grusbäddar, med god genomströmning av syrerikt vatten, där musslorna växer upp. Högre flöden under regnrika år kan bidra till att dessa rekryteringsbäddar rensas från igenslammande och syretärande partiklar och därmed leda till en förbättring av mikrohabitatet för de unga, uppväxande, musslorna. Även om en del musslor spolats bort och dör i samband med högflödesperioder kan det antas att dessa ersätts via en förbättrad rekrytering av unga individer i de genomspolade och därmed rentvättade bottarna. Men över tiden och med ökad frekvens av extrema flödesperioder, kan också de ekologiska konsekvenserna bli förödande (Giller et al. 1991). 1998 dödade ett 100-årsflöde i River Kerry, Skottland, mer än 50 000 flodpärlmusslor, vilket utgör ca 5-10 % av hela populationen i detta vattendrag. Även rekryteringsbottarna för stor-

musslor i vattendragets nedre delar skadades mycket allvarligt och ledde lokalt till en minskning med 40 % av musselförekomsten i detta område (Hastie et al. 2003). Liknande händelser har rapporterats från Nordamerika där den artrika stormusselfaunan i delstaten Texas vattendrag, till följd av extrema flödesperioder, lett till en drastisk minskning av artförekomsterna. Effekterna av de höga flödena i vattendragen har dessutom förvärrats av kraftig fysisk påverkan i deras närområden, i form av intensivt jordbruk och omfattande skogsavverkningar (Howells 1998).

Ett förändrat klimat med förändrade flödesregimer kan även leda till förluster av lämpliga habitat för de små, uppväxande, musslorna. Extrema högflöden leder till att finare substrat som sand och grus spolas nedströms i avrinningsområdet. De mindre, tillrinnande, vattendraget inom ett avrinningsområde kan därmed förlora stora delar av de rekryteringsbottnar (stabila sand- och grusbottenar) som är viktiga för uppväxande stormusslor. Då de små vattendragen påverkas kraftigare och snabbare av hydrologiska förändringar, jämfört med de större vattendragens huvudfåror är de små vattendragen därför mindre stabila. Mycket talar därför för att det är de små uppströms liggande vattendragen, med förekomst av hotarter som t.ex. flodpärlmussla (*M. margaritifera*), som är mest känsliga för klimatförändringarna.

Ur ett landskapsperspektiv kan även människans aktiviteter och åtgärder i syfte att bl.a. minska påverkan av förändrade flödesregimer och högflöden leda till ytterligare negativa effekter på stormusselbestånd. Ökade framtida krav på rensningar, kanaliseringar och annan regleringsverksamhet kan komma att bli en ytterligare fysiskt påverkande faktor som förstärker hotbilden och leder till en drastisk minskning av artförekomsterna (Hastie et al. 2003).



Figur 13. Vattendrag i kulturlandskapet är känsliga för klimatologiska förändringar, vilka leder till ändrade flöden, temperatursvängningar, periodvis brist på vatten, m.m. Här ett parti av Vramsån i Skåne län. Foto: Jakob Bergengren.

Ökade humushalter i sjöar och vattendrag

Brunfärgningen av sjöar och vattendrag, dvs. en process som leder till allt mer bruna vatten, har uppmärksammats mer och mer sedan 1990-talet. Under de två senaste decennierna har sjöar och vattendrag blivit allt brunare. Orsakerna till de ökande humusmängderna i våra vatten är ännu ej helt kartlagda. Sannolikt medverkar en kombination av faktorer. Flera av dessa kan troligen kopplas till den nu pågående klimatförändringen, men också till en ökande andel skogsmark och ett allt större nyttjande av skogen samt möjligen också till det minskade svavelnedfallet.

Vattenfärg är ett begrepp som används för att benämna hur brunt ett vatten är. Vattenfärgen bestäms främst av koncentrationen av humus, men också av järn. Humus består av lösta organiska kolföreningar. Humus påverkar vattenkvaliteten och kostnaden för att producera dricksvatten har ökat markant p.g.a. de ökande humushalterna. Andra miljöproblem som följer vid en ökad vattenfärg är bl.a. minskat siktdjup och ökad nedbrytning med syrebrist som följd. I en nyligen genomförd studie av 15 sjöar och vattendrag i Sverige har det visats att markanvändning i avrinningsområdet har låg förklaringsgrad, både vad gäller årlig ökning i vattenfärg samt aktuell vattenfärg. Ytvatten innehåller i regel en högre halt humus än grundvatten. Om sjöarna har blivit mer ytvattenförsörjda så är det troligt att detta bidragit till ökningen. Anledningen till förändringen skulle förslagsvis kunna vara en förändring i nederbörd där det inte nödvändigtvis faller mer nederbörd, men där nederbörden faller mer koncentrerat med en större ytavrinning som följd. En annan orsak kan vara fler eller djupare/bredare dikningar som i snabbare takt leder vattnet mot sjöarna (Karlén 2007b).

Resonemanget om nederbörden leder in på frågeställningen om vad som händer med klimatet i framtiden, och om det påverkar vattenfärgen? SMHI förutspår en ökning i både mängden nederbörd och antalet extrema nederbördstillfällen. Mer nederbörd innebär mer vatten som transporterar humuspartiklar. Mer extrema nederbördstillfällen innebär torrperioder med hög nedbrytning, följt av kraftiga regn där marken inte hinner absorbera allt vatten. Vilket ger översvämningar och ökad ytavrinning som följd. Detta skulle innebära (och har kanske redan inneburit) en ökning i transporten av humuspartiklar. Det finns andra kopplingar till klimatet och klimatförändringar som är intressant att diskutera. Ett varmare klimat innebär längre tillväxtsång och således högre produktion. En högre produktion innebär mer döda växtdelar och på så sätt ökat humus innehåll i marken. Varmare temperatur gör också att nedbrytningen ökar vilket innebär att mer humus frigörs som kan transporteras till sjöar och vattendrag (Karlén 2007a).

Vattnets flödesvägar i avrinningsområdet (uttryckt som dräneringstäthet i skog och mark) är den bästa förklaringsfaktorn och visar att dikning av skog- och myrmark starkt påverkar vattnets kvalitet. Det är därför viktigt att ta hänsyn till detta vid rensningar och dikningar. Förändrad markanvändning, från öppen mark till skogsmark, är dock med störst sannolikhet inte den drivande faktorn bakom ökningen i vattenfärg. Istället kan minskat svavelnedfall vara en faktor som driver förändringen, detta genom att göra humus mer lättlösligt och på så sätt öka läckaget. Framtida klimatförändringar spår både ökade nederbörds mängder och förändringar i nederbörds mönster, något som kan leda till ett ökat läckage av humus till sjöar och vattendrag (Karlén 2007b).

Ökad belastning av lösta humusämnen är troligen en viktig faktor att räkna med i den framtida hotbilden för stormusslorna. En ökande ansamling av humusämnen i bottnar med musslor, som via bakteriell nedbrytning av humus leder till varaktig syrebrist, kan innebära att stora delar av de rekryteringsbottnar som är viktiga för uppväxande stormusslor därmed förloras.

Invasiva stormusselarter

Vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*)

Vandrarmusslan (*D. polymorpha*) hittades i Östersjön under 1800-talet, och för första gången i Mälaren 1925. Den härstammar från det Ponto-kaspiska området (vid Svarta havet och Kaspiska havet). Anlagda öst-västliga kanalsystem kopplade från slutet av 1700-talet och början av 1800-talet ihop flera av de stora europeiska floderna vilket ledde till att arten, via fartygens barlastvatten, kunde sprida sig västerut till Östeuropa och Baltikum. Under 1800-talet påträffades vandrarmusslan i Holland, Tyskland, Storbritannien och Danmark och senare även i Sverige, Frankrike, Schweiz och Italien. Det delvis komplicerade spridningsförloppet har tyvärr ofta skildrats felaktigt i litteraturen. En geografiskt och kronologiskt riktig översikt ges av Falkner (1992).

Det första fyndet i Mälaren 1925 gjordes vid Pilsbo i Skofjärden – Ekoln (Arwidsson 1926). Sedan dess har, olikt förhållandena på andra håll i Europa, ingen explosionsartad spridning av arten skett. Riktigt talrikt har den endast uppträtt i Ekoln och arten har huvudsakligen anträffats i östra Mälaren och några därmed förbundna vattendrag och sjöar. 1968 dök den upp i Hjälmarén. Där och i Eskilstunaån har ytterligare ett antal fynd gjorts. Sedan dess har arten spridits vidare och förekommer numera bl.a. i hela östra Mälaren och dess tillflöden, i Hjälmarén och Eskilstunaån, samt i flera uppländska sjöar. Sedan 1970-talet uppträder den i stort antal i sjön Erken i norra Uppland (von Proschwitz 2004). Nyligen genomförda studier av vandrarmusslan i Erken har även legat till grund för en vetenskaplig avhandling om artens effekt på sjöecosystemet (Naddafi 2007).

En stor utbredningslucka tycks ha utgjorts av Mälarens mellersta och västra fjärdar. Under genomförda stormusselinventeringar i Södermanlands län anträffades emellertid vandrarmusslor i den avsnörda och eutrofa Sörfjärdens sydostände (Lundberg & von Proschwitz 2002) och vid Kvikksund (von Proschwitz 2004). Detta tillsammans med en rapporterad förekomst i Svartåns mynningsområde i Västerås, Västmanland (T. Odelström, Mälardalens högskola) och vid bron över Hjulstafjärden (H. Jacobson, Mälardalens högskola) visar att arten, om än mycket lokalt, också förekommer i västra Mälaren och lokalerna bildar en förbindelselänk mellan de välkända förekomsterna i sjöns östra del och de i Eskilstunaån-Hjälmarén (von Proschwitz 2004).

Till Nordamerika kom vandrarmusslan inte förrän i mitten av 1980-talet. År 1990 hade den spridit sig till Lake Erie, Lake Michigan och Lake Huron. Sju år efter att vandrarmusslan introducerats fanns den i två kanadensiska provinser och 18 amerikanska delstater. En av anledningarna till att vandrarmusslan blivit ett så stort problem är att den kan bilda stora och täta bestånd. Genom en enorm populations-tillväxt, bl.a. i de stora sjöarna i Nordamerika, har arten inte bara förorsakat stora ekologiska problem utan även stora praktiska och ekonomiska problem för människans nyttjande av vattnet (Johnson & Padilla 1996, Kraft et al. 2002).

Vandrarmusslans stora spridningsförmåga beror på att arten i likhet med många marina musselarter har frilevande s.k. veligerlarver. Dessa svävar fritt i vattenmassan i upp till en månad och kan sprida sig över stora områden. I strömmande vatten sker spridningen oftast passivt nedströms. Efter det juvenila stadiet bottenfaller larverna och fäster sig med byssustrådar vid underlaget.

Predation på vuxna vandrarmusslor förekommer, främst från fisk, fågel och kräfter. En del sjöfågelarter (t.ex. vigg i Mälaren) äter gärna vandrarmusslor och musseltillgången kan vara en betydelsefull faktor i fåglarnas populationsreglering.

Förutom effektiv spridning av det frilevande larvstadiet är den mänskliga spridningen av arten väldigt effektiv. I princip alla aktiviteter som flyttar vatten, t.ex. båtar eller driftande föremål, kan sprida vandrarmusslan. Larver kan spridas via barlastvatten, med hinkar innehållande fisk och fiskbeten, i vatten i båtar som transporteras mellan vattenområden och på fiskeredskap (t.ex. kräftmjärddar). Vuxna musslor kan också spridas genom att de sitter fästa på båtskrov eller redskap som flyttas mellan vattenområden (Ricciardi 2003).

Vandrarmusslan kan ha stor inverkan på den vattenmiljö där den introducerats. Massförekomster i vissa delar av världen har orsakat både ekologiska och ekonomiska problem. Enbart genom sin fysiska

förekomst påverkar vandarmusslan ekosystemet. Skalen på levande musslor kan i sin tur fungera som substrat för andra vandarmusslor. Eftersom skalen bryts ned långsamt bildas också ett lager av skalrester, som även det kan fungera som substrat för nya musselindivider. När vandarmusslor växer tätt ihop bildas också en tredimensionell struktur som blir till ett mikrohabitat för andra bottenlevande organismer.

Vandarmusslans biologiska aktivitet påverkar också ekosystemet. Den filtrerar vatten för att få föda och syre. Partiklar med storlek mellan 1 - 450 µm tas upp. Detta innebär att både växtplankton och oorganiska partiklar försvinner från vattenområdet där vandarmusslan är etablerad, vilket i sin tur medför att siktdjupet ökar. Ett klarare vatten innebär även att tillväxten av undervattensväxter och växtplankton ökar. Filtringen innebär också att vandarmusslan kan ta upp förorenande ämnen från vattnet. Detta innebär att dessa ämnen riskerar att ackumuleras och biomagnifieras samt spridas till andra ekosystem via vandarmusslans predatorer. Alla partiklar som vandarmusslan tar upp blir dock inte konsumerade. Partiklar som inte utgör lämplig föda, kapslas in i slem och släpps ut i vattnet som pseudo-fekalier och sedimenterar. Sedimentationen kan därför öka kraftigt inom täta populationer av vandarmusslor.

Vandarmusslans effektiva filteringen av partikulär näring ur den fria vattenmassan innebär även ett effektivt upptag av främst fosfor bundet i bl.a. växtplankton, vilket i sin tur kan leda till att kvävefixerande cyanobakterier, "blågrönalger", på bekostnad av grönalger, gynnas och tar över (Reeders et al. 1989).

Förutom att påverka ekosystemet genom sin filtreringsaktivitet kan vandarmusslan också direkt hota andra arter. I Kanada är sex av elva sällsynta och rödlistade inhemska musselarter, hotade som en följd av invasionen av vandarmusslan. De inhemska musselarterna lever halvt nedgrävda i bottensedimentet och den del av skalhalvorna som befinner sig ovan sedimentet är ett lämpligt substrat för vandarmusslan. Om tillräckligt många vandarmusslor fäster sig på de inhemska musselarterna kan dessa med tiden "kvävas" och dö.

Vandarmusslan kan också utgöra ett stort ekonomiskt problem eftersom den kan kolonisera och täppa igen vattenintag och utlopp från industrier och vattenreningsverk. Det har uppskattats att detta problem innebär skador för industrin motsvarande fem miljarder dollar per år i Nordamerika. I Europa har dessa problem inte blivit lika stora. Det senare kan bero på att vattenintagen här ofta sitter under språngskiktet, där de syrebristkänsliga musslorna inte trivs lika bra (Mackie & Schloesser 1996). Musslan kan även orsaka skador genom att täppa till kylvattenrör på båtar. Den kan också innebära direkta problem för privatpersoner. Täta populationer vid badplatser kan ge upphov till svåra skärsår hos de badande, orsakade av musslornas rakknivsvassa skal.

Att vandarmusslan aldrig massförökade sig i anmärkningsvärt hög grad i Sverige och att dess spridning ännu är högst beskedlig jämfört med förhållandet på europeiska kontinenten och i Nordamerika är anmärkningsvärt. Det bör noteras att ingen etablering skett i Väneren eller Vättern eller i någon av de skånska sjöarna, vilka borde passa arten. I Mälardalen befinner den sig troligen nära sin klimatologiska utbredningsgräns. Det stora antal döda musslor som påträffats efter stränga vintrar med lång isläggning i Mälaren tyder på detta. Efter sådana vintrar tycks det ta tid för musslan att bygga upp höga populationstätheter (von Proschwitz 2003).

Grandin et al. (2006) har funnit korrelationer mellan vandarmusslans nationella utbredning och vattenkemin. Dess utbredning i Sverige är idag begränsad till kalkrika områden. De vattenkemiska variabler som styr är främst pH och kalciumkoncentration (Cohen & Weinstein 2001). En framtagen riskmodell för artens vidare spridning visar att vandarmusslan endast i måttlig omfattning kan öka sin spridning i Sverige. Enligt denna modell utgör ett tjugotal vatten i jordbruksområden kring Väneren och Vättern, ett större antal vatten i Uppland, samt sjöar i Skåne och på Gotland, riskområden för artens vidare spridning, dvs. de har en vattenkemi som enligt modellen tillåter att vandarmusslan etablerar sig. En förutsättning för etablering i dessa vatten är förstås att arten får möjlighet att sprida sig hit, vilket kan förmodas vara en realitet då fartygstrafiken på t.ex. Vänerens hamnar, tillsammans med en omfattande trafik med fritidsbåtar, är i ökande. Troligen krävs dock ytterligare förutsättningar för att en "founder" av musslor, eller deras veligerlarver, ska lyckas etablera, "grunda", en ny population. Här om råder dock stor kunskapsbrist.

Från Nordamerika rapporterar Strayer & Malcom (2007) om en långsam återhämtning av inhemska arter av stormusslor i Hudson-flodens avrinningsområde, delstaten New York, efter att vandrarmusslan etablerat sig här 1991. Initialt (1992-1999) minskade populationerna av inhemska stormusselararter med 65-100 % som en följd av konkurrens från vandrarmusslan. Undersökningar under 2000-talet har dock visat att populationerna bland de fyra vanligaste inhemska stormusselararterna har stabiliserat sig och t.o.m. återhämtat sig, trots att vandrarmusslans förekomst ej har minskat. Mekanismerna bakom denna återhämtning är ännu oklara, men resultaten från undersökningen visar att främst rekryteringen och återväxten av unga stormusslor bland de inhemska arterna har förbättrats, medan de vuxna, äldre, stormusslorna fortfarande är "svältfödda", dvs. är utsatta för en omfattande födo- och habitatkonkurrens från vandrarmusslorna. Resultaten pekar trots allt på ett det finns ett visst hopp för att vandrarmusslorna kan samexistera med de nordamerikanska stormusselararterna, vilket även förefaller vara ett faktum med inhemska stormusselararter i Europa.

Grandin & Larson (2007a, b) har genomfört dykinventeringar längs djupprofiler i Mälaren och Hjälmaren. Syftet var att få ytterligare kännedom om nuvarande populationsstorlek och utbredning av vandrarmussla i båda sjöarna, samt att öka kunskapen om den nuvarande populationsstrukturen, som ett underlag för en framtida övervakning av vandrarmusslans utbredning. Totalt besöktes elva lokaler i Mälaren-Ekoln och fem i Hjälmaren.

Inventeringen utgick oftast från 10 meters djup, uppmätt med ekolod från båt. Därifrån använde dykarna kompass för att följa en rät linje mot stranden. Dykinventeringen påvisade att musslan i stora delar av Ekoln bildar en mer eller mindre heltäckande monokultur på botten. Mellan 2 och 10 meters djup finns på många lokaler ett tjockt lager av först döda skal och där ovanpå levande vandrarmusslor. Grundare än två meter avtar tätheten, förmodligen på grund av vågpåverkan, erosion och isavskrap. I övrigt konfirmerar resultaten från dykningarna resultaten från tidigare inventeringar längs stränder i så mått att musselpopulationen är avsevärt större i Ekoln än i Stormälaren och i Hjälmaren (se även Lundberg & von Proschwitz 2007a, b).

Antalet musslor per kvadratmeter var signifikant högre i Ekoln än i Stormälaren och Hjälmaren, medan tätheterna inte skilde sig signifikant mellan Stormälaren och Hjälmaren. I Ekoln varierade tätheten mellan 0 och 7 248 individer per kvadratmeter, i Stormälaren mellan 0 och 4 256, medan tätheterna i Hjälmaren uppmättes till mellan 12 och 64 individer per kvadratmeter. Sett över hela djupprofilerna uppvisar musslan de högsta tätheterna mellan 2 och 4 meter under ytan. Detta mönster upprepar sig i alla tre undersökta områden, men med signifikant lägre tätheter i Stormälaren och Hjälmaren (Grandin & Larson 2007b).

Vandrarmusslornas filtreringskapacitet är imponerande. En vuxen mussla filtrerar mellan 20 och 70 milliliter vatten per timma, vilket gör att t.ex. Ekolns hela vattenvolym uppskattningsvis filtreras en gång per vecka. Forskare vid Institutionen för miljöanalys, SLU, har långt utvecklade idéer om en anpassning av AgroAqua-kretsloppskonceptet till sjöar som ett nytt sätt att rena vatten via musselodling (se även Reeders & bij de Vaate 1990). En dialog förs med åtskilliga intressenter och finansiering söks för att etablera en pilotanläggning i Mälaren i avsikt att fänga och aktivt återföra näringsämnen från vattenmiljön till landmiljön, samt genomföra studier av möjliga positiva ekosystemeffekter av musselodlingen.

Vandrarmussla, förslag till övervakningsprogram

Grandin & Larson (2007a) har föreslagit ett övervakningsprogram för vandrarmusslan (*D. polymorpha*). Övervakningen föreslås fokusera på ett eller flera av artens livsstadier. Avgörande för vilken metod som bör tillämpas är de kvalitetskrav som ställs på övervakningsdata. Om t.ex. nyetableringar av vandrarmussla behöver upptäckas så tidigt som möjligt, bör flera av djurets livsstadier övervakas simultant.

För karteringar av vandrarmusslans **förekomst** rekommenderas vadande inventering efter fastsittande vuxna djur. Denna metod är den mest tidseffektiva, och ger ofta ett tillräckligt bra beslutsunderlag. När kvantitativa data önskas, t.ex. för att upptäcka **förändringar** över tiden på de lokaler där vandrarmusslans förekomst är känd, rekommenderas övervakning av frisimmande larver eller koloniserande juveniler. I de fall där djurplanktonsamhället redan står under övervakning bör valet falla på frisim-

mande larver. I andra fall bör valet falla på koloniserande juvenila musslor eftersom övervakning av dessa kan fastställa hela säsongens reproduktion genom att kolonisationsfällor placeras ut på våren och samlas in på hösten. Dessutom är analysen av dessa fällor enkel. För att kvantifiera *effekterna* av en invasion måste den totala mängden vandrarmusslor vara känd. En uppskattning av musselpopulationens storlek sker lämpligen genom stickprovsvisa inventeringar av vuxna vandrarmusslor. Dessa inventeringar sker lämpligen genom att dykare samlar in fastsittande vuxna musslor från olika djup, vilka senare kan räknas och storleksbestämmas.

Den metodik som här föreslås baseras till stor del på de internationella standarder som används vid övervakning av vandrarmusslor (Marsden 1992); frisimmande larver insamlas med planktonhåv och kvantifieras under mikroskop; koloniserande juveniler fångas genom utplacering av artificiella substrat som undersöks under stereolupp; vuxna vandrarmusslor övervakas genom vadande eller dykande inventeringar.

Ett övervakningsprogram för vandrarmusslan kan dock även baseras på de nationella handledningar som finns för olika typer av övervakningar, t.ex. för växt- och djurplankton i sjöar (Persson, 2003) eller för stormusslor (Bergengren et al. 2004a, b).

Övervakning av frisimmande mussellarver

Denna ger en bra bild av vandrarmusslans reproduktion men kan även användas till att kartlägga arten (Frischer et al. 2005). Dock kräver övervakning av frisimmande larver relativt stora resurser. Insamlingsförfarandet är relativt enkelt, men speciell utrustning och kompetens krävs för identifiering och kvantifiering. För att få en heltäckande bild över den totala mängden larver krävs provtagningar med korta intervall – helst två prov per månad. Den stora rumsliga variationen gör också att det på varje lokal bör tas tre prov, vilket alltså resulterar i sex prov per lokal och månad. Är syftet däremot att påvisa förekomst av musslor kan det räcka med enstaka provtagningstillfällen, givet att en låg detektionsgräns tillämpas.

Övervakning av koloniserande unga musslor

Denna svarar i stort sett på samma frågeställningar som övervakning av frisimmande mussellarver. Antalet koloniserande unga musslor ger ett mått på musselpopulationens läge samt dess reproduktions- och spridningspotential. Data över antalet koloniserande ungdjur kan även, precis som mängden frisimmande mussellarver, samlas in på ett sätt som genererar noggranna tidsserier. Om syftet är att övervaka säsongvariationer i kolonisationen, vilket kan vara av betydelse för att få kunskap om när olika kontrollåtgärder ger störst effekt, krävs att de artificiella substraten placeras ut och samlas in flera gånger under samma säsong. Metoden med artificiella substrat är dock som mest användbar när den totala kolonisationen över en säsong ska övervakas, eftersom två besök i fält ger data för hela säsongen. Det är dock viktigt att insamlingen av kolonisationsfällorna sker innan isen lägger sig, annars kan fällorna förloras (Grandin 2005).

Övervakning av vuxna vandrarmusslor

Denna lämpar sig för att utreda vandrarmusslans utbredning. Mängden vuxna vandrarmusslor ger dessutom ett mått på den faktiska populationsstorleken, och kan därmed användas för att kvantifiera den påverkan som arten utgör i ett vatten. Om kvantitativa data önskas måste hänsyn tas till att de vuxna musslorna förekommer i störst tätheter vid 2-4 meters djup. Dessutom har den enskilda lokalens substrat och dess läge mycket stor betydelse för musselpopulationens täthet. Det är möjligt att integrera övervakning av vandrarmusslan i befintliga övervakningsprogram, men programmen måste då modifieras mot ett aktivt sökande efter just vandrarmusslan då allmänna övervakningsprogram har en liten förmåga att upptäcka nya arter. Övervakning av fastsittande vuxna djur kan innehålla olika grad av kvantifiering; endast noteringar om förekomster, subjektiva bedömningar av musseltätheten eller noggrann kvantifiering av musslor som samlats in från en yta av känd storlek. Hur en eventuell insamling ska ske beror på bottenstrukturer; en mjuk botten möjliggör bottenhugg (med t.ex. Ekmanhämtnare) medan hårda botten kräver insamling för hand. I de flesta fall där insamling för hand krävs, måste den ske genom dykinventering eftersom vuxna vandrarmusslor förekommer rikligast vid större djup än vad som kan undersökas genom vadande inventering.

Den stora rumsliga variationen i förekomst som vuxna vandrarmusslor uppvisar gör att de kvantitativa data som samlas in vid stickprovundersökningar inte kan ses som representativa för ett större område.

Övervakning av adulta vandarmusslor lämpar sig därför bäst till att utreda vandarmusslans utbredning. Utbredningen av vuxna vandarmusslor inom ett område undersöks enklast genom vadande inventeringar. Inventeraren behöver ingen speciell utrustning förutom vadarbyxor och vattenkikare. Efter att ha letat efter fastsittande musslor på botten samt undersökt konstruktioner såsom bryggor och brofundament, kan inventeraren subjektivt beskriva musseltätheten vid lokalen. En sådan subjektiv bedömning kan till exempel bestå av förekomst i tre olika täthetsklasser: enstaka musslor, rikligt med musslor, men med en täckning på mindre än 50 %, eller mycket rikligt med musslor (d.v.s. täckning > 50 %).

Enligt Grandin (2005) användes under en pilotstudie vadande inventering för att undersöka förekomsten av adulta vandarmusslor vid Mälarens stränder. Inventeringslaget hann på tre dagar inventera 30 lokaler, fördelade över hela Mälaren. Av pilotstudien drogs slutsatsen att denna typ av övervakning fungerar bra förutsatt att de stränder som inventeras har rätt typ av botten. Musselförekomsten vid de stränder som inventerades visade samstämmiga resultat med fällor som placerats ut för övervakning av koloniserande juveniler.

Vid allt arbete inom akvatisk miljöövervakning och speciellt av vandarmussla, måste hänsyn tas till de risker för spridning av främmande arter som kan uppstå vid provtagningar. När övervakningspersonal inom loppet av en eller ett fåtal dagar besöker flera lokaler finns en påtaglig risk att larver eller adulta vandarmusslor, eller någon annan främmande art som t.ex. kräftpest, förflyttas med den utrustning (t.ex. planktonhåvar och båtar) som används. För att minska dessa risker kan några enkla åtgärder vidtas: utrustningen töms och torkas så att inget vatten flyttas mellan lokaler, vilket minskar spridningsrisken betydligt av två skäl. Dels innebär en minskad mängd vatten att färre organismer flyttas, dels är det få akvatiska organismer som klarar torka. För att ytterligare reducera risken att provtagningen leder till flytt av arter kan utrustningen rengöras med etanol.

Kinesisk dammussla (*Sinanodonta woodiana*)



Figur 14. Kinesisk dammussla, ett skalfynd från en karpodlingsdamm i Skåne, 2005.
Foto: Mikael Svensson.

Den kinesiska dammusslan (*S. woodiana*) förekommer ursprungligen i Ostasien, i området från Amurfloden, över stora delar av Kina till Kambodja. Från detta område har arten med människans hjälp spridits till, och etablerat sig i, stora områden av Sydostasien, söder om det naturliga utbredningsområdet. Olika karpar fungerar som värdfiskar, framförallt silverkarp (*Hypophthalmichthys molitrix*) och gräskarp (*Ctenopharyngodon idella*), men även andra karparter. Dessutom anges guldfisk (*Carassius auratus*) och olika arter av bitterling (*Rhodeus* spp.) som möjliga värdarter (Mienis 2003d). Med import av dessa fiskarter för bekämpning av igenväxning i eutrofa vatten har den kinesiska dammusslan spridits till andra delar av världen. De införda fiskarna har varit infekterade med artens glochidielarver, vilka sedan utvecklats till musslor på de nya lokalerna. I Europa etablerade sig den kinesiska dammusslan på detta sätt i Rumänien och Ungern i slutet av 1970-talet (Falkner 1990). Sedan dess har en rask spridning skett till andra länder, framför allt inom Donau-systemet.

Rapporter om fynd av den kinesiska dammusslan föreligger från hela 14 länder: Belgien, Frankrike, Italien, Tyskland, Österrike, Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Serbien, Grekland, Rumänien, Ukraina och Sverige. Arten har genom import av glochidieinfekterade karpar införts också till flera öar i Karibien (Mienis 2003b). Ytterligare en direkt spridningsväg för den kinesiska dammusslan är att den marknadsförs och försäljs som "vattenrenare" eller "biofilterare" – sådan försäljning pågår på flera håll i Europa, bl a i Holland (Mienis 2004b). Arten har alltså tämligen lätt kunnat etablera sig i delar av Syd- och Mellaneuropa. Med sin förmåga att massföroka sig och sin konkurrenskraft (Watters 1997, Mienis 2002b) utgör denna invasiva stormusselart ett klart hot mot den naturliga musselfaunan i europeiska sötvattensmiljöer. I Sverige har än så länge endast skal från arten påträffats (Figur 14). Ytterligare sökande har inte resulterat i fler exemplar. Också Sverige kan komma att invaderas och kolonieras av arten på samma sätt som Mellaneuropa. Med tanke på den kinesiska dammusslans ursprungsområde så torde inte klimatet vara någon begränsande faktor. Arten bör eftersökas i dammar som håller karpar. Försäljning av importerade karpfiskar, likväl som musslor som "vattenrenare" i trädgårdsdammar, förekommer även i Sverige (von Proschwitz 2006a).

Kvaggamussla (*Dreissena bugensis*), och "olivmussla" (*Corbicula fluminea*), potentiella invasionsarter i Sverige

Kvaggamusslan (*Dreissena bugensis*) är en av sju kända arter bland vandrarmusslorna (sl. *Dreissena*). Arten har fått sitt trivialnamn från "kvaggan", den utrotade underarten bland de afrikanska zebraerna, då musslans skal, likt kvaggans skinn, är blekt zebra-randigt. Kvaggamusslan förekommer ursprungligen österut i floden Dniepers avrinningsområde inom Ukraina. Arten har med människans hjälp (fartygens barlastvatten) spridits till andra delar av världen. Utanför sitt ursprungliga område uppträder den invasivt. I Nordamerika orsakar kvaggamusslan, liksom släktingen vandrarmusslan (*D. polymor-*

pha), bl.a. igensättning av vattenintag och utlopp från industrier och vattenreningsverk. Arten når dock betydligt djupare ner i de nordamerikanska sjöarna, jämfört med vandrarmusslan, och orsakar därmed igensättningsproblem även i djupare liggande vattenintag till vattenreningsverk m.m. Kväggamusslan påträffades första gången 1989 i de stora sjöarna i Nordamerika, men identifierades inte där som en distinkt art förrän 1991. I Europa är kväggamusslan på spridning och har bl.a. etablerat sig i Donau- och Rhen-systemet inom Tyskland och Holland. Inga säkra fynd finns ännu av kväggamusslor i svenska vatten, men då de är utpräglat invasiva och sprids lätt med fartygens barlastvatten, kan det förväntas att musslorna i framtiden även etablerar sig i Sverige.

Den asiatiska musslan, *Corbicula fluminea*, ibland kallad ”olivmussla”, men även i akvariehandeln försåld som ”guldsandmussla”, har under 1900-talet introducerats av människan till många delar av världen, bl.a. till Nordamerika och Europa. *C. fluminea* förekommer ursprungligen österut i delar av Ryssland, Thailand, Filippinerna, Kina, Korea, Taiwan och Japan. I Europa påträffades arten första gången i Rhen-systemet, Tyskland, under senare delen av 1980-talet och spreds snabbt vidare till Donau-systemet via Rhen-Main-Donau-kanalen. Arten påträffades även i Elbe-systemet 1998. Under 2000-talet har den spridits vidare inom Elbe och nått Tjeckien. Arten har en fortsatt snabb spridning inom de europeiska vattensystemen.

C. fluminea är hermafrodit, vilket innebär att ägg och spermier produceras simultant hos varje vuxet djur. Efter befruktning utvecklas äggen till unga, ca 1 mm stora, juvenila musslor inuti moderdjuret. En vuxen individ kan dagligen frisätta upp till ca 2 000 juvenila musslor och under musslans livstid kan mer än 100 000 juvenila djur frisättas. Dessa behöver ca 3-4 år för att nå könsmogen ålder, vid en storlek av ca 10 mm.

Arten når en storlek på ca 50 mm, men merparten djur inom en population är i storlek 20-25 mm. Skalets utsida har kraftigt markerade tillväxtringar – ribbor. Skalfärgen är normalt skiftande i gult-grönt. Hos äldre musslor finns ofta ljusa fläckar på utsidan av skalet, där ytskiktet lossnat. Skalets insida är svagt purpurfärgat.

C. fluminea är en bottenlevande filtrerare i både lentiska och lotiska vattenmiljöer som bl.a. utnyttjar fytoplankton i vattenmassan som föda. Arten är mycket invasiv och massutvecklas till att bilda täta bestånd och musselbankar kort tid efter etablering i ett nytt vattenområde. Då arten är hermafrodit räcker det teoretiskt med att en enda musselindivid introduceras för att ett nytt musselbestånd ska kunna etableras. *C. fluminea* introducerades troligen i Nordamerika redan på 1920-talet av asiatiska immigranter som tog musslan med sig i syfte att nyttja den som föda. Arten är spridd i många delstater och orsakar liknande problem som den invasiva vandrarmusslan (*D. polymorpha*), bl.a. igensättning av vattenintag och utlopp från industrier och vattenreningsverk.

Taxonomiska studier av *Corbicula*-musslorna i Europa har visat att det rör sig om minst två arter bland de invaderande djuren; *C. fluminea* och *C. fluminalis*. Då arterna är svåra att morfologiskt skilja ut har också förväxlingar skett. Den bästa karaktären för att skilja arterna åt är antalet tillväxtringar – ribbor. *C. fluminea* har 7 till 14 ribbor, medan *C. fluminalis* har 13 till 28 ribbor. Denna artskiljande karaktär är även möjlig att studera hos relativt unga djur, från en storlek av ca 5 mm.

Inga säkra fynd finns ännu av *Corbicula*-musslor i svenska vatten, men då de är utpräglat invasiva och även sprids via levande import och försäljning inom akvariehandeln, kan det förmodas att dessa i snar framtid etableras i Sverige.

Nationell bakgrund

Dokumenterade resultat av svenska stormusselprojekt 1980-2007

Flodpärlmussla – den mest uppmärksammade stormusselarten

Flodpärlmusslan (*M. margaritifera*) är en mytomspunnen och kulturhistoriskt intressant art som uppmärksammats allt mer i natur- och faunavårdsarbetet i Sverige under de senaste 15-20 åren. Arten är också en av få ryggradslösa organismer som ingår som enskild övervakningsart i det regionala och nationella arbetet med miljöövervakning och kalkeffektuppföljning. Anledningen till att allt mer uppmärksamhet riktats mot flodpärlmusslan är framför allt dess minskning i populationsstorlek inom så gott som hela utbredningsområdet, dvs. stora delar av Europa, norra Ryssland och nordöstra Nordamerika. Den första nationella studien av flodpärlmusslan visade att arten försvunnit från 35 % av de vattendrag där den fanns i början på 1900-talet (Henrikson et al. 1998). Under 2006-2007 har länsstyrelserna i Västernorrland och Västerbotten, där Västernorrlands län är nationell åtgärdskoordinator för flodpärlmussla, gjort en ny statusanalys som visar att flodpärlmusslan idag förekommer i 558 vattendrag i landet. Men via mätningar av skallängden i enskilda musselbestånd har det visats att i 43 % av dessa vattendrag saknas bevis för att arten har lyckats med rekryteringen av nya musslor under den senaste 20-årsperioden (i 84 av vattendragen saknades dock uppgifter om skallängder). Troligen är bilden ändå något sämre eftersom de flesta av de 84 vattendrag från vilket det saknas uppgifter hör till de vattendrag där små flodpärlmusslor inte påträffats (Söderberg et al. 2007).

Förutom att flodpärlmusslan det senaste århundradet generellt har minskat i både numerär och utbredning så är en annan anledning till den ökade uppmärksamheten kring arten dess intressanta, men komplicerade, livscykel samt dess komplexa hotbild. Detta gör att bevarandearbetet för arten har prioriterats. I de få vattendrag som har rekryterande bestånd av flodpärlmussla finns även förutsättningarna kvar för en hög naturlighet hos hela vattnekosystemet och ingen eller endast få exempel på antropogen påverkan. Detta innebär att rekryterande bestånd av flodpärlmussla kan nyttjas som en god indikator på en relativt opåverkad livsmiljö.

Inventeringar och arbete med flodpärlmussla i Sverige

Undersökningar av förekomster av flodpärlmussla kom igång i Sverige i början av 1980-talet (se t.ex. Grundelius 1982, 1987). Men redan under 1950-talet genomfördes bl.a. studier av ålderstrukturen hos flodpärlmusselbestånd i Pärälven, Norrbottens län (Hendelberg 1960). 1991 fastställde Naturvårdsverket en åtgärdsplan för arten, gällande perioden 1991-1994. Den första standardiserade versionen av en undersökningstyp för flodpärlmussla i Naturvårdsverkets "Handbok för miljöövervakning - Övervakning av flodpärlmussla", fastställdes 1995-02-28. Denna reviderades 1999 och under arbetet med "Stormusselprojektet 2001-2002" (se nedan) kom "Metod för statusbeskrivning och övervakning av flodpärlmusselbestånd i vattendrag", att ingå som en del i den under 2004 antagna undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). Numera ingår flodpärlmusslan som en viktig del i flera länsstyrelser miljöövervakning och kalkeffektuppföljning. Från forskningshåll har sedan mitten av 1990-talet tre doktorsavhandlingar om flodpärlmusslan presenterats från universitet i landet, med fokus på artens förurningskänslighet, känslighet för fysiska störningar och miljöhistoriska data via analys av skal från flodpärlmussla (Henrikson 1996, Dunca 1999, Österling 2006).

Arbetet med hotade arter och åtgärdsprogram 2004-

Under beteckningen "Åtgärdsprogram för hotade arter" har arbetet med att försöka minska antalet hotade arter i Sverige intensifierats sedan några år tillbaka. Arbetet består av att ta fram riktade åtgärdsprogram för nationellt rödlistade arter inom hotartskategorierna (Gärdenfors 2005), där nödvändiga åtgärder som antas kunna leda till att arterna förklaras livskraftiga och därmed kan strykas från rödlistan, preciseras och genomförs. Under senare år har även åtgärdsprogram tagits fram för enskilda hotade naturtyper, t.ex. "rikkärr", där både livsmiljön och dess hotarter ingår. Redan 1991 togs ett åtgärdsprogram fram för ett par "test- och pilotarter", där flodpärlmusslan var en av dessa. Varje åtgärdsprogram har en koordinator hos respektive länsstyrelse vars uppgift är att följa upp hur programmet genomförs.

Åtgärdsprogram – Flodpärlmussla 2005-2010

Det första åtgärdsprogrammet för flodpärlmussla i form av en ”åtgärdsplan” kom redan 1991. Sedan dröjde det ända till 2005 innan detta uppdaterades och antogs för arten. Programtiden för åtgärdsprogrammet löper fram till 2010 (Henrikson et al. 2005). Koordinatören (Västernorrlands län) skall, enligt programmet, följa upp artens status i Sverige år 2010. Den senaste översynen av flodpärlmusslans status publicerades 1998 (Eriksson et al. 1998). Med tanke på att det är ca 10 år sedan det senast gjordes en statusbeskrivning av flodpärlmusslan i Sverige, finns det ett starkt behov av att så fort som möjligt beskriva artens nuvarande status.

För att belysa kunskapsläget om flodpärlmusslans situation och för att diskutera olika åtgärdsalternativ genomfördes i november 2005 en workshop vid Karlstads universitet med deltagande av forskare och naturvårdare från olika myndigheter. Vid mötet presenterades aktuell forskning i Skandinavien och de olika uppföljningar som sker i olika myndigheters regi. Resultatet från workshopen samlades i en bok som gavs ut av Karlstads universitet (Arvidsson & Söderberg 2006)

Åtgärdsprogram – Tjockskalig målarmussla 2006-2009

Under 2006 fastställdes ett åtgärdsprogram för tjockskalig målarmussla (Lundberg et al. 2006). Denna starkt hotade art konstaterades då ha föryngrande populationer i endast åtta av de 48 vattendrag i landet där arten förekommer. Eutrofiering och försurning, försvinnande värd fiskar och fysiska förändringar till det sämre av dess livsmiljöer, såsom reglering, rensning, kanalisering, samt avverkning av träd i strandzonen, utgör hoten mot musselarten. Åtgärdsprogrammets mål på lång sikt är att den tjockskaliga målarmusslan skall finnas kvar i livskraftiga populationer inom sitt utbredningsområde i Sverige, där de naturgivna förutsättningarna erbjuder det. För att uppnå detta ska enligt programmet åtgärder för information och ökad kunskap prioriteras i syfte att öka hänsynen från de areella näringarna. Programtiden har gjorts kort för att snarast öka kunskapen om arten och dess status genom inventerings- och övervakningsarbete. I nästa steg avses att sätta in konkreta bevarande- och restaureringsåtgärder på artens mest värdefulla lokaler. Åtgärdsprogrammet föreskriver att miljöövervakning genomförs enligt undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). Lämpliga lokaler utses där musslorna räknas och mäts på en definierad sträcka av vattendraget. Måttuppgifterna, tillsammans med övriga data om habitatet, förs in i ett protokoll, samt rapporteras in till den nationella stormusseldatabas som är under utveckling. Förekomst av tjockskalig målarmussla i respektive vattendrag föreslås att övervakas på minst en lokal vart tredje år. Resultatet ska kunna ligga till grund för noggrannare beståndsuppskattningar och för fastställande av rekryteringsstatus (förekomst eller ej av unga musslor <20 mm). Inventeringen bör repeteras i ett omdrevsförfarande inom en 6-årsperiod för samtliga lokaler. Stormusselövervakningen bör kombineras med regelbundna vattenkemiska analyser samt kvantitativt elfiske i syfte att även övervaka musslornas värd fiskar.

Nationell workshop om stormusslor

Länsstyrelsen i Jönköping erhöll under 2005 medel, inom ramen för Hotade arter, till att anordna en nationell workshop med tyngdpunkt på stormusslor. Denna hölls vid Göteborgs Naturhistoriska Museum i februari 2006 med ett drygt sextiotal deltagare, aktörer, från olika delar av landet. Vid workshopen presenterades bl.a. de karteringar och undersökningar som utförts på dels stormusslor i allmänhet men även mer renodlade delar som specifikt behandlade genomförda studier av flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla.

Informationsmaterial ”Guide till Sveriges stormusslor”

I samband med workshopen ovan presenterades ett nationellt informationsmaterial ”Guide till Sveriges stormusslor”. (Bergengren et al. 2006a-l) som under perioden 2005-2006 sammanställdes med medel inom ramen från Hotade arter.

Arbete inom regionala utvecklingsprojekt/miljöövervakning

Metodstudie: Mussellarver på öring, samt nedgrävda småmusslor

En metodstudie genomfördes under åren 1999-2000 av Länsstyrelsen i Jönköping, i samarbete med Länsstyrelsen i Västernorrland, med specialprojektmedel för den regionala miljöövervakningen (Bergengren 2001). Metodstudiens syfte var att utröna om en revidering av den standardiserade undersökningstypen för övervakning av flodpärlmussla var nödvändig. Resultaten är införda i den nuvarande undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b).

Studien var uppdelad i två frågeställningar:

1. Är det möjligt att via grävning i bottensedimentet, i syfte att finna unga musslor, få en bättre uppskattning av musselpopulationens storlek?
2. Är det möjligt att använda graden av glochidieinfektion hos öring som en indikator på ett livskraftigt musselbestånd?

Nedan redovisas slutsatserna från studien:

Nedgrävningsstudien

Studien visar att en del av flodpärlmusslorna är nedgrävda. I undersökningstypen ingår en uppskattning av det totala musselbeståndet, grundat på ett medelvärde av tätheten musslor per kvadratmeter. Medelvärdet för 15 inventerade lokaler ligger till grund för den uträkning där det totala beståndet och där antalet kvadratmeter som utgör potentiell flodpärlmusselbotten multipliceras med medeltätheten. Metodstudien visar att man bör vara medveten om att 10-20 % av flodpärlmusselbestånden förekommer nedgrävda i botten. De flodpärlmusslor som återfinns nedgrävda är i regel mindre än de synliga. Att finna dessa små (unga) musslor är viktigt för att påvisa en väl fungerande reproduktion. Grävning är dock inte alltid att föredra i sökandet efter unga musslor då den tar relativt mycket tid och energi i anspråk. Erfarenhet och rutin är mycket viktigt när det gäller att finna de yngsta musslorna.

Glochidiestudien

Glochidiestudien visar att det trots en relativt stor mängd glochidieinfekterad öring i ett vattendrag ej finns någon garanti för att hela livscykeln från glochidielarv till vuxen mussla fungerar. Som exempel kan Sällevadsån i Jönköpings län nämnas. I Sällevadsån finns ett av södra Sveriges största musselbestånd (ca 250 000 individer). En stor del (50-94 %) av de undersökta öringarna var infekterade av glochidier vid de olika elfiskena. Ingen mussla under 63 mm längd återfanns dock under den senaste inventeringen 1999, dvs. en lyckad övergång från glochidie på öringgäle till ung mussla har ej ägt rum under den senaste 20-30-årsperioden. Detta samband kan utläsas i flera vattendrag i studien och visar tydligt att det kritiska stadiet är musslans första år på/i botten. Mer kunskap om den unga musslans interstitiella liv i vattendragets botten är nödvändig att inhämta för att kunna se vad som påverkar denna del av flodpärlmusslornas livscykel negativt.

Stormusselprojektet 2001-2002

Syftet med projektet var främst att utveckla en gemensam undersökningstyp för samtliga inhemska arter av stormusslor i Sverige. Detta var ett samarbete mellan Länsstyrelsen i Jönköpings län (projektansvarig), Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm, Göteborgs Naturhistoriska Museum och länsstyrelserna i Södermanland, Östergötland, Kalmar och Skåne. Förutom karteringar gällande förekomsten av samtliga arter av målar- och dammusslor i fem län i södra Sverige testades dessutom olika metoder för att inventera och övervaka musslorna. (Bergengren et al. 2002a, b) Arbetet resulterade i den gemensamma undersökningstypen "Övervakning av stormusslor" (Version 1:1, 2004-09-28) (Bergengren et al. 2004b).

Manual för arbete med stormusslor 2004

I samband med att den nya undersökningstypen för stormusslor var klar hösten 2004, sammanställdes även en stormusselmanual för kurser och utbildningar. Denna har sedermera använts vid bestämnings- och inventeringsmetodkurser m.m.

Stormusselkurs 2005

Länsstyrelsen i Jönköpings län erhöll under 2005 medel inom den regionala miljöövervakningen för att hålla en nationell stormusselkurs/utbildning för inventerare/miljöövervakare. Kursen hölls under två dagar i Jönköpings län för ca 30 deltagare och innehöll både teori- och praktiskmoment. Därefter har ett flertal ytterligare utbildningar hållits.

Stormusseldatabas 2006

I samband med att karteringar av flodpärlmussla påbörjades i Jönköpings län togs en enkel databas fram, i programvaran *Access*, för att lättare kunna hantera insamlade data. Denna databas har sedan vidareutvecklats, men i och med att fler länsstyrelser börjat arbeta aktivt med stormusslor uppstod också behov av en nationell databaslösning.

Länsstyrelsen i Jönköpings län erhöll 2006 medel från Naturvårdsverket för att utveckla en nationell webbaserad stormusseldatabas i samverkan med ArtDatabanken, SLU. För att samordna och rationalisera arbetet har sedan våren 2007 uppdraget övergått till Länsstyrelsen i Södermanlands län som sedan fortsatt samarbetet. Hos ArtDatabanken pågår för närvarande arbetet med att utveckla en applikation i form av en egen webbaserad portal för stormusslor, knuten till den redan befintliga Artportalen.

Metodutveckling och inventering av juvenila stormusslor

I juni-juli 2006 utfördes tester i skånska vattendrag av en tidigare ej prövad metod att finna små (juvenila) stormusslor. I samband med luftdykning genomfördes en sållning av bottensedimentet med hjälp av en utrustning som används inom bottenfaunaundersökningsmetoden ”M42” (Lingdell & Engblom 1996). Denna sållningsmetod visade sig vara effektiv och resulterade i fler fynd av juvenila stormusslor (Nekoro in prep.).

Metodstudie; Dykning och Undervattenskamera

Under 2007-2008 pågår en metodstudie: ”Dykning & Undervattenskamera - komplement till Undersökningstypen för stormusslor”. Det är ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelserna i Jönköpings, Kalmar, Östergötlands och Skåne län.

Studien belyser följande frågeställningar:

1. Är det möjligt och effektivare att genom dykning (fri- och luftdykning) i djupare delar av vattendrag/sjöar finna och övervaka de stormusselarter som normalt karteras med vattenkikare enligt gängse metodik?
2. Vilka möjligheter ger användning av undervattenskamera vid studier av stormusselarter?

Den hittills genomförda studien visar att det inte bara är en fördel att använda fridykning i de vattenområden som är svårinventerade med vattenkikare. Fridykning kan även användas i grunda, strömmande, vattendrag, där då eftersök av unga (juvenila) musselindivider blir mycket effektivt (Figur 15). Luftdykning har den fördelen att botten kan studeras noga under lång tid och därigenom ytterligare förbättra möjligheterna att hitta unga (juvenila) djur. Att använda dykning som undersökningsmetod är dock oftast mer tids- och kostnadskrävande.

I den andra delen av studien har en undervattenskamera testats. Denna har tidigare använts vid miljöövervakningsarbete för att kartlägga undervattensvegetation. Kameran har visat sig fungera mycket bra vid en första översiktlig kartläggning av stormusselfaunan.

Studien kommer att redovisas i rapportform i maj 2008 (Bergengren in prep.).



Figur 15. Test av fridykning som metod att undersöka flodpärlmusselbestånd i ett grunt vattendrag, sommaren 2007. Foto: Jakob Bergengren.

Miljömålsuppföljning – flodpärlmussla 2006-

Från år 2006 bedrivs projektet ”Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige” med regional upplösning, gällande flodpärlmusslan som en nationell biologisk mångfaldsindikator, av Länsstyrelsen i Västerbottens län. Dess syfte är att dels lyfta fram flodpärlmusslan som en indikator för biologisk mångfald (tillämpad inom Miljömålsportalen), samt att uppgradera den nationella statusbedömningen av flodpärlmusslan. Flodpärlmusseldata samlades in under 2006 från varje länsstyrelse i landet via en enkät. Data kvalitetsgranskades sedan av Västerbottens och Västernorrlands länsstyrelser för att få ett så statistiskt säkert underlag som möjligt. Förutom Länsstyrelserna i Västerbotten och Västernorrland är Världsnaturfonden (WWF), Länsstyrelsen i Jönköpings län, RUS och Naturvårdsverket delaktiga i projektet.

I en rapport, hittills som remissversion (Söderberg et al. 2007), utreds nationell status, trender och skydd för flodpärlmusslan. Målsättningen med undersökningen är att beskriva flodpärlmusslans aktuella status beträffande utbredning och reproduktion i Sverige, samt att analysera artens utveckling den senaste tiden. I rapporten redovisas även länsstyrelsernas syn på kunskapsläget och hotbilden för flodpärlmusslan, samt situationen beträffande artens skydd. Avslutningsvis föreslås ett antal åtgärder som bedöms vara viktiga för att förbättra naturvårdsarbetet för flodpärlmusslan.

I arbetet med att analysera kartläggning av förekomst ställs vissa krav på tillgängliga data då beståndets status skall övervakas, skyddsvärdesbedömas eller statusklassificeras. Den nationella undersökningstypen för övervakning av stormusslor (Bergengren et al. 2004b) skall följas. Vid varje enskild provlokal undersöks tätheten av musslor och dessutom mäts längden hos ett antal individer, inklusive den minsta påträffade. Resultaten från 15 lokaler vägs ihop och ger tillsammans en bra bild av beståndets status. Undersökningen tar ca fem arbetsdagar i anspråk. Metoden är lämplig att använda för bestånd som skall tidserieövervakas (vart 3:e - 5:e år), eller då en objektiv skyddsvärdesbedömning av ett flodpärlmusselbestånd skall genomföras. Bedömningen av skyddsvärde baseras på populationstorleken (beståndets storlek), medeltätheten, utbredning i vattendraget, minsta funna mussla, andelen musslor < 20 mm och andelen musslor < 50 mm. Beroende på hur beståndet ser ut, avseende de sex olika kriterierna, erhålls en poängsumma som beskriver skyddsvärdet.

En nackdel med undersökningstypen är att den är relativt kostsam. Speciellt i de områden där flodpärlmusslan förekommer i många vattendrag blir den möjliga andelen att övervaka begränsad. Därför har en enklare metod för statusbeskrivning utvecklats (Söderberg 2005). Metoden gör det möjligt att bedöma flodpärlmusslans status i åtskilligt fler vattendrag inom en given tidsrymd. Det medför i sin tur att bättre möjlighet ges till en tillståndsbeskrivning av flodpärlmusslans status inom ett större geografiskt område. Metoden ger dock inte möjlighet att skyddsvärdesbedöma bestånd av flodpärlmusslor.

Enkel statusbeskrivning går i korthet ut på att i fält ta reda på var i vattendraget musslorna finns (utbredningen) och hur rekryteringen av små flodpärlmusslor ser ut inom utbredningen (livskraftighet eller beståndets status). I den del av vattendraget där statusen är bäst etableras sedan en miljöövervakningsstation där minst 100 levande musslor mäts. Längdmätningen ger underlag för att bedöma statusen med utgångspunkt från andelen flodpärlmusslor < 20 mm och < 50 mm. Populationer som studerats med ”Undersökningstyp för stormusslor”, eller med ”Enkel statusbeskrivning”, kan klassificeras efter livskraftighet. Totalt inom landets 558 flodpärlmusselförande vattendrag har 109 undersökts med undersökningstypen de senaste 10 åren och 176 har undersökts med enkel statusbeskrivning. Resultatet visar att endast 3,9 % bedöms som livskraftiga (klass 1), alltså > 20 % av individerna är < 50 mm (ålder ca 20 år). Dessutom påträffas enstaka musslor < 20 mm (ålder ca 10 år).

I Sverige finns alltså två beskrivna och etablerade metoder för att följa upp flodpärlmusslans status (Bergengren et al 2004b, Söderberg 2005). I enkäten till utredningen (Söderberg et al. 2007) fanns möjlighet att förutom dessa metoder även rapportera in andra typer av undersökningar. Ett absolut krav är dock att den biologiska variabeln som skall undersökas måste vara direkt jämförbar mellan de båda tillfällena. En stor mängd insamlade data från Västra Götalands län kunde, på grundval av detta, olyckligtvis inte utnyttjas i undersökningen.

I utredningen konstateras vidare att i alla skyddade vattendrag med flodpärlmussla bör bestånden övervakas regelbundet med hjälp av undersökningstypen. Övervakningen syftar till att visa om skyddet för arten är tillräckligt eller om skötselåtgärder, alternativt förstärkt skydd, är nödvändigt (Söderberg et al. 2007).

LIFE-flodpärlmussla 2004-

I november 2004 startade Världsnaturfonden (WWF) i Sverige ett LIFE-projekt "Flodpärlmusslan och dess livsmiljöer". Projektet, som finansieras till 50 % inom EU:s miljöfond LIFE, har fokus på bevarande av flodpärlmusslan i 21 vattendrag som ingår i Natura 2000-områden i södra Sverige. Medfinansier är Naturvårdsverket. Partners är Länsstyrelserna i Örebro, Västmanlands Västra Götalands och Kalmar län, Skogsstyrelsen, Karlstads Universitet och Göteborg stad.

Projektet har som mål att förbättra förhållandena för flodpärlmusslan i de aktuella vattendragen genom att utveckla och testa olika bevarandeåtgärder. Parallellt ska projektet informera markägare och andra berörda om flodpärlmusslan och behovet av hänsyn i mark- och vattenanvändning.

I de län som ingår har olika restaureringsåtgärder genomförts i vattendragen för att förbättra livsmiljön för musslorna. Målsättningen är att uppnå detta bl.a. genom anläggning av nya "musselbottnar", borttagande av vandringshinder för fisk, igenläggning av diken, reparation av dammar och återförande av stenar som tidigare har rensats bort för att underlätta bl.a. flottning. I ett vattendrag i Småland, där flodpärlmusslan har försvunnit helt, har den återintroducerats. Informationsmaterial har tagits fram för att användas vid rådgivning/information till markägare och andra aktörer. Även informationskyltar i fält tas fram som information till allmänheten. Erfarenheterna från projektet kommer att sammanfattas i en handbok för skötsel av flodpärlmusselbestånd inom den europeiska unionen.

Naturhistoriska museernas arbete och roll

Kartering av limniska stormusslor i Sverige och Norden

I början av 1990-talet inleddes ett supranationellt karteringsprojekt av limniska stormusslor i Norden med deltagande av Danmark, Finland, Norge och Sverige (von Proschwitz et al. 1995, von Proschwitz 2001). Projektet var en direkt fortsättning på det då nyligen avslutade karteringsprojektet av limniska småmusslor (fam. Sphaeriidae) (Kuiper et al. 1989). Båda projekten har bedrivits inom ramen för E.I.S. (European Invertebrate Survey). I båda dessa projekt, som geografiskt omfattar ett mycket stort område, har karteringen skett med hjälp av rutnätskartor med modifierade UTM-kvadrater – dessa kartor har speciellt tagits fram av Økland & Økland (1986) för biogeografisk kartering i Nordeuropa. Samtidigt inleddes en nationell kartering av de limniska stormusselarterna i Sverige. Denna är baserad på exakt geografisk markering på kartor av alla kända fynd. Först skedde detta i form av traditionella prickkartor på papper. Sedan några år tillbaka sker arbetet med digital kartering, vilket ger stora tekniska och tidsmässiga vinster (von Proschwitz 2006b).

Karteringen grundar sig på en genomgång av allt befintligt material i de nordiska naturhistoriska museernas samlingar. För Sveriges del gäller detta samlingarna vid museerna i Stockholm, Göteborg, Lund och Uppsala. Materialet i de tre förstnämnda institutionerna gicks igenom redan under 1990-talet medan materialet i Uppsala har blivit tillgängligt först under senare år. Genomgången omfattar både en taxonomisk revision av proverna och registrering och kontroll av fyndorterna för samtliga prover. Materialet av limniska stormusslor från Sverige i landets museer omfattar mer än 3 500 prover. Dessutom har nytt material tillkommit från inventeringar under senare år. I karteringen ingår också en kritisk utvärdering av fyndangivelser i all stormussellitteratur som kunnat uppsåras. Denna inkluderar ett stort antal s.k. "grå" rapporter. Totalt har mer än 3 000 fynd karterats på utbredningskartorna för de i Sverige förekommande arterna (von Proschwitz 2006b) (se även Bilaga 1).

Stormusselbibliografi 1996-

1996 startade en sammanställning av all uppsårad mussellitteratur till en nationell bibliografi för Sverige. Inledningsvis bibliograferades endast litteratur med geografiska angivelser av musselförekomster, men detta kom snart att utvidgas till att omfatta all litteratur som innehåller någon typ av information om limniska stormusslor i Sverige. Tidsmässigt sträcker sig bibliografien över mer än fem århundraden, från 1500-talet till idag. 1900-talet dominerar starkt, speciellt de senaste årtiondena. Cirka 75 % av titlarna berör flodpärlmusslan. Hittills (t.o.m. 2007-04-04) har 1 198 titlar bibliograferats. Införd litteratur klassificeras med hänsyn till art(er), ämne(n), geografiskt område (län) och

källa, samt har i tillämpliga fall försetts med kommentarer. Bibliografin avses att vara en hjälp och informationskälla för alla som arbetar och kommer att arbeta med limniska stormusslor i Sverige. Publicering avses att ske både i tryckt form och på internet inom ca 5-8 år (von Proschwitz 2006b, von Proschwitz in prep.).

Molekylärbiologiska studier

Vid Naturhistoriska riksmuseets molekylärgenetiska laboratorium har ett forskningsprojekt bedrivits där kärn-DNA (ITS rDNA) från svenska sötvattensmusslor analyserats och jämförts med resultat från tidigare studier av mitokondriellt DNA. En DNA-profil ("fingeravtryck") för samtliga svenska stormusselarter har identifierats. Analysresultaten har också använts i en släktskapsstudie. Studien fokuserades på att finna en artspecifik genetisk markör hos musslorna. Den s.k. ITS-regionen av de nukleära ribosomala generna visade sig innehålla rätt grad av variation för att kunna identifiera musslorna till släkte och art. Genom att utnyttja dessa molekylära metoder för att identifiera musselarter via glochidier är det även möjligt att identifiera dem som tillhör respektive stormusselart på värdfiskars gälar.

ITS-regionens nukleära ribosomala gener jämfördes med mitokondrieger hos de unionoida stormusslorna i form av en släktskapsanalys. Studien visar att hos de stora sötvattensmusslorna (fam. Unionidae) förekommer en avvikande nedärvning av mitokondrierna, vilket komplicerar undersökningar av släktskap baserade enbart på de senares arvs massa. Den mitokondriella nedärvning inom familjen Unionidae är alltså komplicerad då mitokondrierna kan nedärvas från båda föräldrarna. En ökad mängd rekombinationer kan därmed leda till felaktiga bedömningar av homologier, vilket kan ställa till problem vid rekonstruktionen av släktskapet. På grund av detta undersöktes möjligheten att använda ITS-regionens nukleära ribosomala gener för fylogenetiska studier som ett komplement till och som jämförelse med, de två mitokondrieger som är mest använda idag. ITS-regionens nukleära ribosomala gener (*ITS 1,5*, *8S*, *ITS2*) sekvenserades från totalt 72 musselindivider, representerande sex av de sju arterna inom Unionidae från nordvästra Europa: *U. pictorum*, *U. tumidus*, *U. crassus*, *A. anatina*, *A. cygnea* och *P. complanata*. Sekvenser från *M. margaritifera* användes som utgrupp. En kombinerad analys av tre olika genetiska markörer visar att *U. crassus* och *U. pictorum* är närmare besläktade med varandra än vad någon av dem är med *U. tumidus*. *Pseudanodonta* placerar sig inom *Anodonta*, som systertaxon till *A. cygnea*. I projektet testades även olika primers i syfte att undvika kontamination från värdfiskens DNA (Källersjö et al. 2005).

Molekylärsystematisk artidentifiering

Alla organismer har unikt DNA. Genom att jämföra DNA-sekvenser från en viss individ med en referensdatabas, kan man avgöra vilken art den tillhör. För närvarande pågår ett världsomspännande arbete med att skapa en sådan referensdatabas för alla växter och djur i världen. Detta sker inom *Consortium for the Barcode of Life* (CBOL), som grundades 2004. CBOL är en internationell sammanslutning bestående av 100 organisationer (museer, universitet, botaniska och zoologiska trädgårdar m.m.) från 39 länder.

För djur har man bestämt att deponera DNA-streckkoder från den mitokondriella CO1-genen för alla arter i ett gemensamt arkiv, som är sökbart via internet. Alla sekvenser som tas fram skall kopplas till beläggsexemplar i offentliga museisamlingar, och rådata skall också göras tillgängliga. De höga kvalitetskraven skiljer DNA-streckkodningen från redan befintliga DNA-databaser. Genom bevarade beläggsexemplar kan i efterhand artbestämningar kontrolleras. Sparade och allmänt tillgängliga rådata från sekvenseringarna kommer att göra det möjligt att bedöma kvaliteten hos de deponerade sekvenserna. Målsättningen är att sekvensera samma gen för alla organismer, vilket även kommer att leda till att DNA-streckkodning blir ett effektivt taxonomiskt verktyg. Idag kräver tekniken tillgång till laboratorier. Men inom en inte alltför avlägsen framtid räknar man med att ha tillgång till bärbara scanners, som snabbt och säkert skall kunna analysera ett prov även i fält.

Som tidigare beskrivits har genetisk artidentifiering genomförs av samtliga stormusselarter vid Naturhistoriska riksmuseets molekylärsystematiska laboratorium (Källersjö et al. 2005). DNA-streckkodning – barcoding – av svenska stormusslor kan bli ett viktigt instrument för att kvalitetssäkra artidentifieringar. Metodiken beskrivs även närmare i en pågående utredning, på uppdrag av Naturvårdsverket, "Metoder för effektivisering och automatisering av taxonomisk identifikation" (Lyrholm in prep.).

Tidigare erfarenheter från inventeringar i fält visar på problem att skilja arterna inom släktet målar-musslor (*Unio* spp.) åt, speciellt att urskilja äkta målar-mussla (*U. pictorum*) från spetsig målar-mussla (*U. tumidus*), likväl som att skilja de två *Anodonta*-arterna (allmän och större dammussla) från flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*). Störst identifieringsproblem föreligger hos unga, juvenila, individer av dessa arter.

Kostnadsaspekter

Kostnaden per genetisk markör (gen-område) för varje mussla eller glochidie som skall analyseras är mycket beroende av hur identifieringsarbetet läggs upp. Främst är metodutvecklingsdelen relativt kostsam, då lämpliga referens-sekvenser för stormusslorna, eller bästa metod för preparering m.m. av glochidier, ska tas fram. Senare arbete, d.v.s. snabba artbestämningar av stormusslor eller glochidier, kan bli avsevärt billigare. En uppskattad analyskostnad är ca 100 kr per prov, som då täcker in åtgång av vätskor och reagens. Dessutom tillkommer en generell arbetskostnad för utförandet av analysen.

Åldersbestämning och miljökemisk analys av musselskal

Vid Naturhistoriska riksmuseet genomförs åldersbestämningar och miljökemiska analyser av mussel-skal (se t.ex. Mutvei et al. 1994, 1996; Dunca 1997, 1999; Dunca et al. 2005, 2006), studier av hur åldersstrukturen ser ut i flodpärlmusselbestånd, samt om det finns någon tydlig relation mellan skallängd och ålder. Denna naturvårdsinriktade forskning sker även i samarbete med WWF och finansieras därifrån (Dunca 2006, Dunca & Mutvei 2006) (se även Bilaga 5).



Figur 16. Pauliströmsån (Jönköpings län) med dess flodpärlmusslor. Äns stormusslor har ingått i en studie för att fastställa åldersstrukturen hos svenska flodpärlmusselbestånd . Foto: Jakob Bergengren.

Internationell bakgrund

Nordamerika – forskning, bevarandebiologi och övervakning

Den nordamerikanska kontinenten har den högsta artdiversiteten av stormusslor i världen, inkluderande Ohio-flodens och Mississippi-flodens avrinningsområden, som ett endemiskt centrum för denna högsta artdiversitet. Mer än 300 arter, tillhörande familjerna Margaritiferidae och Unionidae, har beskrivits härifrån (Burch 1973). Samtidigt är denna djurgrupp den mest hotade i Nordamerika. 60 % av arterna är att betrakta som hotade och 12 % är troligen redan utgångna från kontinenten. Endast 70 av de nordamerikanska stormusselarterna anses idag vara livskraftiga (Pool & Downing 2007). Historiskt förekommer det högsta antalet stormusselararter inom ”Mellanvästern”, inkluderande delstaterna Minnesota, Wisconsin, Iowa, Missouri, Illinois, Indiana och Ohio. Men idag är mer än hälften av arterna klassade som ”starkt hotade”, ”hotade”, eller ”missgynnade” i dessa delstater. Omfattande habitatförlust, innefattande föroreningar, igenslamning av vattendragens botten, uträkning av vattendrag, samt grävning och rensningar i musslornas livsmiljöer, är den primära orsaken till artförlusterna under det senaste århundradet. Introduktionen av den asiatiska vandrarmusslan (*Dreissena polymorpha*) under 1980-talet har även bidragit till en ökad stress för de inhemska arterna av stormusslor, eftersom vandrarmusslan är en effektiv konkurrent om både föda och utrymme.

Sedan 1990-talet har vandrarmusslan spridits vidare från de stora sjöarna i norr till hela Mississippi-flodens avrinningsområde, vilket alltså innehåller den högsta artdiversiteten av endemiska stormusselararter i världen. Mer än 60 endemiska stormusselararter inom detta avrinningsområde är hotade till sin existens beroende på en kombination av konkurrens från den främmande vandrarmusslan (*D. polymorpha*) och den antropogena påverkan som leder till förlust av musslornas livsmiljöer. En jämförelse mellan nivåerna av artförlust på olika stormussellokaliter före och efter vandrarmusslans introduktion i Mississippi indikerar att vandrarmusslans närvaro har tiofaldigt påskyndat utdöendeprocessen på regional nivå. Om denna negativa trend står sig kommer den regionala förlusten av dessa endemiska stormusselararter i framtiden att vara 12 % per årtionde (Riccardi et al. 1998).

Under senare år har genomförandet av ett amerikanskt artbevarandedirektiv (*Endangered Species Act*), liksom ett direktiv för en förbättrad vattenkvalitet (*Clean Water Act*), bidragit till en långsam återhämtning hos några av stormusselarterna och deras värdfiskar. De arter som klassats som hotade eller på annat sätt missgynnade har fridlysts och habitat- och vattenkvalitetshöjande åtgärder har genomförts eller påbörjats. I flera fall har stormusselararter, nära utrotning, till stora kostnader artificiellt fötts upp i speciella odlingsanläggningar och sedan återförts till sina ursprungliga habitat, vilket har bidragit till en återkolonisation i vissa vattenområden. Musslornas olika värdfiskarter har först identifierats i omfattande in vitro-försök, där förmodade värdfiskar och gravida honmusslor först hållits tillsammans i akvarieanläggningar, varefter utvärderingar genomförts gällande graden av glochidieinfektion hos de testade fiskarterna (Riccardi et al. 1998, McNichols et al. 2007, Pool & Downing 2007, Strayer 2007).

Den nationella artskyddskommittén i Kanada (*Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada* – COSEWIC) har utarbetat en rödlista för hotade arter i landet. Sedan 1999 har 13 av Kanadas stormusselararter bedömts enligt de hotartskriterier som utarbetats av den Internationella Naturvårdsunionen (IUCN 2007). Ytterligare 21 arter står på tur att bedömas. Kanadas artbevarandedirektiv (*Species at Risk Act* – SARA) började gälla från 2004, vilket innebar omedelbar fridlysning för de listade hotarterna och deras livsmiljöer, samt framtagande av åtgärdsprogram för deras långsiktiga överlevnad. I provinsen Ontario har sedan 2003 en ”musselöverlevnadsgrupp” formerats, bestående av forskare, experter och naturvårdare från myndigheter och andra organisationer (*Ontario Freshwater Mussel Recovery Team* – OFMRT), som nyligen har genomfört bevarandeprojekt för åtta av de hotade stormusselarterna (Morris et al. 2007).

I Nordamerika (både USA och Kanada) bedrivs en intensiv övervakning av den invasiva vandrarmusslan (*Dreissena polymorpha*), likväl som andra främmande musselararter, t.ex. kvaggamussla (*Dreissena bugensis*) och ”olivmussla” (*Corbicula fluminea*). Den övervakningsmetodik som tillämpas för vandrarmussla, likväl som kvaggamussla, baseras på att dels kvantifiera mängderna av frisimmande larver via zooplanktonanalyser; dels att via utplacering av artificiella substrat i vattenmassan kunna uppskatta mängderna av koloniserande juveniler, samt att kvantifiera mängderna av vuxna musslor genom dykande inventeringar (Marsden 1992, Claudi & Mackie 1994).

Av tradition har nordamerikanska biologer främst tillämpat s.k. ”informella” tekniker vid inventeringar och undersökningar av stormusslorna och deras habitat. Med detta menas att både metoder och lokaler för undersökningarna har valts främst efter subjektiva mått; musslor har eftersökts på ställen där inventeraren anser att habitatet verkar lämpligt, där musslorna lätt kan iakttas, där det är lätt att nå undersökningsområdet etc. Sådana tekniker har också flitigt använts vid fältarbete eftersom de kräver relativt lite planering, samt är flexibla och lätta att tillämpa i fält. Denna undersökningsmetod täcker in de flesta typer av karteringar där undersökaren visuellt eftersöker musslorna på ”lätt åtkomliga” lokaler i ett vattenområde, t.ex. nedströms vägbroar och forssträckor m.m. Trots det tilltalande i denna ”informella” arbetsform, samt den breda tillämpning som denna undersökningsteknik erbjuder, är den dock förknippad med svagheter då insamlade data från lokalerna analyseras – det är t.ex. omöjligt att med utgångspunkt i hur lokalerna ”valts ut” kunna göra några säkra förutsägelser om statusen hos hela populationen av stormusslor i vattendraget. Inte heller kan det erhållas några statistiskt säkra mått på musselpopulationens storlek och täthet med denna teknik. Inte heller blir insamlade data med denna metod så tillförlitliga att de kan avslöja storleksförändringar i populationen. Med utgångspunkt från dessa begränsningar är den ”informella” metoden endast tillämplig i ett tidigt skede av en planerad miljöövervakning, då ett vattenområde översiktligt behöver karteras för att få fram data om vilken eller vilka stormusselarter som förekommer (Strayer & Smith 2003).

I nordamerikanska övervakningsstudier av stormusslor tillämpas ”systematisk” provtagning i utslumpade delsträckor av ett vattenområde, t.ex. från ett sjöutlopp till vattendragets mynning i en annan sjö eller ett större vattendrag. Inom varje delsträcka slumpas i sin tur ett stort antal 1 * 1 meters rutor ut. Undersökningarna genomförs i regel av ett team dykare som lägger ut rutorna och genomför provtagning i dessa. Upp till 60 stycken undersökningsrutor i varje delsträcka av vattendraget slumpas i regel ut. I mindre vattendrag (< 5 m bredd) tillämpas i stället liknande metodik som i Sverige (Bergengren et al. 2004b). Vattendraget undersöks på förekomst av musslor i hela sin bredd inom ett antal utslumpade kortare delsträckor. Den i Nordamerika tillämpade ”systematiska” provtagningen, där ett stort antal provrutor nyttjas, rekommenderas då metodiken dels är relativt enkelt att tillämpa i fält, samt överlag ger precisa uppskattningar av ofta fläckvis utspridda musselbestånd (Strayer & Smith 2003).

Enbart i delstaten Iowa genomförs övervakning på 200 lokaler i flertalet vattenområden. Undersökningarna genomförs enligt gängse metodik, där 60 stycken 1 * 1 meters provrutor slumpas ut på varje övervakningslokal. Dessutom beskrivs vattenmiljön och den strandnära miljön på varje lokal i ett separat protokoll. Resultaten visar hittills på en fortsatt minskning av artdiversitet och abundans hos de endemiska stormusselarterna. Undersökningarna har även visat ett signifikant samband mellan kantzonens beskuggning och artdiversitet samt abundans hos stormusslorna. I ej beskuggade vattenområden saknas antingen stormusslor helt, eller så är populationerna artfattiga och utglesade (Pool & Downing 2007). Vid övervakning av stormusslor på djupare sjöbottnar eller i djupare och större vattendrag tillämpas i regel traditionella transektundersökningar i tidsserier där provtagningarna sker från båt, med olika typer av bottenhuggare och definierad provtagningssyta (Strayer & Malcom 2007).

Europa – forskning, bevarandebiologi och övervakning

I Europa bedrivs sedan 1990-talet främst ett bevarandearbete för flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*) och i Storbritannien uppmärksammades hoten mot denna art relativt tidigt (1980-talet) varför forskning samt övervakningsarbete startade (Young & Williams 1983, Young 1991). I vattenområden i Skottland startades riktade undersökningar av flera musselpopulationer under mitten av 1990-talet, tillsammans med en åtgärdsplan (*Action Plan*) för artens bevarande (Young et al. 2003). Arbetet leds av universitetet i Aberdeen, i samverkan med den brittiska naturvårdsmyndigheten. Under 2000-talet har arbetet inom Europa fortskridit i syfte att vända den negativa trenden hos arten. En åtgärdsplan på europeisk basis presenterades under inledningen av 2000-talet (Araujo & Ramos 2001). Det europeiska art- och habitatdirektivet (Rådets direktiv 92/43/EEG) innebär också att för både flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) ska särskilda bevarandeområden inom Natura 2000 inrättas. Dessutom är dessa arter fridlysta enligt direktivet. Sedan 2000-talet bedrivs även nationella restaurerings- och bevarandeprojekt på europeisk basis, finansierade inom EU:s naturvårdsfond LIFE. Flera europeiska länder med förekomst av flodpärlmussla deltar i projektet, häribland Sverige, Lettland, Storbritannien, Tyskland, Luxemburg och Tjeckien. Det finns även exempel på tillämpningar från de sydliga och starkt hotade flodpärlmusselpopulationerna i Spanien (San Miguel et

al. 2004). I Norge har på senare år en handlingsplan blivit operativ kring bevarandearbete för de norska flodpärlmusselpopulationerna (Direktoratet for naturforvaltning 2006). I Danmark var uppfattningen, fram till det tidiga 2000-talet, att både flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla var utgångna ur landet (Skriver 2002). För flodpärlmusslan stämmer säkerligen detta, men den tjockskaliga målarmusslan återfanns i ett relativt starkt bestånd inom Odense å på Fyn under 2004. Populationen har undersökts närmare på flertalet lokaler i åsystemet, varvid den svenska undersökningstypen för stormusslor tillämpats (Larsen & Wiberg-Larsen 2006). I Tyskland (Bayern) pågår likaså, sedan 1980-talet, forskning och övervakning av den tjockskaliga målarmusslan. Artens biologi och habitatkrav har länge studerats av forskare från universitetet i Bayreuth (Hochwald & Bauer 1988, 1990). I södra Tyskland har även omfattande restaureringar genomförts av flera vattendrag i syfte att förbättra habitat för både flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla (Henker et al. 2003).

I pågående centraleuropeiska övervakningsstudier är främst tillämpningar av ett ”protokoll” för tidsserieövervakning av flodpärlmussla (*M. margaritifera*) den mest nyttjade. Denna övervakning har till syfte att regelbundet studera kända populationer och att identifiera ytterligare hot mot arten. Metoden, som definieras som ”selektiv”, bygger på vad som i nordamerikanska studier kallas en ”informell” teknik där lokaler i form av 50-meters sträckor (transekter) inom enskilda vattendrag väljs ut, främst efter subjektiva mått, d.v.s. där habitatet är lämpligt för flodpärlmusslor och/eller djuren förekommer i flertal. Det eftersökta habitatet definieras i protokollet som en ”öppen botten bestående av fin sand, förekommande i fickor bland grus och stenar”. Tekniken bygger på att flera transekter undersöks i syfte att erhålla mått på abundans, täthet och förekomst av unga (juvenila) musslor och anses ge goda uppskattningar av statusen hos ofta fläckvis utspridda musselbestånd (Young et al. 2003).



Figur 17. Pågående undersökning av en övervakningslokal för stormusslor. Påträffade musslor mäts, längd – bredd – höjd, innan de återutsätts i vattendraget. Foto: Jakob Bergengren.

Stormusslor inom arbetet med Vattenförvaltning

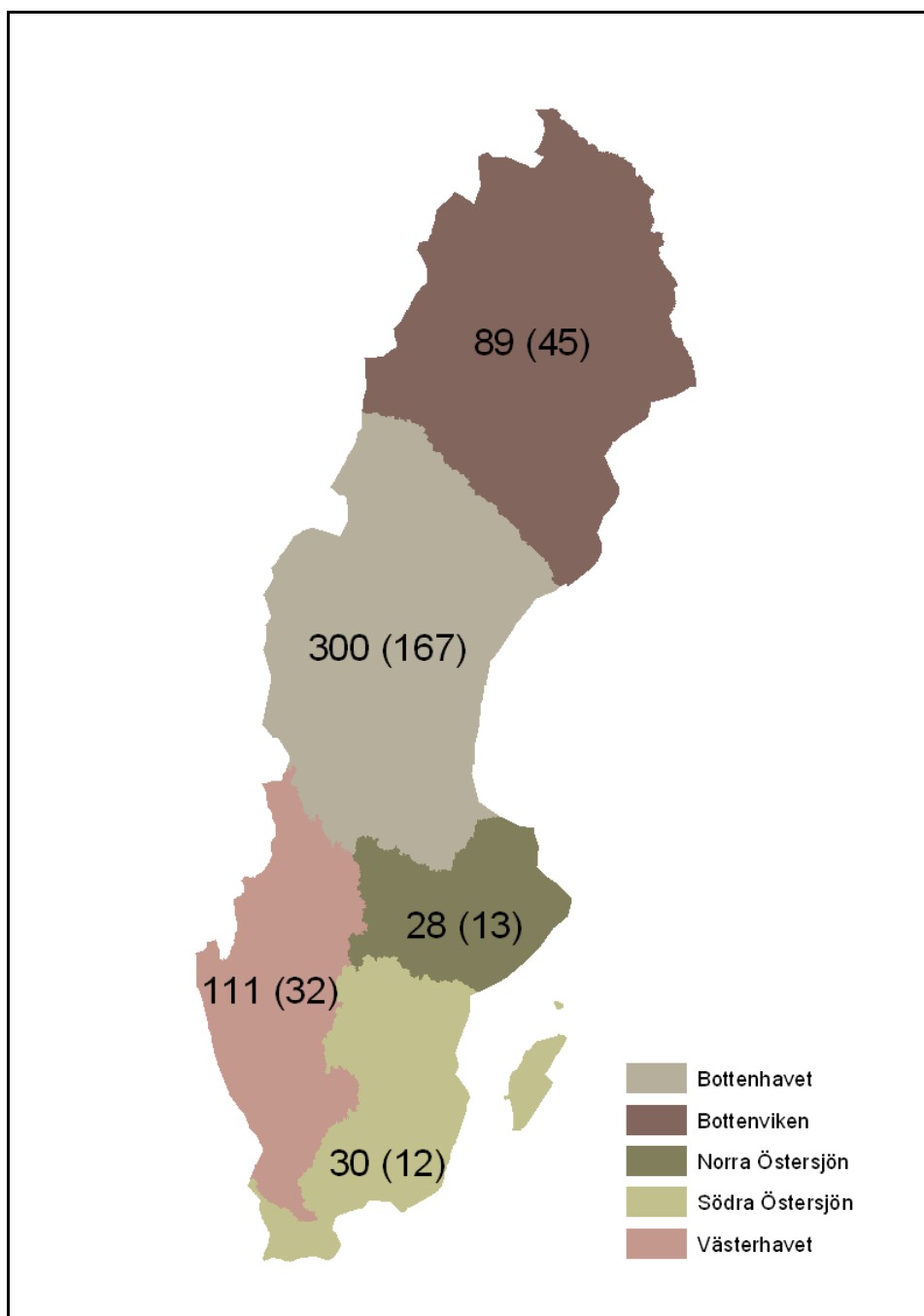
Nyttjande av stormusslor inom statusklassning av vattenförekomster

EU:s införande av Vattendirektivet (Ramdirektivet för vatten, 2000/60/EC) har för Sveriges del sedan 2004 inneburit en indelning i fem olika vattendistrikt, Bottenviken, Bottenhavet, Norra Östersjön, Södra Östersjön och Västerhavet. Vattendistriktens utformning följer inte gängse administrativa gränser såsom län och kommun utan är baserade på avrinningsområden. Detta öppnar en ny möjlighet till att kunna bedriva naturvård i vatten med utgångspunkt från de metoder som tas fram i den nyinrättade Vattenmyndigheten. Målsättningen med Vattendirektivet är att alla vattenförekomster skall uppnå en god status, inte minst gäller det en god ekologisk status. Eftersom ett framgångsrikt naturvårdsarbete i rinnande vatten måste utgå från naturens egna hydrologiska avgränsningar så är arbetet med Vattendirektivet mycket intressant för speciellt flodpärlmusslans möjlighet att överleva på sikt. Med tanke på att denna stormusselart har en utbredning genom hela landet och att rekryterande bestånd av arten indikerar god ekologisk status hos vattendragen, är det intressant att se på förekomster i vattendistriktet och vilken livskraftighet bestånden har (Figur 19) (Söderberg et al. 2007).

Det stora antalet flodpärlmusselförande vattendrag i mellersta Norrland ligger i Bottenhavsdistriktet, vilket innebär att detta distrikt utmärker sig som det rikaste på flodpärlmusslor. Näst flest vattendrag med förekomst av flodpärlmusslor finns i Västerhavets distrikt. Detta visar att det inte i första hand handlar om en nordsydlig frågeställning var flodpärlmusslan finns, utan förståelsen för detta mönster måste nog sökas bland annat utifrån de spridningsbiologiska förutsättningarna och påverkan. Däremot kan troligen andelen vattendrag med fynd av musslor <50 mm generellt förklaras utifrån hur långt urbaniseringen har kommit. Om de vattendrag varifrån det saknas aktuella förekomststoppgifter borträknas, visar resultat att i Bottenhavsdistriktet har flodpärlmusslor <50 mm påträffats i 164 av de 263 vattendragen inom de senaste 10 åren (62 %). Motsvarande siffra för Västerhavsdistriktet är lägre (46 %). Här bör påpekas att den med verkligheten överensstämmande andelen flodpärlmusslor <50 mm troligen är lägre än angivet, eftersom viljan att ta upp och längdmäta levande musslor minskar i ett svagare bestånd. Med tanke på Vattenmyndighetens ambition att uppnå god ekologisk status så avspeglar flodpärlmusslans situation därmed ett stort behov av åtgärder inom samtliga distrikt (Söderberg et al. 2007).



Figur 18. Flodpärlmussla (överst) och tjockskaliga målarmusslor, möjliga att nyttja inom statusklassningen av vattenförekomster. Foto: Jakob Bergengren.



Figur 19. Karta som visar antalet vattendrag per vattendistrikt med förekomst av flodpärlmussla. Inom parentes anges i hur många av dessa som musslor <50 mm påträffats, efter Söderberg et al. (2007).

Var/När/Hur övervakas stormusslor i Sverige

Sammanfattning av enkätundersökning 2008

Under januari-februari 2008 har Sveriges länsstyrelser fått svara på en enkät om hur arbetet med stormusslor hittills bedrivits. Enkäten är uppdelad i följande huvuddelar (Se även Bilaga 2):

- Översikt – arbete med stormusslor
- Metodval
- Finansiering
- Stormusseldata
- Kartläggning av status – Stormusslor
- Övrigt

Resultaten redovisas nedan på nationell och delvis regional basis. Samtliga 21 län har besvarat enkäten. Då svarstiden var kort har flertalet länsstyrelser svarat relativt schablonmässigt.

Länsstyrelserna i Västerbotten och Västernorrland har redan tidigare, under miljömålsarbetet 2005-2007 inom projektet *Flodpärlmussla som biologisk mångfaldsindikator* (Söderberg et al. 2007), skickat ut en frågeenkät kring arbetet med denna art. En del av utvärderingen från denna enkät ingår i sammanställningen nedan.

Översikt - arbete med stormusslor

Flodpärlmusslan dominerar stormusselarbetet

Under 1990-talet och fram till början av 2000-talet har stormusselarbetet främst ägnats åt inventering och övervakning av flodpärlmussla. Stormusselprojektet under åren 2001-2002 (Bergengren et al. 2002a, b), samt därefter ett flertal inventeringar under åren 2003-2006, vilka bl.a. ligger till grund för framtagandet av ett åtgärdsprogram för tjockskalig målarmussla (Lundberg et al. 2006), har därefter fått allt fler län att arbeta vidare även med denna hotade art, likväl som övriga stormusselarter, i landet. Totalt sett står flodpärlmusslan för två tredjedelar och övriga stormusslor (främst tjockskalig målarmussla) för resten av det hittills nedlagda arbetet.

Då hotarterna flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla förekommer så gott som uteslutande i vattendrag har fokus vid inventeringar varit strömvattenmiljöer. Sjöar har hittills inventerats i relativt liten skala och ofta har stormusslor påträffats som bifynd i samband med makrofytinventeringar m.m. Totalt har 2 615 vattendrag (delsträckor av större vattendrag) och 350 sjöar (företrädesvis sjöutlopp) inventerats hittills i Sverige.

Kunskapsläget när det gäller flodpärlmussla anses överlag vara godtagbart (19 av 21 län). Arbetet med övriga stormusselarter har förbättrat kunskapsläget avsevärt under 2000-talet, men länsstyrelserna anser att det krävs mer inventeringar för att det ska vara godtagbart. 15 av 21 län anser att kunskapsläget när det gäller stormusslor i allmänhet är bristfälligt.

Metodval

Den mest använda undersökningsmetoden fram till idag är vadning med vattenkikare (89 % av den totala arbetsinsatsen). Därefter följer fridykning och användning av Lutherräfsa (kastkratta), båda 5 % av totala arbetsinsatsen. Luftdykning har hittills enbart använts sporadiskt i djupare vattendrag och utgör totalt endast av 1 % av arbetsinsatsen. I framtiden räknar länen med att öka användningen av både fridykning (ökar ca 10 %) och luftdykning (ökar ca 5 %). Användningen av Lutherräfsa beräknas minska något (ca 2 %).

Tidserievattendrag-/lokaler

Totalt har 142 vattendrag med tidsserier rapporterats nationellt. Större delen av dessa (127 st.) utgörs av vattendrag där flodpärlmussla övervakas. Totalt finns i dessa vattendrag 1 781 tidsserielokaler definierade som en provsträcka upp till 20 meter enligt undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). Bland dessa utgörs 98 % av lokaler där flodpärlmussla övervakas och 2 % av lokaler med övervakning av tjockskalig målarmussla. Totalt planerar länen att etablera 459 nya övervakningslokaler för flodpärlmussla och 15 nya övervakningslokaler för tjockskalig målarmussla.

Finansiering

Under 1990-talet var det främst medel för kalkeffektuppföljning och miljöövervakning som finansierade stormusselarbetet, med tyngdpunkt på flodpärlmussla. Förutom specialprojekt inom den regionala miljöövervakningen har sedan 2004 har en allt större del av finansieringen kommit från medel till åtgärdsprogram (ÅGP) och programmet för hotade arter.

Totalt har länen till och med 2007 använt 13 581 000 kr till arbete med stormusslor.

Användning av stormusseldata

Flodpärlmusslan är den art som hittills har dominerat i arbetet med kalkeffektuppföljning och miljöövervakning. Sedan 2004, då hotartsarbetet och Natura 2000-arbetet (främst Basininventeringen inom Natura 2000) startade, har dessa verksamheter använt underlag från inventeringar av stormusslor i en allt större omfattning. Inom hotartsarbetet har den tjockskaliga målarmusslan lyfts fram, vilket även inneburit att denna fått ett eget åtgärdsprogram (Lundberg et al. 2006). När mer data i framtiden har samlats in och sammanställts centralt kan detta underlag också bli en viktig del i arbetet med Vattenförvaltning. I miljömålsarbetet ingår flodpärlmusslan redan idag och utgör en viktig miljöindikator, då framför allt för rekryterande musselbestånd.

Klassningar av stormusselbestånd

Inom länen har samtliga klassningar av skyddsvärde tillämpats. Västernorrlands läns enklare statusbedömning gäller enbart flodpärlmussla och har främst använts i Norrlandslänet (Västernorrlands och Gävleborgs län). De län som har använt den ”egna expertbedömningen” har i viss utsträckning använt erhållna data till statusklassning inom arbetet med vattenförvaltning.

Datalagring

Länet har främst använt enklare Excel-dokument att registrera data i. En tredjedel har använt den databas i Access som tagits fram av Länsstyrelsen i Jönköpings län (modifierad under 2005 av Länsstyrelsen i Södermanlands län). Några få län har tagit fram egna databaser i Access. Detta belyser tydligt att det finns ett stort behov av en central, nationell, stormusseldatabas där alla data som berör övervakningen av stormusslor bör samlas.

Kartläggning av status – Stormusslor

Länsstyrelserna har redovisat förekomster (på populationsnivå, dvs. en väl avgränsad population) av stormusselarter i respektive län (Tabell 2). Viktigt att poängtera är att data kan ha tagits fram på ett heterogent sätt. Framför allt kan själva populationsavgränsningen skilja sig åt mellan länen. Redovisningen ger dock en översiktlig bild över förekomsterna och deras status idag. Det är även viktigt att belysa att det främst är flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla som har inventerats noggrant avseende rekrytering. De övriga arterna har oftast enbart noterats.

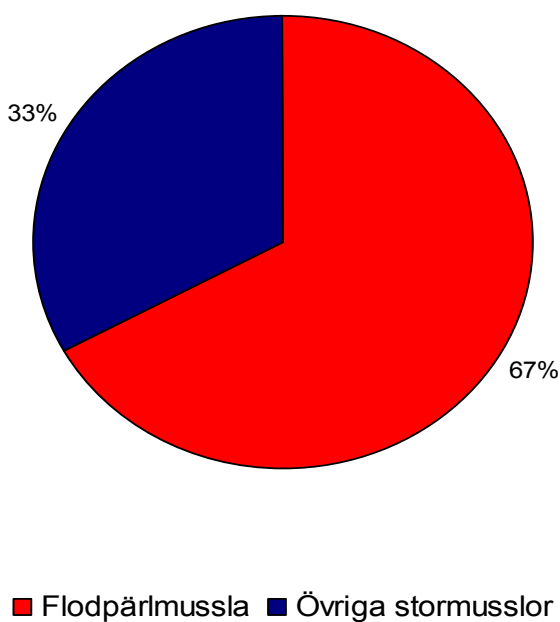
Tabell 2. Totalt antal kända populationer av stormusslor (samtliga inhemska arter) inom Sverige t.o.m. 2007, samt antal populationer på nationell nivå där föringring har kunnat styrkas.

Art	Totalt antal populationer	Populationer med föringring
Flodpärlmussla (<i>Margaritifera margaritifera</i>)	628	230
Äkta målarmussla (<i>Unio pictorum</i>)	40	10
Spetsig målarmussla (<i>Unio tumidus</i>)	177	35
Tjockskalig målarmussla (<i>Unio crassus</i>)	65	14
Allmän dammussla (<i>Anodonta anatina</i>)	478	23
Större dammussla (<i>Anodonta cygnea</i>)	116	8
Flat dammussla (<i>Pseudanodonta complanata</i>)	64	11

Översikt - arbete med stormusslor

Inriktning på arbetet med stormusslor

- Vilken huvudinriktning har arbetet med stormusslor haft hittills?
- Vilken/vilka arter har arbetet inriktats på (procentuell andel av arbetsinsats gällande flodpärlmussla respektive övriga arter av stormusslor)?



Figur 20. Inriktning på arbetet med stormusslor – procentuell fördelning mellan flodpärlmussla och övriga stormusselarter.

Under 1990-talet och fram till början av 2000-talet har arbetet främst ägnats åt inventering och övervakning av den hotade flodpärlmusslan. Stormusselprojektet i fem län i södra Sverige under åren 2001-2002 (Bergengren et al. 2002a, b), samt därefter ett flertal inventeringar under åren 2003-2006, vilka bl.a. ligger till grund för framtagandet av ett åtgärdsprogram för tjockskalig målmussla (Lundberg et al. 2006), har därefter fått allt fler län att arbeta vidare även med denna hotade art, likväl som övriga stormusselarter i landet (Figur 20).

Karterade vatten och sjöar nationellt

- Hur stort antal vattendrag (alternativt delsträckor inom större vattendrag) har inventerats översiktligt?
- Hur stort antal sjöar har inventerats översiktligt?

Tabell 3. Antal inventerade vattendrag och sjöar i respektive län. * Vattendrag eller delsträckor inom större vattendrag. ** Företrädesvis sjöutlopp.

Län	Vattendrag	Sjöar
Skåne M	40	1
Halland N	43	19
Blekinge K	17	0
Kronoberg G	30	1
Kalmar H	13	0
Va Götaland O	60	21
Jönköping F	50	16
Östergötland E	33	4
Gotland I	10	15
Södermanland D	34	41
Värmland S	80	0
Örebro T	105	0
Västmanland U	20	25
Stockholm AB	8	172
Uppsala C	17	4
Dalarna W	70	11
Gävleborg X	250	0
Jämtland Z	375	0
Västernorrland Y	350	0
Västerbotten AC	150	20
Norrbotten BD	900	0
	2 655 vattendrag*	350 sjöar**

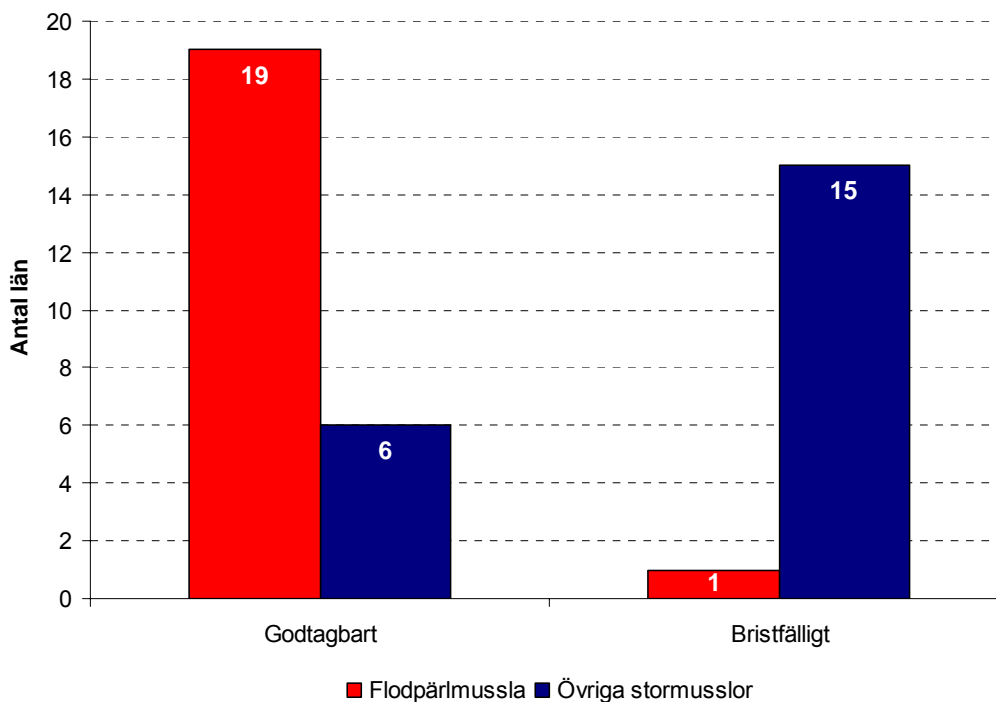
Länsstyrelserna har antingen angett om de har inventerat hela vattendrag, alternativt delsträckor inom större strömvattenområden. En del inventeringar avser totalinventering av hela vattendraget medan vissa inventeringar avser kortare vattendragssträckor (ett fåtal lokaler). Detta gäller även för sjöarna där företrädesvis sjöutloppen har inventerats, men även några få totalinventeringar har utförts (Tabell 3).

Då hotarterna flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla förekommer så gott som uteslutande i vattendrag har fokus vid inventeringar varit strömvattenmiljöer. Sjöar har hittills inventerats i relativt liten skala och ofta har stormusslor påträffats som bifynd i samband med makrofytinventeringar m.m. Detta gör att den verkliga siffran för renodlade inventeringar av stormusslor i sjöar är betydligt lägre.

Kunskapsläget hos länsstyrelserna

- Hur är kunskapsläget i länet avseende flodpärlmussla, respektive övriga stormusslor? Länsstyrelserna har angivit om de anser att kunskapsläget är: *bristfälligt*, *godtagbart* eller *fullständigt* avseende arternas förekomst?

Figur 21. Det totala kunskapsläget (samtliga län) avseende flodpärlmussla respektive övriga stormusslor.

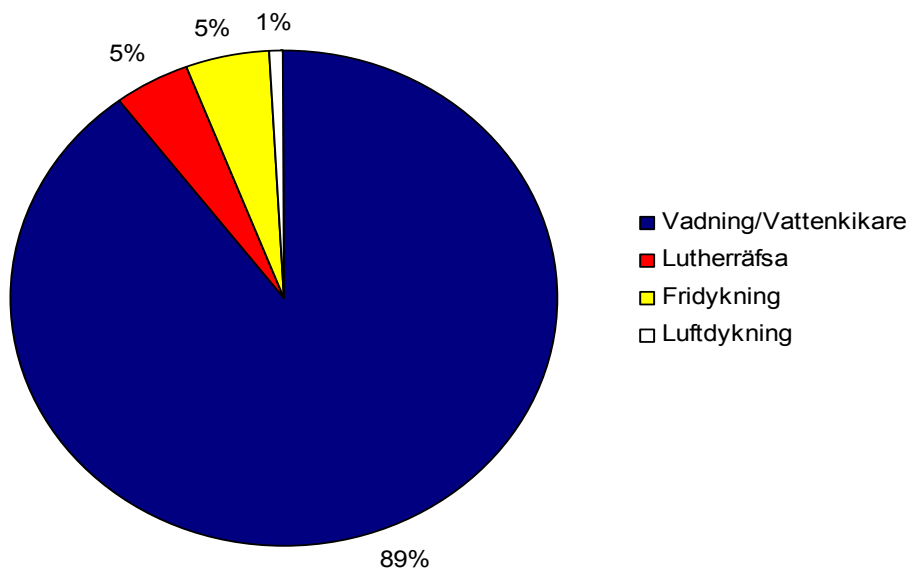


Länsstyrelserna har lämnat synpunkter om vad de anser om kunskapsläget avseende flodpärlmussla respektive övriga stormusselarter. Kunskapsläget för flodpärlmussla är överlag godtagbart. Arbetet med övriga stormusselarter har förbättrat kunskapsläget avsevärt under 2000-talet, men länen anser att det krävs mer inventeringar för att det ska vara godtagbart (Figur 21).

Metodval

Använda metoder nationellt

- Vilka metoder för inventering och övervakning av stormusslor har använt hittills (procentuell fördelning)?



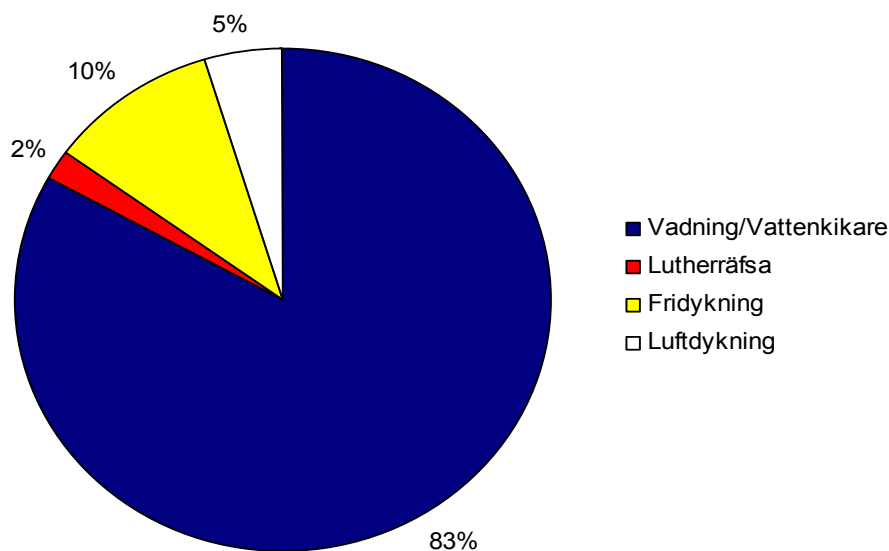
Figur 22. Använda metoder för inventering och övervakning av stormusslor i Sverige (procentuell fördelning) t.o.m. 2007.

Den hittills helt dominerande metoden för inventering av stormusslor är *vadning med vattenkikare*. *Lutherräfsa* har använts i mycket liten omfattning och då främst i grumliga och djupa åar i jordbrukslandskapet, där det inte är möjligt att undersöka på något annat sätt.

Både *fridykning* och *luftdykning* har dock börjat tillämpas allt mer i djupare och mer svårinventerade större vattendrag, främst i södra Sverige. Många nya lokaler – allt från glesa förekomster till större musselbankar med bl.a. tjockskalig målarmussla – har upptäckts med dessa metoder i både Kalmar, Jönköpings, Kronobergs och Skåne län (Figur 22). Fridykning och luftdykning som metoder för inventering och övervakning av stormusslor kommer säkerligen att öka i framtiden (se nedan).

Kommande metoder nationellt

- Vilka metoder för inventering och övervakning av stormusslor har ni för avsikt att nyttja i framtiden (procentuell fördelning)?

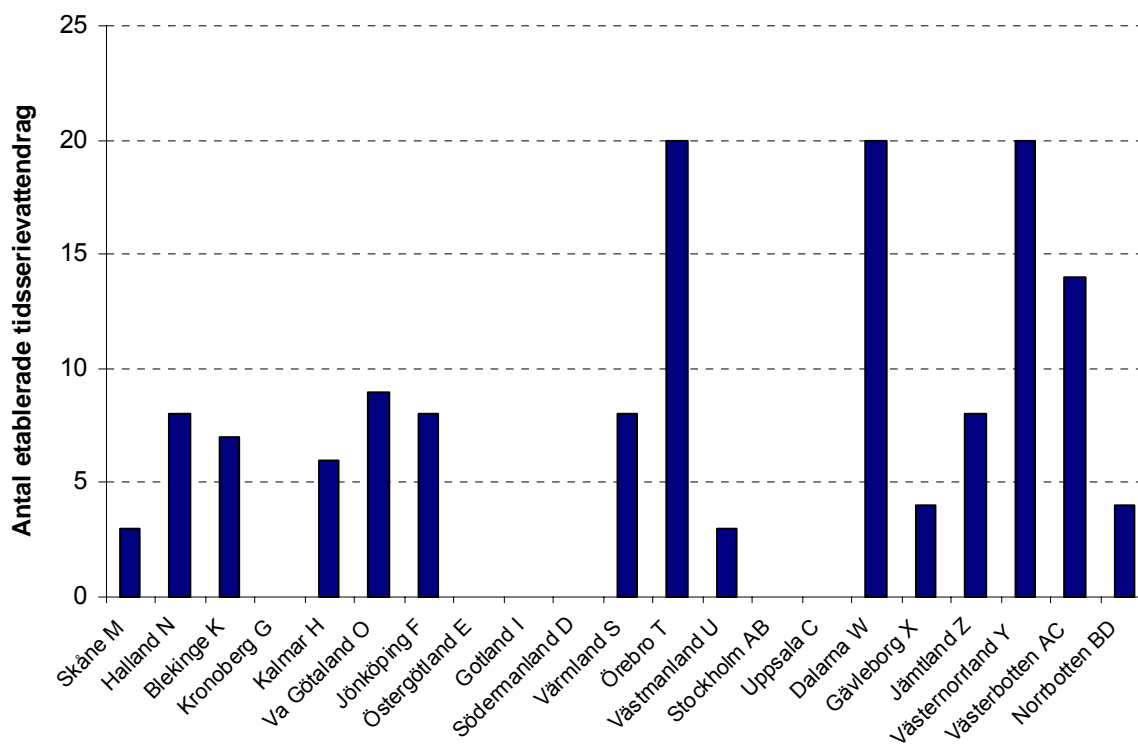


Figur 23. Planerade nationella metoder för inventering och övervakning av stormusslor i framtiden (procentuell fördelning).

Länsstyrelserna planerar att använda fri- och luftdykning i större omfattning än idag för stormusselarbete. Användning av Lutherräfsa kommer troligen att minska något. Den dominerande metoden för inventering och övervakning av stormusslor kommer dock även fortsättningsvis att vara vadning med vattenkikare. Majoriteten av övervakningslokaler för flodpärlmussla undersöks fördelaktigast med denna metod (Figur 23).

Tidsserieövervakning nationellt

- I hur många vattendrag bedrivs idag arbete med tidsserieövervakning enligt undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b), samt miljöövervakning, kalkeffektuppföljning, eller arbete enligt åtgärdsprogram, m.m?

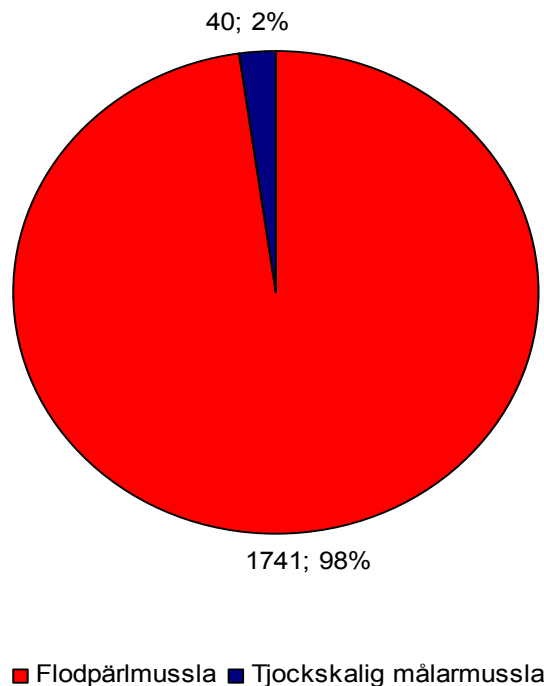


Figur 24. Antal etablerade tidsserievattendrag med stormusslor (flodpärlmussla eller tjockskalig målarmussla) per län t.o.m 2007.

Länsstyrelserna har angett i hur många vattendrag tidsserieövervakning förekommer, dvs. vattendrag där man med regelbundna intervall återkommer och undersöker musselbestånden (Figur 24). Totalt har 142 vattendrag med tidsserier rapporterats nationellt. Större delen av dessa (127 st.) utgörs av vattendrag där flodpärlmussla övervakas.

Etablerade tidsserielokaler för flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla

- Hur många tidsserielokaler för flodpärlmussla, respektive tjockskalig målarmussla, finns i länet, dvs. provsträckor, upp till 20 meter långa, enligt undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b)?

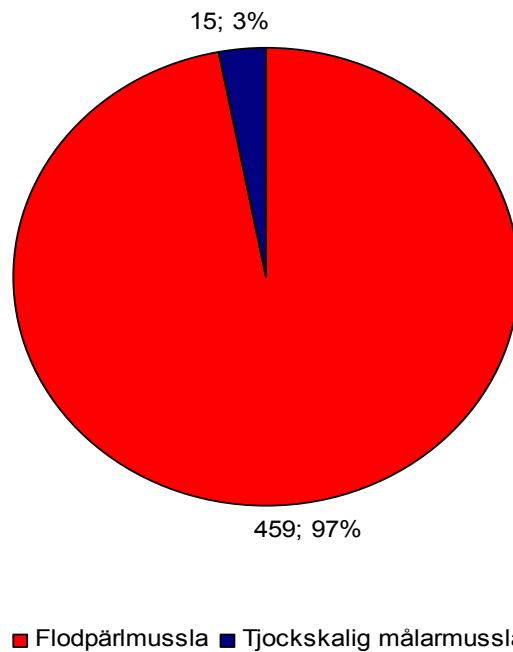


Figur 25. *Etablerade tidsserielokaler i Sverige enligt undersökningstyp för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). Övervakning av flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla t.o.m 2007. Totalt antal lokaler och procentuell fördelning.*

Länsstyrelserna har angett på hur många lokaler tidsserieövervakning bedrivs, dvs. det totala antalet lokaler där man med regelbundna intervall återkommer och undersöker musselbestånden. Då arbetet med övervakning av flodpärlmussla har pågått längst tid i landet (ca 20 år), samtidigt som arbetet motiveras av att denna art är nationellt och globalt hotad, dominerar övervakningen av flodpärlmussla (Figur 25). Flodpärlmusslan har även har en stor nationell utbredning vilket innebär att fler län har förekomster av arten. I och med att kunskapen ökat i länen de senaste åren om var den ytterligare hotarten, tjockskalig målarmussla, förekommer kan det antas att antalet lokaler för tidsserieövervakning av denna art kommer att öka (se nedan).

Planerade tidsserielokaler för flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla

- Planeras nya tidsserielokaler för flodpärlmussla respektive tjockskalig målarmussla i länet, dvs. provsträckor, upp till 20 meter långa, enligt undersökningstyp för stormusslor (Bergengren et al. 2004b)?



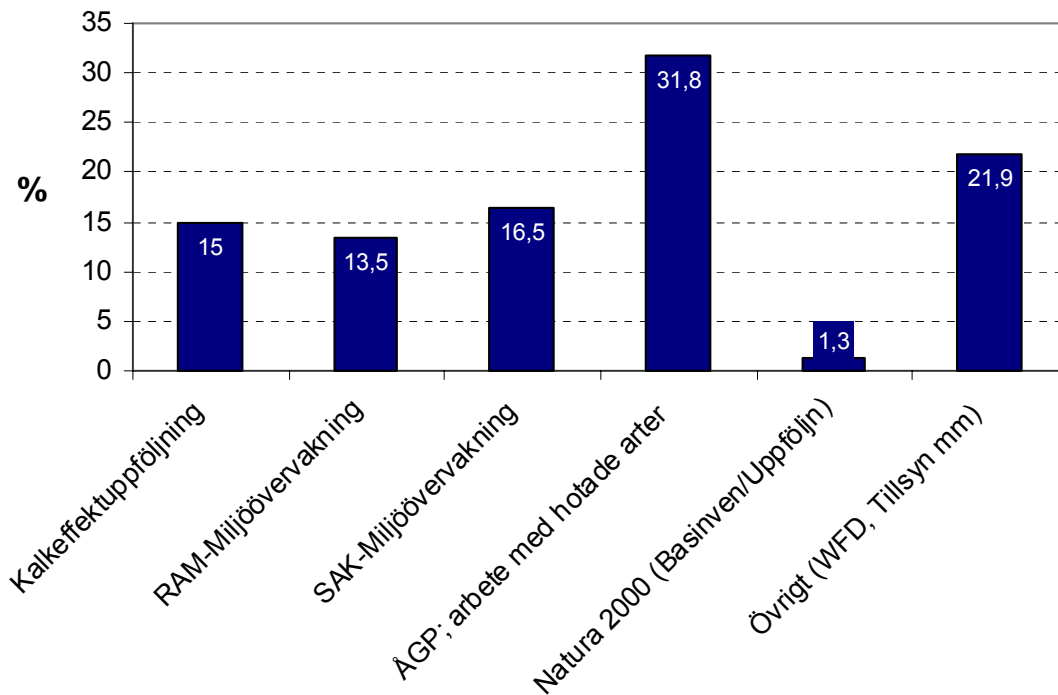
Figur 26. Planerade tidsserielokaler i Sverige enligt undersökningstyp för stormusslor (Bergengren et al. 2004b), gällande övervakning av flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla. Totalt antal planerade lokaler och procentuell fördelning.

Länen har angett hur många nya lokaler de planerar att etablera för tidsserieövervakning enligt undersökningstyp för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). När kunskapsläget gällande tjockskalig målarmusslas utbredning och status på enskilda lokaler i länen ytterligare förbättrats kommer sannolikt fler lokaler att etableras för tidsserieövervakning av denna art (Figur 26).

Finansiering

Finansiering av arbetet med stormusslor

- Hur har arbetet med stormusslor finansierats (procentuell fördelning) t.o.m. 2007?



Figur 27. Finansiering av arbetet med inventering och övervakning av stormusslor t.o.m. 2007.

I Figur 27 visas den totala finansieringen av det arbete som bedrivits inom inventering och övervakning av stormusslor, fördelat över olika projektmedel t.o.m 2007. Under 1990-talet var det främst medel för kalkeffektuppföljning och miljöövervakning som finansierade stormusselarbetet, med tyngdpunkt på flodpärlmussla. Sedan 2004 har en allt större del av finansieringen kommit från medel till åtgärdsprogram (ÅGP) och programmet för hotade arter.

Kostnad för arbetet med stormusslor

- Vilken är totalkostnaden per län för det arbete som bedrivits inom inventering och övervakning av stormusslor t.o.m 2007?

Tabell 4. Totalkostnad per län för arbete som bedrivits inom inventering och övervakning av stormusslor t.o.m. 2007.

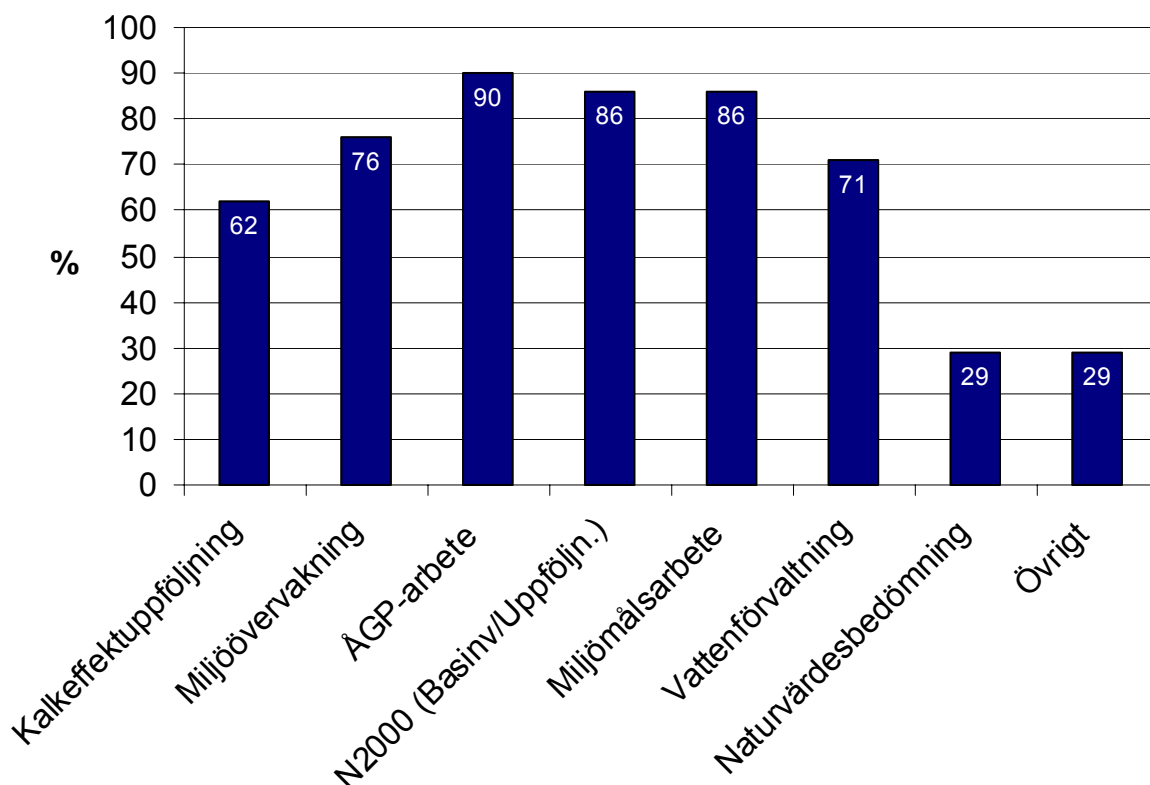
Län	Totalkostnad, SEK (t.o.m. 2007)
Skåne M	1 595 000
Halland N	443 000
Blekinge K	660 000
Kronoberg G	258 000
Kalmar H	500 000
Va Götaland O	1 627 000
Jönköping F	950 000
Östergötland E	250 000
Gotland I	15 000
Södermanland D	475 000
Värmland S	60 000
Örebro T	544 000
Västmanland U	150 000
Stockholm AB	300 000
Uppsala C	150 000
Dalarna W	600 000
Gävleborg X	1 000 000
Jämtland Z	900 000
Västernorrland Y	1 600 000
Västerbotten AC	800 000
Norrbotten BD	704 000
Totalt	13 581 000

I Tabell 4 visas den totalkostnad som varje länsstyrelse har haft för arbetet med stormusslor t.o.m. 2007. Norrlandslänen är till större delen förknippade med undersökningar av flodpärlmussla. I totalkostnaden ingår ej kostnader för åtgärder, utan enbart undersökningar/inventeringar och övervakning.

Stormusseldata

Användning av stormusseldata

- Hur (till vad) har länen använt insamlade data om stormusslor? Procentuell fördelning: kalkeffektuppföljning, miljöövervakning, miljökonsekvensbeskrivningar, Natura 2000, miljömålsarbete, statusklassning (vattenförvaltning), naturvärdesbedömning och övrigt.



Figur 28. Användningsområden för insamlade stormusseldata t.o.m. 2007. Observera att länen använder dessa data till många områden/verksamheter parallellt.

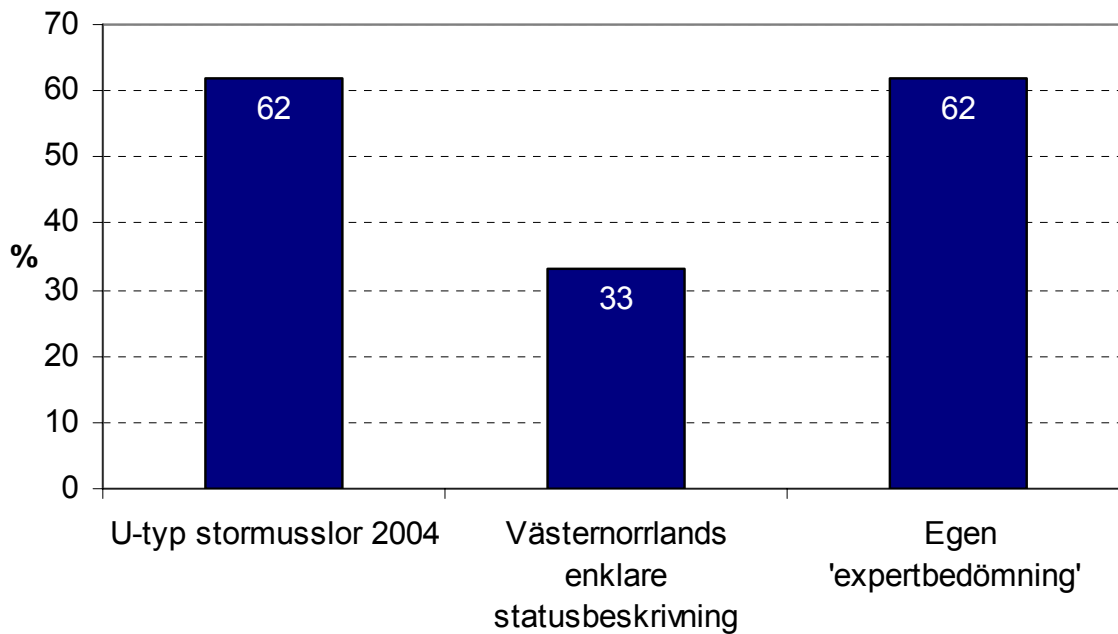
Av Figur 28 framgår tydligt att lärens arbete med stormusslor används på bred basis i många verksamheter. Flodpärlmusslan är den art som hittills har dominerat i arbetet med kalkeffektuppföljning och miljöövervakning. Sedan 2004, då Hotartsarbetet och Natura 2000-arbetet (främst Basinventeringen inom Natura 2000) startade, har dessa verksamheter använt underlag från inventeringar av stormusslor i en allt större omfattning. Inom hotartsarbetet har den tjockskaliga målarmusslan lyfts fram, vilket även inneburit att denna hotart fått ett eget åtgärdsprogram (Lundberg et al. 2006).

När mer data har samlats in och sammanställts centralt kan detta underlag också bli en viktig del i arbetet med Vattenförvaltning. Flodpärlmusslan ingår redan idag i miljömålsarbetet och utgör en viktig miljöindikator, då framför allt för rekryterande bestånd av arten (Söderberg et al. 2007).

Klassning av skyddsvärde

- Har klassning av status eller skyddsvärde för enskilda stormusselbestånd utförts? I så fall med vilken metod? Enligt Undersökningstyp för stormusslor – ”Bedömning av skyddsvärde” (Bergengren et al. 2004b), eller Västernorrlands läns enklare statusbeskrivning – ”Statusbedömning av livskraftighet” (Söderberg 2005) (Bilaga 4), alternativt egen ”expertbedömning”?

Figur 29. Använda metoder för statusklassning av stormusselbestånd (främst flodpärlmussla) t.o.m. 2007.

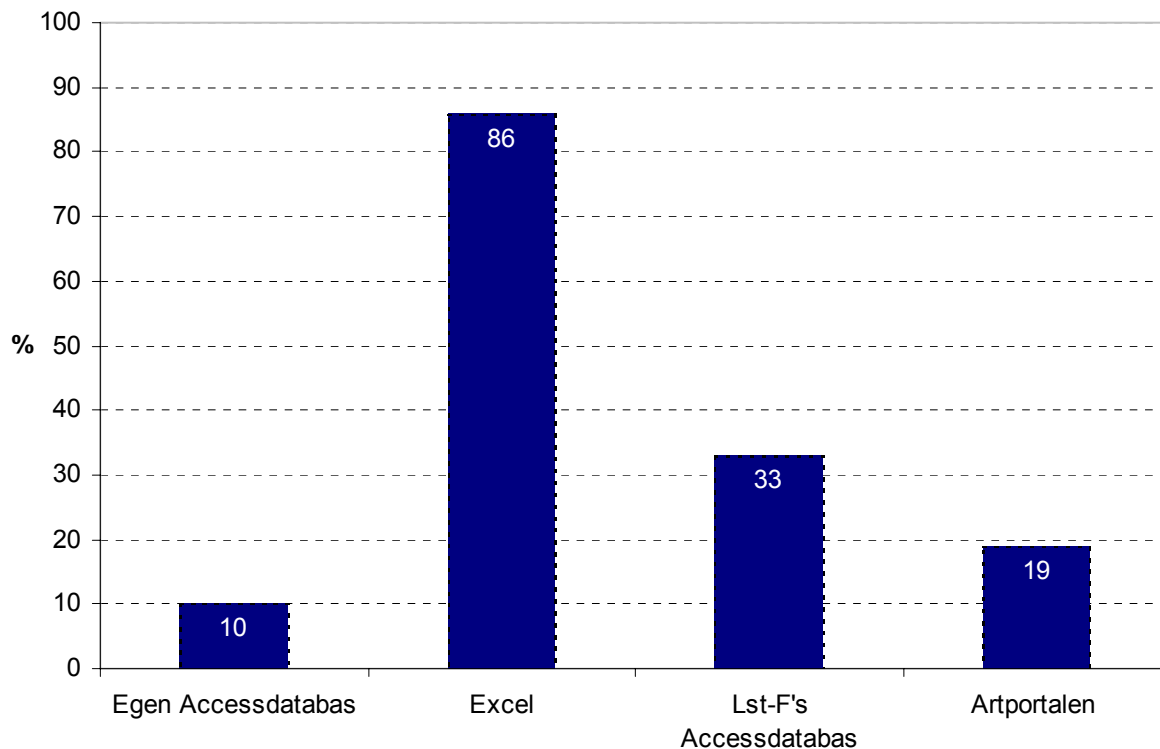


Länsstyrelserna har tillämpat samtliga klassningar av skyddsvärde. Västernorrlands läns enklare statusbedömning gäller enbart flodpärlmussla och har främst använts i Norrlandslänen (Västernorrlands och Gävleborgs län).

De länsstyrelser som har använt den ”egna expertbedömningen” har i viss utsträckning använt stormusseldata, främst gällande flodpärlmussla, till statusklassningen inom arbetet med vattenförvaltning (Figur 29).

Datalagring

- Datalagring – Hur har insamlade data lagrats? Egen databas (i Access eller Excel); stormusseldatabas i Access, tillhandahållen av Länsstyrelsen i Jönköpings län, Artportalen – Småskrypsportalen?



*Figur 30. Procentuell fördelning av stormusseldata i olika databaser t.o.m. 2007.
Observera att flera applikationer ofta använts parallellt.*

Länsstyrelserna har främst använt enklare Excel-dokument att registrera data i. En tredjedel har använt den databas i Access som tagits fram av Länsstyrelsen i Jönköpings län (modifierad under 2005 av Länsstyrelsen i Södermanlands län). Några få län har tagit fram egna Access-databaser (Figur 30). Detta belyser tydligt att det finns ett stort behov av en central nationell stormusseldatabas där alla data som berör övervakningen av stormusslor bör samlas.

Rapporter och litteratur

- Hur har ni avrapporterat Era stormusselundersökningar? Sammanställ en lista med referens till publicerat material från ert län (rapporter/annan litteratur).

Tabell 5. Antal avrapporterade stormusselundersökningar (rapporter, eller annan litteratur, gällande inventering och övervakning av stormusslor) inom respektive län t.o.m. 2007.

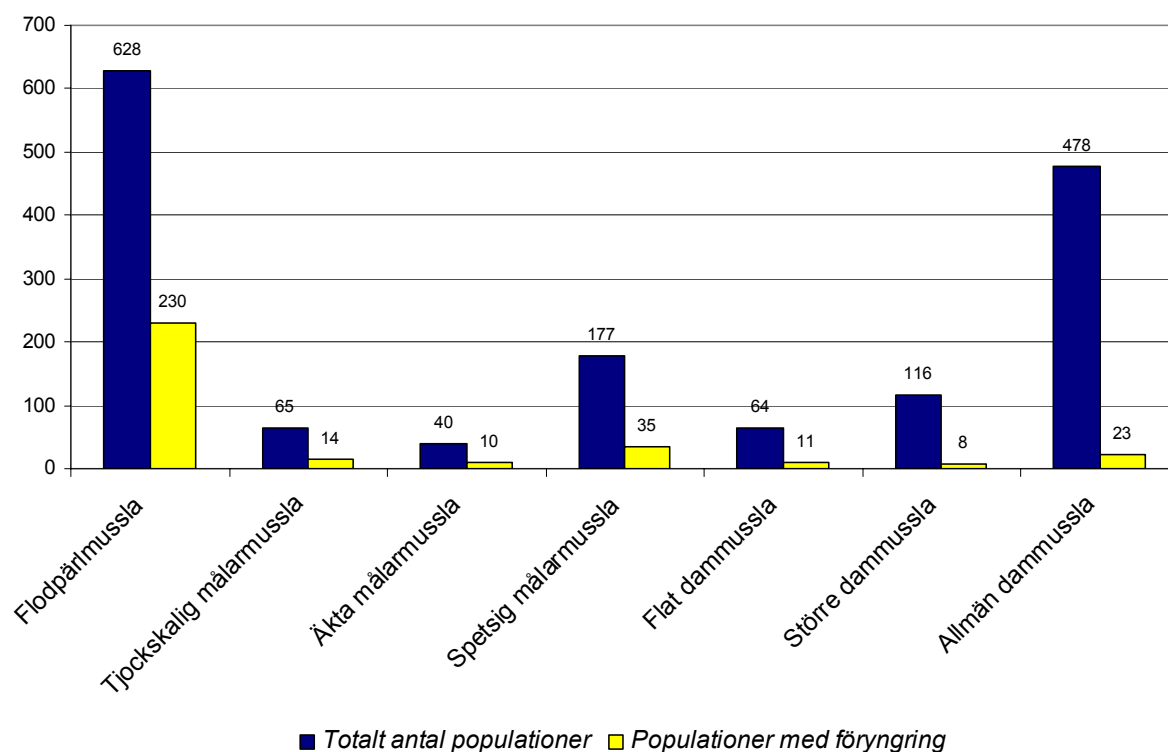
Län	Totalt antal rapporter eller annan litteratur om stormusslor. <u>Uppgift från länen</u>	Totalt antal rapporter eller annan litteratur om stormusslor. Uppgift från <u>bibliografi</u> enligt von Proschwitz (2007)
Skåne M	30	150
Halland N	8	96
Blekinge K	-	58
Kronoberg G	1	18
Kalmar H	-	78
Va Götaland O	21	194
Jönköping F	30	102
Östergötland E	3	66
Gotland I	1	28
Södermanland D	10	78
Värmland S	1	49
Örebro T	6	92
Västmanland U	7	48
Stockholm AB	5	114
Uppsala C	3	73
Dalarna W	-	130
Gävleborg X	-	65
Jämtland Z	-	66
Västernorrland Y	-	122
Västerbotten AC	-	81
Norrbotten BD	3	152
Totalt	129	1 860

Det kan konstateras att kännedomen är dålig på länsstyrelserna om de tidigare studier av stormussor som publicerats i rapporter, eller andra skrifter där stormusslor berörs, (Tabell 5). Kunskapsbristen är troligen störst gällande äldre publikationer, utgivna innan 1980-talet. Detta belyser behovet av och tillgången till en uppdaterad nationell stormusselbibliografi, gärna också länkad till, eller tillgänglig i anslutning till, en nationell stormusseldatabas på Internet.

Kartläggning av status – Stormusslor

Nationell status – artvis

- Försök om möjligt ta fram data över status för förekommande stormusselarter i Ert län. Notera förekomst och om rekrytering har kunnat styrkas. Med en population avses ett väl avgränsat bestånd.



Figur 31. Totalt antal kända populationer av stormusslor (samtliga inhemska arter) inom Sverige t.o.m. 2007, samt antal populationer på nationell nivå där föryngring har kunnat styrkas.

Länsstyrelserna har redovisat förekomster (på populationsnivå, dvs. en väl avgränsad population) av stormusselararter i respektive län. Viktigt att poängtera är att data kan ha tagits fram på ett heterogent sätt. Framför allt kan själva populationsavgränsningen skilja sig åt mellan länen. Redovisningen ger dock en översiktlig bild över förekomsterna och deras status idag (Tabell 2 och Figur 31). Det är även viktigt att poängtera att det främst är flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla som har inventerats noggrant avseende rekrytering. De övriga arterna har oftast enbart noterats.

Övrigt

Behov av riktlinjer hos länsstyrelserna

Länsstyrelserna tillfrågades om deras framtida behov av riktlinjer och styrmedel beträffande det kommande arbetet med stormusslor. Svaren redovisas nedan som de direkt har uttryckts av respektive länsstyrelse.

Län	Vilka behov av riktlinjer och styrmedel har Ni?
Skåne M	<p>Det behövs stora resurser för att skydda och restaurera vatten med de hotade stormusslorna. Behovet avser inte enbart lokaler med påträffade hotarter bland musslor utan även mellanliggande vattendragssträckor som behövs för kontinuiteten och utvecklingsområden för att öka möjligheten till etablering av stormusslor. Det behövs klara riktlinjer från regeringen hur man ska hantera Natura 2000-arterna i vatten som har dikningsföretag. Ska vi bevara dessa arter ur ett EU-perspektiv eller ska vi rensa pga ökad översvämningsrisk, eller ska vi ha en ny syn på hur vi klarar både musslorna och översvämningsproblematiken. Den nya synen skulle kunna vara att sådana vatten ges (tillskapas) frizoner för att kunna svämma och flöda fritt, dvs. inget byggande, brukande etc. inom detta område. Det kommer att behövas stora resurser för att ompröva dikningsverksamhet och annan miljökadlig verksamhet i dessa vatten.</p>
Halland N	<p>Stort behov av ökat skydd med lagstadgade kantzoner längs bäckar och åar på minst 5 m ovan HHQ i jordbruksområden och en trädlängd ca 30 m i skogsmark. Stort behov av omförhandling av vattendomar som minimiflöden och vandringsvägar, utökade vandringsvägar för både upp och utgående fisk. Stopp för fortsatt utbyggnad av vattenkraft och dammverksamhet i vattendrag. Vattenverksamhet, dammägare, bör vara skyldig att anmäla innan försäljning eller överlåtande av vattendom, vattenverksamhet, dammverksamhet till Länsstyrelse och kommun och låta dessa ha förköpsrätt och ha rätt att upphäva köp och dom. Hårdare restriktioner mot exploatering och dispens av strandskydd. Hallands län har många vattendrag och i dagsläget finns ingen tillsyn - mycket stort behov av tillsyn finns. Detta behövs så att nuvarande och framtida skydd för bäckar och åar följs. Stort behov av fler vandringsvägar och tillsyn av nuvarande. Mer nära arbete mellan fisket, naturvård och lantbruksenhet där vattenvård, biologisk mångfald, natur och naturliga fiskbestånd går före odlad. Mycket stort behov av information till och samarbete med länsstyrelser, kommun, Skogstyrelse, skogsföretag, Region Halland, vägverk, dikningsföretag, exploaterare, entreprenad, lantbruk, markägare, naturvårds- och fiskeföreningar, fiskevård, vattenvårdsförbund och allmänhet så att det inte blir oklarheter och missförstånd samt att vattendragen kan skyddas mot framtida hot. Medel för skyndsamma åtgärder som flyttning av musslor, information, nyinplantering, restaurering behövs. De åtgärdsförslag för flodpärlmussla i Halland som har lagts fram hittills måste genomföras. Ökade anslag för nya översiktliga och fördjupade undersökningar för flodpärlmusselbestånd och övriga stormusselarter, samt uppföljning av nuvarande bestånd och lokaler. Ökat anslag för kartering av hela avrinningsområden. Ökat anslag för biotoprestaurering av bottnar, bortagning av kulvertar, anläggande av kantzoner etc. Ökat anslag för uppehållande och ökad kalkning i avrinningsområdena. Personal som enbart kan arbeta med området kring stormusselfrågorna så att flodpärlmusslan och övriga stormusslor ungår att utrotas. Ökat skydd mot införandet av främmande arter, vilket bör gälla hela avrinningsområden även ovan nuvarande vandringshinder och gälla inplantering av arter som t.ex. regnbågslax, signalkräfta och olika cyprinider, samt flyttning av arter mellan och inom vattendrag.</p>

Län (forts.)	Vilka behov av riktlinjer och styrmedel har Ni?
Blekinge K	Som det ser ut idag tycker vi det känns som om man fångat upp behovet rätt väl vad gäller inventering av stormusslor. De är med som en prioriterad del i riktlinjerna från Naturvårdsverket för sötvattensövervakning inför revideringen av miljöövervakningsprogrammet, de är typiska arten inom uppföljningen, det finns övervakningsmetoder framtagna och åtgärdsprogram finns.
Kronoberg G	U-typ målarusslor o dammusslor i större vattendrag behövs. Djup, sikt och blandbestånd gör det svårt att använda befintlig u-typ. Fridykning kommer vi använda oss av framgent. Här behövs u-typ/riktlinjer.
Kalmar H	Bättre bedömningsunderlag för att klassa en rekryterande population, Ökad finansiering, Mer riktade medel och tid för information till markägare. Bättre metoder för övervakning av populationer med flera arter.
Va Götaland O	Utveckling av undersökningstyper bör ske fortlöpande.
Jönköping F	En nationell gemensam strategi behövs och samordning mellan de olika verksamheter där man idag bedriver kartering/övervakning av stormusslor.
Östergötland E	Gemensam strategi för övervakning inom ett större geografiskt område.
Gotland I	I dagsläget finns inga regionala planer på att ta med stormusslor i MÖV-arbetet.
Södermanland D	Övervakningsmetodikerna är svårillämpad i våra vattendrag, önskar dialog om modifiering av metodiken.
Värmland S	Mer pengar, starkare lagstiftning, informationsspridning till allmänhet och skogsägare och ny kunskap, speciellt om andra stormusslor än flodpärlmussla.
Örebro T	-
Västmanland U	Det vore bra med riktlinjer kring hur och framför allt varför man bör bedriva övervakning av stormusslor. Övervakningen av flodpärlmusslor är ju väl inarbetad, men hur ska man tänka när det gäller övriga arter. Sannolikt är de mest hotade arterna (tjockskalig och flat dammussla, som dock verkar vara rätt vanlig i denna region) angelägna att övervaka just för att de är ovanliga och hotade, men hur ska man se på övriga arter? Vilka arter lämpar sig för övervakning och Varför? Vad är det vi vill kunna påvisa med vår övervakning? Vad för typ av för påverkan kan de olika arterna tänkas vara känsliga för och hur kan vi (med statistisk säkerhet!) övervaka detta? Naturliga fluktuationer i populationer kanske inte är av högsta prioritet för vår miljöövervakning? Varför är just musslorna så lämpliga att övervaka? Är alla arter lika lämpliga? Någon sorts strategi som klargör dessa frågor vore värdefullt!
Stockholm AB	Uppföljning, Mer monetära medel.
Uppsala C	Fler populationer skulle behöva övervakas i länet. Då statusen är dålig i merparten av vattendragen finns ett stort behov av att övervaka fler bestånd för att kunna följa deras utveckling med tiden. Mer resurser skulle behöva avsättas.
Dalarna W	-
Gävleborg X	Klart att riktlinjer och styrmedel ökar möjligheten att prioritera arbetet.
Jämtland Z	Mer ekonomiska medel.

Län (forts.)	Vilka behov av riktlinjer och styrmedel har Ni?
Västernorrland Y	Vi kan dela med oss!
Västerbotten AC	Fler musselpopulationer skulle behöva övervakas i länet. Då statusen är dålig i merparten av vattendragen finns ett stort behov av att övervaka fler bestånd för att kunna följa deras utveckling med tiden. Mer resurser skulle behöva avsättas.
Norrbotten BD	Behovet av att undersöka status och förekomst av flodpärlmussla är betydligt större i länet än vad de regionala miljöövervakningsanslagen räcker till. Hittills har arbetet främst gått ut på att hitta och förstagångsinventera förekomster av flodpärlmussla, men vi skulle gärna övervaka bestånden i större utsträckning. Vi skulle vilja ha bedömningsgrunder för flodpärlmussla för att kunna bedöma ekologisk status.

Behov av datalagring hos länsstyrelserna

Länsstyrelserna tillfrågades om deras framtida behov av datalagring inom en kommande övervakning av stormusslor. Svaren redovisas nedan som de direkt har uttryckts av respektive länsstyrelse.

Län	Vilka behov av datalagring har Ni?
Skåne M	Stora behov. Som det är nu har konsulter matat in i olika versioner av den musseldatabas som D-län tagit fram. Vi har dessutom data i olika excelark. Det måste snarast komma till en bra slutlig datalagringsbas så att det går att få ihop alla data vid ett och samma tillfälle samt kvalitetssäkra materialet. Vi vägrar att sitta och göra en massa dubbelarbete när en slutlig fungerande nationell version ännu inte finns.
Halland N	Ökat nätverk mellan länsstyrelser, mellan länsstyrelse, kommun och lokala nätverk som naturskydd och fiskeföreningar.
Blekinge K	Vi har hittills använt den stormusseldatabas som jobbat fram i Jönköping men nu när vi ska skriva rapport har vi hämtat hem den stormusseldatabas som Lst i Södermanland jobbat fram, då de lagt till extra funktioner för just rapportskrivning. Vore väldigt bra om den nationella databasen blir färdig inom kort så att alla lagrar data på samma sätt. Det vore även väldigt bra om man lätt kunde se vilka uppgifter man lämnat till Naturhistoriska riksmuseet samt vilken historisk data som finns där (vilket man inte kan idag).
Kronoberg G	För egen del fungerar excel bra, men en väl fungerande nationell databas vore värt att mata in uppgifter i.
Kalmar H	Nationell databas, anpassad till länens behov.
Va Götaland O	Det är en fördel om den standardiserade undersökningsmetoden används och matas in i en access-databas.
Jönköping F	En nationell web-baserad databas.
Östergötland E	En bra databas för fynd, en generell databas där alla typer av vattendragsbeskrivningar kan lagras, inte enbart från musselinventering utan från elfiske, biotopkartering m.m.
Gotland I	-
Södermanland D	Stora behov! Central lagring av inventeringsdata önskas.

Län (forts.)	Vilka behov av datalagring har Ni?
Värmland S	Med den mängd data vi har för tillfället så finns inget ytterligare eget behov än det vi har.
Örebro T	Vi väntar med spänning på en nationell databas.
Västmanland U	Stort behov! Ge oss en nationell databas!
Stockholm AB	Databas vore bra!
Uppsala C	-
Dalarna W	-
Gävleborg X	Vad det gäller våra egna behov fungerar det bra idag med data i någon egen form på egen server. En nationell datavärd innebär möjligen en något säkrare lagring och framför allt att nationella sammanställningar underlättas.
Jämtland Z	En välutvecklad, användarvänlig, databas för enkel inmatning av musslor och omgivningsparametrar. Uttag ska vara enkelt.
Västernorrland Y	Nationellt fungerande databas.
Västerbotten AC	Att lagra data på länsstyrelsen har fungerat bra men det är alltid en risk att data blir för "personberoende" jämfört med att ha en fungerande nationell databas. Att få en fungerande nationell databas där all data kontinuerligt matas in och uppdateras skulle underlätta uppdateringen av RUS-indikatorn samt underlätta framtida statusbedömningar och utvärderingar. Det är otroligt tidskrävande och kostsamt att samla in datat från respektive länsstyrelse varje gång en utvärdering ska göras, vilket vi nyligen fått erfara i det nationella flodpärlmusselprojekt vi drivit.
Norrbottnen BD	Om övervakningen av flodpärlmussla ökar kan det finnas ett behov av bättre datalagringsmöjligheter.

Metoder för inventering av stormusslor

Undersökningstyp – stormusslor, inklusive kompletteringar

Från juni 2004 tillämpas den nationella undersökningstypen för stormusslor. Till denna finns en manual för inventerings- och övervakningsarbete (se Bilaga 3).

Metodstudie; Dykning och Undervattenskamera

Under 2007-2008 pågår en metodstudie: "Dykning & Undervattenskamera - komplement till Undersökningstypen för stormusslor". Det är ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelserna i Jönköping, Kalmar, Östergötland och Skåne.

Studien belyser följande frågeställningar:

1. Är det möjligt och effektivare att genom dykning (fri- och luftdykning) i djupare vattendrag/sjöar, finna och övervaka de stormusselarter som normalt karteras med vattenkikare enligt gängse metodik?
2. Vilka möjligheter ger användning av undervattenskamera vid studier av stormusselarter?

Den hittills genomförda studien visar att det inte bara är en fördel att använda fridykning i de vattendrag som är svårinventerade med vattenkikare. Fridykning kan även användas i grunda, strömmande, vattendrag där då eftersök av unga (juvenila) individer blir mycket effektivare. Luftdykning har fördelen att botten kan studeras noga under lång tid och ytterligare förbättra möjligheterna att hitta unga (juvenila) djur. Att använda dykning som undersökningsmetod är dock oftast mer tids- och kostnadskrävande.

I den andra delen av studien har en undervattenskamera testats. Denna har tidigare använts vid miljöövervakningsarbete för att kartlägga undervattensvegetation. Kameran har visat sig fungera mycket bra vid en första översiktlig kartläggning av stormusselfaunan.

I den andra delen av studien har en undervattenskamera testats. Denna har tidigare använts vid miljöövervakningsarbete för att kartlägga undervattensvegetation. Kameran har visat sig fungera mycket bra vid en första översiktlig kartläggning av stormusselfaunan.

Studien kommer att redovisas i rapportform i maj 2008 (Bergengren in prep.).

Temperaturloggers – en del av uppföljningen av ett förändrat klimat

Som ett komplement till undersökningstypen för stormusslor kommer det vid revideringen av undersökningstypen föreslås att temperaturloggers används i ett urval av vattendrag/sjöar.

Det finns idag ett antal olika temperaturloggers på marknaden. Länsstyrelsen i Jönköpings län har under några år använt ett antal temperaturloggers med gott resultat. De heter "Tinytag plus 2" från Intab (www.intab.se). Kostnad: 1 690 kr, exkl. moms. Erhållna data är även enkla att överföra till Intabs "Easyview" programvara.

Inom IKEU-programmet har också temperaturloggers använts sedan några år tillbaka.

Dykinventering av vandrarmussla (*D. polymorpha*)

En dykinventeringsmetod med syfte att kartlägga bl.a tätheter av vandrarmussla (*D. polymorpha*) på djupare botten har föreslagits av Grandin & Larson (2007b). Dykarlaget består av två dykare och en person i båt. Inventeringen utgår från 10 meters djup, uppmätt med ekolod från båten. Därifrån använder dykarna kompass för att följa en rät linje mot stranden. Längs transekterna noterar dykarna vid varje meters djupförändring bottenstrukturer och förekomst av vandrarmusslor i en inventeringsram på 0,5 * 0,5 m. Förekomsten skattas enligt en fyrgradig skala (0: vandrarmusslor saknas, 1: <5 %, 2: 5-50 % eller 3: >50 %). Vid varje djup samlas tre replikat genom att inventeringsramen läggs längs en linje vinkelrät mot simriktningen, med 0,5-1 meter mellan varje replikat. Dessutom fotograferas varje provyta. För mer noggrann kvantifiering av antal, storlek och biomassa samlas på samtliga lokaler musslor från 2 och 4 meters djup från en yta om 0,25 x 0,25 m (0,0625 m²). Denna delyta är placerad i ena hörnet av inventeringsramen. Vid varje lokal noteras: datum, lokal, iläggningsplats för båt, start- och sluttid för dyket, GPS-position vid 10 meters djup, GPS-position vid strand,

namngivning i GPS-apparat, bildnummer i digitalkamera, förekomst av makrofyter och bottensubstrat, samt musselförekomst enligt ett förtryckt protokoll.

De insamlade musslorna förvaras i vatten under fältarbete och transport till laboratorium. Därefter läggs musslorna i plastpåsar och förvarades i frys. Vid räkning och mätning av insamlade musslor tinas proverna så mycket att det går att separera musslorna från döda skal och stenar. För att hålla proverna kalla under arbetets gång förvaras de på isblock och i kylväskor. Längden på varje individ mäts till närmsta hundraedels millimeter med ett digitalt skjutmått, varpå de styckförpackas i påsar märkta med transekt, djup, replikat och individ, samt återfrysas. Alla musslor räknas, men vid stora tätheter mäts inte alla individer. I dessa fall bryts den halvtinade klumpen av musslor i två ungefär lika stora delar och längderna mäts endast avseende musslor i den ena delen. Biomassan bestäms som våtvikt genom att väga samtliga insamlade musslor från respektive lokal och djup.

Slutsats efter utvärdering av inventeringsmetoden är att användning av dykare för att inventera musslor ger mycket information; dels från insamlade hårddata i form av inventeringsresultat och insamlat material, dels från dykarnas beskrivning och eventuella fotografier av musselsamhället på olika djup. Nackdelen med dykteknik är att det är tidskrävande och därmed kostsamt. Det behövs tre personer, två dykare och en ansvarig i båt eller på land, för att genomföra undersökningarna. Under ideala förhållanden klarar dykarna av att inventera fyra transekter per dag. Fler transekter än så är omöjligt med hänsyn till dykarnas återhämtningstid mellan olika dyk. Räkning och mätning av musslor på labb tar betydligt kortare tid än dykningen, men är ändå inte försumbart. Dessa moment tar 4-6 timmar per transekt, givet att det samlats musslor från sex stycken provvytor. Om endast kvantifiering görs (ingen mätning av musslornas storlek) minskar hanteringstiden på labb, men man får ändå räkna med 1-4 timmar per lokal beroende på antalet musslor. Som en engångsinventering, eller som upprepad inventering med långa tidsintervall, ger dock dykning avsevärt mer information (Grandin & Larson 2007b).



Figur 32. Strandmiljö i Mälaren – Ekoln. Skal och levande individer av vandrarmusslor (*D. polymorpha*) täcker botten. Foto: Stefan Lundberg.

Analys av skal från stormusslor

Genomförd forskning av t.ex. Carell et al. (1987), Mutvei et al. (1994, 1996), Dunca (1999) och Dunca et al. (2005) har de senaste decennierna visat att skal från stormusslor fungerar väl som miljöindikatorer. Analyserna av skalen bidrar till att öka kunskapen om olika orsaker som kan påverka musslornas livskraft. Under hela musslans livstid lagras information i skalet om förhållanden i vattenmiljön. I skalet registreras aktivt förändringar i den omgivande miljön, som vattnets temperatur, pH och kemiska sammansättning. Genom att analysera skalen kan en uppfattning fås om hur vattenmiljön har förändrats. Beroende på åldersspannet hos de olika stormusselarterna kan information erhållas upp till hundra år och mer bakåt i tiden. Skalanalysen möjliggör även en uppskattning av olika faktorer som orsakat musslornas död. Musselskalen eroderas snabbt efter djurens död på grund av att kalkinnehållet löses upp i vattnet. Efter ca fem år är bara det organiska ytskiktet, periostracum, kvar. Skalanalyserna genomförs i regel i två etapper. I första etappen genomförs åldersbestämning och tillväxtanalys. I andra etappen genomförs kemiska analyser. Se även Bilaga 5.

Case-study – åldersbestämning av flodpärlmussla från olika klimatzoner i Sverige

Projektet ”Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige” utfördes 2005-2006 vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, Enheten för paleozoologi, på uppdrag av Världsnaturfonden (WWF) i samarbete med Länsstyrelserna i Jönköpings län, Västernorrlands län och Norrbottens län (Dunca & Mutvei in prep.). Projektet har utvecklat en säkrare metod för att åldersbestämma unga flodpärlmusslor med hjälp av skalens tvärsnitt. I detta syfte har totalt 170 musslor (med skallängd mellan 5 och 150 mm) plockats från fem vattendrag: Bordsjöbäcken i Jönköpings län, Maljan, Kniptjärnbäcken och Vattenån i Västernorrlands län, samt Tjålmaksbäcken i Norrbottens län. Musslornas längd, höjd och bredd har mätts och av ena skalet har tunnslip tillverkats som polerats och sedan etsats med Mutvei's blandning (Schöne et al. 2005a). Denna procedur gör att vinterlinjerna framträder i en starkt blå färg och underlättar åldersbestämningen. Skalens mått har uttryckts som en funktion av musslans ålder i tillväxtdiagram för varje flodpärlmusselbestånd. I södra Sverige har flodpärlmusslorna en bättre års-tillväxt men de blir inte så gamla som i norra delen av landet. Musslorna från mellersta Sverige har liknande tillväxthastighet på samtliga studerade lokaler, medan musslorna från norra Sverige har kortare års-tillväxt (det vill säga mindre skal), men blir äldre. Allt detta gör att den allmänna tillväxtkurvan har olika utseende för musselbestånd i södra, mellerstra och i norra Sverige. Därför är det inte möjligt att tillverka en enda allmän tillväxtkurva för alla flodpärlmusselbestånd i landet. Musslor mindre än 8 mm har en separat tillväxtkurva på grund av att flodpärlmusslorna under de första ca sju levnadsåren växer långsammare. Tillväxtkurvan för denna period har därmed ett annat utseende. De olika tillväxtkurvorna som har framställts i detta projekt kan användas för att åldersbestämma flodpärlmusslor från opåverkade vattendrag genom att mäta deras skallängd, bredd och/eller höjd. I vattendrag som är påverkade av kalkning, eutrofiering, industriella utsläpp m.m. avviker flodpärlmusslornas skaltillväxt från den allmänna tillväxtkurvan för respektive område. Därför måste specifika tillväxtkurvor framställas för varje vattendrag med musslor och i vissa fall även för varje lokal, dvs. del av vattendraget.

Åldersbestämningen av musselskal från påverkade vattendrag försvåras på grund av att många tillväxtstörningar ofta förekommer hos dessa stormusslor. För en säkrare åldersbestämning är det därför nödvändigt att utföra isotopanalyser på utvalda musselskal (Dunca & Mutvei in prep.).

Kostnader

Kostnader för genomförd åldersanalys av musselskal (flodpärlmussla) är ca 1000 kr/individ (Elena Dunca muntl.)

Miljögifter i stormusslor

Vid det specialanalytiska laboratoriet hos Enheten för miljögiftforskning, Naturhistoriska riksmuseet, genomfördes under 2003, på uppdrag av Företagarnas Folkhögskola i Leksand, miljögiftundersökningar på stormusslor från sjön Molnbyggen i Leksandstrakten, Dalarnas län. Sjön Molnbyggen antas vara påverkad av miljöstörande ämnen. Vid analysen användes mjukdelar hos allmän dammussla (*Anodonta anatina*). Analysen visade att ett flertal olika klororganiska föreningar förekom i de analyserade musslorna, men halterna av dessa miljögifter var inte signifikant högre i dammusslorna från Molnbyggen, jämfört med musslor av samma art i en referenssjö i Dalarna (Greyerz 2005).

Analysförfarandet visar att det är fullt möjligt att tillämpa en i sjöar och vattendrag allmänt förekommande stormusselart för screening av organiska miljögifter, på liknande sätt som redan tillämpas i marina miljöer. Här nyttjas t.ex. blåmussla (*Mytilus edulis*). Se även Greyertz (2004).

Förslag till nationell strategi/program för stormusslor

Bakgrund

Flodpärlmusslan dominerar stormusselarbetet

Under 1990-talet och fram till början av 2000-talet har arbetet med stormusslor främst ägnats åt inventering och övervakning av flodpärlmussla. Stormusselprojektet under åren 2001-2002 (Bergengren et al. 2002a, b), samt därefter ett flertal inventeringar under åren 2003-2006, vilka bl.a. ligger till grund för framtagandet av ett åtgärdsprogram för tjockskalig målarmussla (Lundberg et al. 2006), har därefter fått allt fler län att arbeta vidare även med denna hotade art, likväl som övriga stormusselarter i landet. Totalt sett står flodpärlmusslan för två tredjedelar och övriga stormusslor (främst tjockskalig målarmussla) för resten av det hittills nedlagda arbetet.

Då hotarterna flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla förekommer så gott som uteslutande i vattendrag har fokus vid inventeringar varit strömvattenmiljöer. Sjöar har hittills inventerats i relativt liten skala och ofta har stormusslor påträffats som bifynd i samband med makrofytinventeringar m.m. Totalt har 2615 vattendrag (delsträckor av större vattendrag) och 350 sjöar (företrädesvis sjöutlopp) hittills inventerats i Sverige.

Kunskapsläget när det gäller flodpärlmussla är överlag godtagbart (anser 19 av 21 län). Arbetet med övriga stormusselarter har förbättrat kunskapsläget avsevärt under 2000-talet, men länsstyrelerna anser att det krävs mer inventeringar för att det ska vara godtagbart. 15 av 21 län anser att kunskapsläget när det gäller stormusslor i allmänhet är bristfälligt.

Metodval

Den mest använda undersökningsmetoden fram till idag är vadning med vattenkikare (89 % av den totala arbetsinsatsen). Därefter följer fridykning och användning av Lutherräfsa (kastkratta), båda 5 % av totala arbetsinsatsen. Luftdykning har hittills enbart använts sporadiskt i djupare vattendrag och utgör totalt endast av 1 % av arbetsinsatsen. I framtiden räknar länen med att öka användningen av både fridykning (ökar ca 10 %) och luftdykning (ökar ca 5 %). Användningen av Lutherräfsa beräknas minska något (ca 2 %).

Tidserievattendrag/-lokaler

Totalt har 142 vattendrag med pågående övervakning i tidserie rapporterats nationellt. Större delen av dessa (127 st.) utgörs av vattendrag där flodpärlmussla övervakas. Totalt finns i dessa vattendrag 1 781 tidserielokaler, dvs. en provsträcka upp till 20 meter enligt undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b). Av dessa utgörs 98 % av lokaler där flodpärlmussla övervakas och 2 % av lokaler med övervakning av tjockskalig målarmussla. Totalt planerar länen att etablera 459 nya lokaler för övervakning av flodpärlmussla och 15 för tjockskalig målarmussla.

Finansiering

Under 1990-talet var det främst medel för kalkeffektuppföljning och miljöövervakning som finansierade stormusselarbetet, med tyngdpunkt på flodpärlmussla. Föutom specialprojekt inom den regionala miljöövervakningen har sedan 2004 en allt större del av finansieringen kommit från medel till åtgärdsprogram (ÅGP) och programmet för hotade arter.

Totalt har länsstyrelserna t.o.m 2007 använt 13 581 000 kr till arbete med stormusslor.

Användning av stormusseldata

Flodpärlmusslan är den art som hittills har dominerat i arbetet med kalkeffektuppföljning och miljöövervakning. Sedan 2004, då Hotartsarbetet och Natura 2000-arbetet (främst Basinventeringen inom Natura 2000) startade, har dessa verksamheter använt underlag från inventeringar av stormusslor i en allt större omfattning. Den tjockskaliga målarmusslan har lyfts fram inom hotartsarbetet, vilket även inneburit att denna fått ett eget åtgärdsprogram (Lundberg et al. 2006). När mer data i framtiden har samlats in och sammanställts centralt kan detta underlag också bli en viktig del i arbetet med Vattenförvaltning. Flodpärlmusslan ingår redan idag i miljömålsarbetet och utgör en viktig miljöindikator, då framför allt för rekryterande stormusselbestånd.

Klassningar av stormusselbestånd

Inom länen har samtliga klassningar av skyddsvärde tillämpats. Västernorrlands läns enklare statusbedömning gäller enbart flodpärlmussla och har främst använts i Norrlandslänen (Västernorrlands och Gävleborgs län). De län som har använt den ”egna expertbedömningen” har i viss utsträckning också använt erhållna data till statusklassning inom arbetet med vattenförvaltning.

Datalagring

Länsstyrelserna har främst använt enklare Excel-dokument att registrera data i. En tredjedel har använt den databas i Access som tagits fram av Länsstyrelsen i Jönköpings län (modifierad under 2005 av Länsstyrelsen i Södermanlands län). Några få län har tagit fram egna Access-databaser. Detta belyser tydligt att det finns ett stort behov av en central nationell stormusseldatabas där alla data som berör övervakningen av stormusslor bör samlas.

Kartläggning av status – Stormusslor

Länsstyrelserna har redovisat förekomster (på populationsnivå, dvs. en väl avgränsad population) av stormusselarter i respektive län (Tabell 2). Viktigt att poängtera är att data kan ha tagits fram på ett heterogent sätt. Framför allt kan själva populationsavgränsningen skilja sig åt mellan länen. Redovisningen ger dock en översiktlig bild över förekomsterna och deras status idag. Det är även viktigt att belysa att det främst är flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla som har inventerats noggrant avseende rekrytering. De övriga arterna har oftast enbart noterats.

Målsättning & Syfte med ett nationellt program för stormusslor

Målsättning:

- Att analysera de långsiktiga trenderna hos stormusselbestånd i sötvatten nationellt.
- Att bedöma ett urval av de svenska stormusselbestånden med avseende på artsammansättning, föryngring – som indikatorer på ett naturligt ekosystem.
- Att avgöra om artificiell påverkan leder till oönskade effekter på stormusselbestånd i sjöar och vattendrag.
- Att följa förändring av populationsstorlek och täthet, samt förändringar i ålders/storleksstrukturen, i ett urval av avgränsade bestånd av stormusslor tillhörande de nedan understrukna arterna:

Margaritifera margaritifera, flodpärlmussla

1. *Margaritifera margaritifera* (flodpärlmussla) – Sårbar (VU)

Unio spp; målarmusslor

1. *Unio pictorum* (äkta målarmussla) *.
2. *Unio tumidus* (spetsig målarmussla)
3. *Unio crassus* (tjockskalig målarmussla) – Starkt hotad (EN)

Anodonta / *Pseudanodonta* spp; dammusslor

1. *Anodonta anatina* (allmän dammussla)
2. *Anodonta cygnea* (större dammussla)
3. *Pseudanodonta complanata* (flat dammussla) - Missgynnad (NT) *.

* Båda dessa arter har visat sig vara tämligen sällsynta och några få (3) vattendrag bör förslagsvis ingå i det nationella programmet.

Syfte:

- Ge underlag till länsstyrelsernas eller Vattenmyndighetens planering, genomförande, uppföljning och utvärdering av verksamheter i sötvatten.
- Ge underlag till Naturvårdsverkets långsiktiga uppföljning av miljötillståndet i sötvatten.
- Ge underlag till Naturvårdsverkets rådgivning till länsstyrelserna om miljötillstånd såsom försurnings- näringshaltbedömning, bedömning av fysisk påverkan (ex. rensning) m.m.

Urvalskriterier för nationellt program & val av vattendrag – stormusslor

Då förutsättningarna skiljer sig mycket vid tidigare val av uppföljning/övervakning av stormusslor kommer även de grunder som vattendrag väljs ut efter att variera. Nedan ges ett förslag till urvalskriterier för att utse nationella vattendrag för stormusslor:

1. Art:

- Flodpärlmussla
Argument; Sårbar (VU) i Rödlista 2005, Natura 2000-art, välstuderad och bra indikatorart med befintliga tidsserier i många vattendrag. Åtgärdsprogram 2005-2010.
628 populationer varav föryngring inom 230.
- Tjockskalig målarmussla
Argument; Starkt hotad (EN) i Rödlista 2005, Natura 2000-art, relativt välstuderad och bra indikatorart med befintliga tidsserier i relativt få vattendrag. Åtgärdsprogram 2006-2009.
65 populationer varav föryngring inom 14.

- Äkta målarmussla
Ej upptagen på Rödlista 2005, ej heller Natura 2000-art. Eftersökt men ej funnen i mer än 40 populationer, varav förnygring har kunnat styrkas i 10 populationer. Inga tidsserier finns för denna art. Ingår ej heller i något åtgärdsprogram. En förbisedd stormusselart som bör ägnas mer uppmärksamhet.
- Flat dammussla
Argument; Missgynnad (NT) i Rödlista 2005. Ej heller Natura 2000-art, men globalt rödlistad som missgynnad (NT) av IUCN (2007). Eftersökt men ej funnen i mer än 64 populationer, varav förnygring har kunnat styrkas i 11 populationer. Inga tidsserier finns för denna art. Ingår ej heller i något åtgärdsprogram. En förbisedd stormusselart som bör ägnas mer uppmärksamhet.

2. Status på population:

- Populationsstorlek (antal)
- Förnygring (förekomst/andel juvenila musslor)
- Minsta funna mussla
- Utbredning (km – vattendrag)

3. Läge – Geografiskt

- Artfrekvens (utbredningmässig artförekomst)
- Götaland/Svealand/Norrland
- Vattendistrikt (fem distrikt)

4. Befintliga nationella och regionala program

- Regional övervakning Sötvatten
 - Övervakning stormusslor
 - Kalkeffektuppföljning
 - Uppföljning/Basinventering N2000
 - Övrig regional övervakning (Elfiske/Vattenkemi/Bottenfauna m.m.)
- Övrig regional uppföljning/övervakning
- Nationellt program – IKEU*
- Nationellt program – MÖV (NMÖ)*
 - Trendvatten (vattendrag/sjöar)
 - Omdrevs-sjöar

** I de befintliga 68 nationella vattendragen (2008) återfinns flodpärlmussla i minst 16 vattendrag (Björn Bergqvist muntl.)*

5. Befintliga provtagningar

- Tidsserie – Flodpärlmussla (antal år som beståndet övervakats)
- Tidsserie – Tjockskalig målarmussla (antal år som beståndet övervakats)
- Elfiske i vattendrag (antal år som vattendraget elfiskats)
- Vattenkemi (antal år med provtagning)
- Biotopkartering (årtal för kartering)
- Bottenfauna (ej obligatoriskt)
- Påväxt (ej obligatoriskt)

6. Befintliga hot och deras påverkan på musselbestånd

Kategori	Typ av påverkan
<u>Klimat</u>	Tidvis uttorkning Periodvis bottenfrysning Högflödeserosion
<u>Kalkning</u>	Kalkning
<u>Skogsbruk</u>	Skogsbruk Avverkning (pågående) Hygge Röjning Gallring Avsaknad (borttagning) av kantzon Dikning Markberedning Skogsgödsling Flottledsrensning (tidigare utförd) Avsaknad av död ved (i vattnet) Vägbyggen
<u>Jordbruk</u>	Jordbruk Avsaknad (borttagning) av kantzon Dikning Dränering Kotramp Vägbyggen
<u>Industri och samhälle</u>	Syreförbrukande material Industriutsläpp Avloppsvatten (hushåll, industri, kommunalt) Giftutsläpp Gruva Oljeutsläpp Sedimenterande material Metallutfällningar Försurning Vägbyggen
<u>Arbete i vattendrag</u>	Kanal Vattendragsrensning Vegetationsrensning Grävning Vattengrumling Flottledsrestaurering Vattenreglering
<u>Vattenkraft</u>	Torrfära Vandringshinder
<u>Fiskevård</u>	Utplantering av fisk Biotopvård (fel utförd) Rotenonbehandling
<u>Fauna</u>	Mink Bäver Bisam
<u>Övrigt</u>	Pärlfiske Överfiske Utplantering av fel öringstam

7. Prioritering - Nationell status (utifrån samtliga län)

- Status som vattendrag med flodpärlmussla
- Status som vattendrag med tjockskalig målarmussla
- *Status som vattendrag med äkta målarmussla*
- *Status som vattendrag med flat dammussla*

8. Prioritering - Regional status (utifrån län)

- Status som vattendrag med flodpärlmussla
- Status som vattendrag med tjockskalig målarmussla
- *Status som vattendrag med äkta målarmussla*
- *Status som vattendrag med flat dammussla*

9. Prioritering - Lokal status (utifrån lokala intressen, såsom stort lokalt engagemang)

- Status som vattendrag med flodpärlmussla
- Status som vattendrag med tjockskalig målarmussla
- *Status som vattendrag med äkta målarmussla*
- *Status som vattendrag med flat dammussla*

Förslag till urval och prioritering av nationella stormusselvatten

Nationella stormusselvatten

Utifrån ovanstående urvalskriterier föreslås att totalt 35 så kallade 'Nationella stormusselvatten' utses. Musselbestånden i dessa vatten skall övervakas enligt undersökningstypen (Bergengren et al. 2004b) med jämna 6-års intervall. Upplägget föreslås likna det som används i de övriga nationella programmen (IKEU, NMÖ).

De 35 nationella stormusselvattnen delas upp utifrån nedanstående urval/prioritering och under sex år ska samtliga vatten undersökas/övervakas i ett omdrevsförfarande.

Naturvårdsverket eller lämplig länsstyrelse/-er bör hålla i programmet.

Vattendrag där övervakning föreslås delas upp enligt följande:

- 22 vattendrag med flodpärlmussla
- 10 vattendrag med tjockskalig målarmussla
- 2 vattendrag/sjöar med äkta målarmussla
- 1 vattendrag med flat dammussla

Arbete och grund för val av vattendrag

Innan de nationella stormusselvattnen pekas ut bör en noggrann bakgrundsstudie göras. Först görs ett första urval av vatten utifrån redan befintligt material i föreliggande utredning samt utifrån RUS-projektet *Flodpärlmussla som biologisk mångfaldsindikator* (Söderberg et al. 2007) Efter detta kontaktas länsstyrelserna för mer uppgifter utifrån urvalskriterierna.

Nationella musselvatten – Flodpärlmussla

20 vattendrag för flodpärlmussla föreslås väljas utifrån följande kriterier;

Geografiskt läge

- 6 vatten med flodpärlmussla i Götaland.
- 6 vatten med flodpärlmussla i Svealand.
- 10 vatten med flodpärlmussla i Norrland.

Här ska även Vattendistriktsindelningen vägas in. Det bör vara minst tre nationella vatten med flodpärlmussla i respektive Vattendistrikt. Även typindelning enligt Vattenförvaltningen bör vägas in vid prioritering.

Status på population

Hälften av de valda populationerna bör ha god föryngring och hälften sämre eller ingen föryngring.

- 3+3 vattendrag med flodpärlmussla i Götaland.
- 3+3 vattendrag med flodpärlmussla i Svealand.
- 5+5 vattendrag med flodpärlmussla i Norrland.

Befintliga regionala och nationella program med tidsserier för flodpärlmussla

- De vattendrag med flodpärlmussla där en etablerad regional tidsserie redan finns (oavsett om det är miljöövervakning eller kalkeffektuppföljning etc.) ges företräde.
- De vattendrag som ingår i ett pågående nationellt program ges företräde.

Befintliga regionala och nationella provtagningar i samma vattendrag

- De vattendrag med flodpärlmussla där regional provtagning av (värd-) fisk/vattenkemi samt eventuellt även bottenfauna/påväxt är etablerad.
- De vattendrag som är biotopkarterade ges företräde.

Nationella musselvatten – Tjockskalig målarmussla

10 vattendrag med tjockskalig målarmussla föreslås väljas utifrån följande kriterier;

Geografiskt läge

- 8 vattendrag med tjockskalig målarmussla i Götaland.
- 2 vattendrag med tjockskalig målarmussla i Svealand.
- Inga i Norrland då arten inte förekommer här.

Här ska även Vattendistriktsindelningen vägas in. Det bör vara minst ett nationellt musselvatten med tjockskalig målarmussla i respektive Vattendistrikt.

Status på population

- Två tredjedelar av de valda populationerna bör ha god förnyring och hälften sämre eller ingen förnyring.
- 6+2 musselvatten med tjockskalig målarmussla i Götaland.
- 3+1 flodpärlmusselvatten i Svealand.
- Inga i Norrland, då arten inte förekommer här.

Befintliga regionala och nationella program med tidsserier för tjockskalig målarmussla

- De vattendrag med tjockskalig målarmussla där en etablerad regional tidsserie redan finns (oavsett om det är miljöövervakning eller kalkeffektuppföljning) ges företräde.
- De vattendrag som ingår i ett pågående nationellt program ges företräde.

Befintliga regionala och nationella provtagningar i samma vattendrag

- De vattendrag med tjockskalig målarmussla som har etablerad regional provtagning av (värd-) fisk/vattenkemi samt eventuellt även bottenfauna/påväxt.
- De vattendrag som är biotopkarterade ges företräde.

Nationella musselvatten – Äkta målarmussla och Flat dammussla

För dessa två arter väljs totalt tre vattendrag/sjöutlopp för övervakning. Valet sker subjektivt utifrån befintligt dataunderlag (mussel-, värdfisk-, vattenkemidata). Bestånden av dessa stormusselararter bör samtliga vara livskraftiga. Om kommande mer översiktliga studier påvisar fler förekomster av dessa arter kan en omprioritering komma att behöva göras i det nu föreslagna nationella programmet.

Regionala stormusselvatten

I det regionala arbetet med stormusslor bör det tas fram en länsvis plan/strategi för hur arbetet ska bedrivas. Denna plan (mall) ska ha huvudsyftet att samordna de olika verksamheterna på de länsstyrelser som idag, i någon form, undersöker/övervakar stormusslor. Ett delsyfte bör vara att få en nationell bild och samordna det som sker regionalt inom länen. Länsstyrelserna föreslås att, där det är möjligt, använda den enklare statusbedömningen (screening) som är framtagen av Länsstyrelsen i Västernorrlands län (Söderberg et al. 2005) (Se även Bilaga 4). Fördelen med den enklare statusbeskrivningen är att den kräver mindre resurser och fler vattendrag kan därmed undersökas inom en begränsad tid.

Val av nationella musselvatten

I föreliggande utredning ges enbart förslag till urvalskriterier för val av nationella musselvatten. Då urvalskriterierna är genomgångna, reviderade och godkända av Naturvårdsverket kommer ett förslag på lämpliga vattenområden att tas fram som ett följdprojekt till föreliggande utredning.

Kostnader – Nationellt program

För att kunna ta fram en total kostnad för de olika stormusselararterna, samt val av ambitionsnivåer, har nedanstående schablonkostnader beräknats för den föreslagna övervakningen. De kostnader som redovisas under *Totalkostnad* nedan kommer med stor sannolikhet att vara mindre än de framtagna, då övervakning av stormusslor ofta redan är etablerad och undersökningar av både värdfisk och vattenkemi redan finns att tillgå i de valda vattendragen.

Enligt Undersökningstyp – Övervakning av stormusslor (Bergengren et al. 2004b):

Att etablera övervakning i ett nytt vattendrag med 15 lokaler (delsträckor) tar ca fyra till sex dagar för två personer. Förberedelserna tar en till två dagar. Till detta kommer resekostnader och eventuella traktamenten vilka varierar mellan länsstyrelserna. Uppstartskostnad för tidsserie i ett nytt vatten är ca 35 000 kr. När ett vattendrag med övervakningslokaler är etablerat ska uppföljning utföras vart sjätte år. En uppföljning beräknas ta fyra till sex dagar för två personer och kostar ca 20 000 kr.

Uppstartskostnad: 35 000 kr/vattendrag

Uppföljning av etablerade lokaler: 20 000 kr/vattendrag

Enkel statusbeskrivning/screening (Söderberg 2005):

Vid screening av vattendrag med framför allt flodpärlmussla tar övervakningen i genomsnitt en dag för två personer. Med resekostnader och därtill hörande planering hamnar totalkostnaden på ca 10 000 kr per vattendrag.

Enkel statusbeskrivning: 10 000 kr/vattendrag

Enligt Undersökningstyp: Elfiske i rinnande vatten (Degerman et al. 2002)

Ett elfiske kostar ca 4000 kr (3000-5000 kr) per elfisklokal beroende på totalantalet lokaler som provfiskas. Kostnaden inkluderar planering, utvärdering och inmatning av data i elfiskeregistret.

Elfiske: ca 4000 kr/vattendrag

Enligt Undersökningstyp: Vattenkemiprovtagning (Wilander & Westling 2004)

Ett vattenkemiprov med analys av enbart Tot-P och pH kostar ca 200 kr. Men ofta samordnas detta med övrig provtagning och fler analyser görs. En schablonsumma på 500 kr/vattenprov (inkl. provtagning) är därför mer rimlig. Prover bör tas enligt redan pågående program eller vid hög- och lågvatten för att få spridning och kunna påvisa variationer och tillfälliga toppar (höga halter) som kan påverka musslorna.

Vattenkemi: ca 2000 kr/vattendrag (500 kr/vattenprov, minst 4 prover per år som medelvärde)

Enligt Undersökningstyp: Biotopkartering av vattendrag (Halldén et al. 2002, Liliégren & Bergengren 2003)

Beroende på vattendragets längd och omfattning på karteringen varierar kostnaden för biotopkartering. En schablonsumma brukar vara ca 2,50 kr/meter vattendrag (i genomsnitt ca 2-3 kr per meter). Detta inkluderar förberedelser, kartering och inmatning i databas, analys och rapportskrivning).

Biotopkartering: 25 000 kr/mil vattendrag

Bottenfauna – *tas enbart med för att verifiera övriga data.*

Påväxtalger - *tas enbart med för att verifiera övriga data.*

Totalkostnad

35 nationella musselvatten – Enbart musselövervakning
Uppstartskostnad: 35 000 * 35 vattendrag = 1 225 000 kr
(Screening: 35 000 * 35 = 700 000 kr)

Inklusive övriga provtagningar (en provtagning samt biotopkartering (5 km) per vattendrag = Elfiske-4000 kr + Vattenkemi-2000 kr + Biotopkartering-12 500 kr = 647 500 kr

Totalsumma

Totalt: 1 225 000 kr + 647 500 kr = **1 872 500 kr.**

Summa per år (omdrevsförfarande – 6 års intervall)

Totalsumma delas upp på 6 år, vilket ger en **årskostnad på ca 312 000 kr**.

Viktigt att betänka är att större delen av de vattendrag som kommer att bli aktuella som nationella stormusselvatten redan har en etablerad övervakning, vilket minskar kostnaderna kraftigt initialt.

Totalsumman hamnar snarare runt 200 000-250 000 kr/år för en nationell omdrevsövervakning i ovan föreslagna stormusselvattnen. Innan vattendragen är valda och befintliga bakgrundsdata är kontrollerade, kan en noggrannare uppskattning av totalkostnaden ej göras.

Ytterligare en kostnad som uppkommer initialt är utbildning/kalibrering av de utförare som ska ansvara för att övervakningen enligt programmet genomförs. Se nedan.

Utbildning/kalibrering vid start av nationellt program för stormusslor

En viktig del i arbetet med det föreslagna programmet är att samtliga utförare av övervakningen har liknande bakgrund och är kalibrerade. Detta gäller såväl vid förberedelserna på planeringsstadiet som övervakningen i fält och efterarbetet (sammanställning/analys). Initialt (2009) bör därför en utbildning hållas där förutsättningarna går igenom och en noggrann kalibrering görs i fält. Även efterarbetet bör ägnas uppmärksamhet. En stor fördel är att den nya stormusseldatabasen med största sannolikhet kommer att vara i drift – om utbildningen förläggs till 2009. En viktig del av denna blir då förevisning och handhavande av databasen.

Uppföljning av utbildningen bör ske kontinuerligt med kalibrerings- och uppdateringsövningar så länge det nationella programmet för stormusslor är operativt. Den kostnad detta medför ska räknas in i totalkostnaden ovan.

Kostnad för utbildning: ca 100 000 kr (beroende på omfattning, antal deltagare, lokalisering m.m).

Planering och förberedelse av utbildningen ligger utanför föreliggande utredning.

Lagring av stormusseldata

Bakgrund

Nationella miljöövervakningsdata tas fram av många olika utförare och lagras av s.k. datavärddar. Datavärdarna tillser att grunddata (kalibrerade och kvalitetssäkrade data) finns tillgängliga och arkiveras enligt Riksarkivets krav. Utförare är ibland ett universitet, men kan också vara en länsstyrelse, en kommun eller en konsult. Datavärdarna är i allmänhet någon större myndighet, t.ex. Fiskeriverket, SLU, något universitet, eller en länsstyrelse. Både utförande och datavärdskap inom den nationella miljöövervakningen regleras i avtal med Naturvårdsverket. Krav ställs på datasäkerhet och arkivering, men standardisering och hur tillgängliggörande sker är i hög grad upp till varje datavärd. Grundregeln är att nationella miljöövervakningsdata ska vara fritt tillgängliga (undantag kan finnas för att skydda hotade arter m.m.). Länsstyrelserna hanterar data från olika regionala miljöövervakningsprogram, varav många inte finansieras via statliga anslag. Exempel på sådana är samordnad recipientkontroll i vattenvårdsförbundens regi, kustvattenkontroll, depositionsämätningar av luftföroreningar, mätning av skogsskador, kalkeffektuppföljning och luftföroreningar i tätorter. Data lagras inte i något enhetligt system. Många viktiga miljömätningar och inventeringar sker på kommunal nivå. Kommunernas miljöövervakning erhåller emellertid inga statliga medel och styrs därmed inte i upplägg m.m. av de centrala myndigheterna och deras riktlinjer, utan utgångspunkten är de lokala behoven. Det kommunerna tar fram är de själva ägare av.

Länsstyrelsen i Jönköpings län har under åren 1999-2004 använt en äldre enklare databas i Access för lagring av både mer översiktliga stormusselkarteringar och av de karteringar som gjorts inom miljöövervakningen av flodpärlmussla. Det har under dessa år framkommit ett behov av en ny databas med fler applikationer beroende på var/när/hur data samlats in. Under 2005 har Länsstyrelsen i Sörmlands län uppdaterat och förbättrat databasen.

Under utvecklingsarbetet med den nya undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2002a, b; 2004b) samlades en stor mängd data in från Skåne, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands och Jönköpings län. Detta material finns i den ovan nämnda enklare databasen i Access.

Syftet är att utveckla en nationell databas för lagring/sökning/uttag av data kring stormusslor. Denna kommer att bygga på de protokoll/formulär/underlag som undersökningstypen för stormusslor (Bergengren et al. 2004b) bygger på, liksom undersökningstypen för lokalbeskrivning (Vävare 2003). Syftet är även att man på ett enkelt sätt ska kunna söka ut data för samnyttjande arbete med miljömålsuppföljning, Natura 2000 och eventuellt även i delar av arbetet med naturvärdesbedömningen (karaktäriseringen) i Vattendirektivet.

Stormusseldatabas i Artportalen

Det finns stort behov av en nationellt samordnad databas för stormusslor, eftersom data idag lagras i flera olika Accessdatabaser. Dessa innehåller många brister som riskerar att minska tillförlitligheten i data. Databasen kommer att nyttjas för många olika ändamål, t.ex. lagring av inventeringsdata samt historisk data, miljöövervakning, samt fungera som informationskälla för såväl handläggare, forskare, allmänhet och i utbildningssyfte. Datavärd är ArtDatabanken (Artportalen).

Behovet är även stort att använda databasen i miljöövervakningssyfte. Dels för uppföljning av bestånd med hotade stormusselarter, dels för förekomstövervakning av unga (juvenila) musslor tillhörande mer allmänt förekommande stormusselarter. Dessa kan användas som indikator för miljömålet ”Levande sjöar och vattendrag”, eftersom stormusslor har en mycket komplex livscykel och ej lyckas med sin rekrytering om alltför kraftiga förändringar sker i vattendraget/sjön (Söderberg 2007).

Databasen kommer att användas av handläggare på länsstyrelser, dels för att samla förekomstdata om de hotade musselarterna (ÅGP) och miljöövervakningsinformation. Dels för analys, utskrifter och hämtning av data. Inrapportering av bakomliggande inventeringsdata kommer att göras av såväl länsstyrelsens egen personal som anlätade inventeringskonsulter. Även de naturhistoriska museerna har ett stort intresse och behov av databasen då de är aktiva i arbetet med att analysera såväl den historiska som nutida situationen för Sveriges stormusslor. Även universitet och högskolor kan använda informationen i Stormusseldatabasen, både i undervisningssyfte och för forskning.

Utöver standardiserade inventeringsinsatser kommer förekomster av stormusslor att påträffas vid andra typer av inventeringar, t.ex. Basinventering av Natura 2000-områden och inventering av bottenfauna. Spontanfynd kommer att göras av såväl handläggare, företag/entreprenörer och allmänhet. Alla dessa fynd är viktiga att få inrapporterade för att få bättre kunskap om arternas förekomster, spridning och status.

Databasen ska även vara en källa till kunskap för alla, från forskaren till den som nyfiket söker fakta för nöjes skull. Stormusseldatabasen bör därför vara tillgänglig för alla, dock med olika behörigheter för olika användare för att säkra kvaliteten på den ingående datan.

Föreslaget är att Artportalens evertebrat-modul registrerar spontana musselfynd och fynd gjorda med mer översiktliga inventeringsmetoder, t.ex. inom Natura 2000. Den bör även kunna härbärgera museernas historiska data. Denna modul kompletteras med en ny modul för standardiserade stormusselinventeringar, lokalbeskrivningar och miljöövervakningsfunktioner. Från Artportalen kan uppgifter om förekomst av de hotade stormusselarterna, eller annan information som Naturvårdsverket anser relevant, hämtas/skickas för att visas i VIC-natur, där de sedan kan utgöra underlag i områdes-skyddsärenden etc.

För att söka information via Artportalen behövs inget användarkonto. Vid rapportering av fynd skapas ett konto via Artportalens ordinarie system. Detta system är öppet för allmänheten. Inrapporterade fynd via dessa konton kommer att registreras och märkes/taggas, så att de senare kan verifieras av behörig person via ett återbesök eller ev. med hjälp av foton och skalbelägg. Allmänheten kommer ej ha tillgång till miljöövervakningsfunktionerna.

Handläggare på länsstyrelser och andra yrkesverksamma biologer kan ansöka om ett konto med tillträde till hela databasen. Inrapporterad data kommer ej att kräva verifiering, men önskvärt är foto-samt skalbelägg insända till Göteborgs naturhistoriska museum eller Naturhistoriska riksmuseet.

Vid användning av databasen för dessa ändamål är det viktigt att denna kan hantera återbesök och att man lätt kan jämföra olika lokaler för stormusslor i ett vattendrag vid olika tillfällen. Likaså är det önskvärt att det finns en funktion för att beräkna den totala populationen av hotade stormusselarter i vattendraget samt att kartfunktioner finns som visar de olika ingående lokalernas placering.

Samordning bör även kunna ske med andra berörda datavärdar, t.ex. för vattenkemi, bottenfauna och fisk.

Referenser

Aldridge, D.C., Elliott, P., Moggridge, G.D. 2004. The recent and rapid spread of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Great Britain. – *Biol.Cons.* 119: 253-261.

Araujo, R. & Ramos, Á. 2001. Action plans for *Margaritifera auricularia* and *Margaritifera margaritifera* in Europe. – *Nature and environment*, No. 117. Council of Europe Publishing.

Arvidsson, B. & Söderberg, H. 2006. Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstad universitet. – *Karlstad University Studies 2006:15. Fakulteten för samhälls- och livsvetenskaper, Avdelningen för biologi.* 118 sid.

Arwidsson, I. 1926. Vandraremuslan (*Dreissena polymorpha* Pallas) inkommen i Sverige. – *Fauna och Flora* 21 (5): 209-217.

Bauer, G. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. – *J. Anim. Ecol* 56: 691-704.

Bauer, G., Hochwald, S., & Silkenat, W. 1991. Spatial distribution of freshwater mussels: the role of host fish and metabolic rate. – *Freshwater Biology* 26:377-386.

Bergengren, J. (in prep.). Metodstudie: Dykning & Undervattenskamera – komplement till undersökningstypen för stormusslor. Utvecklingsprojekt inom den regionala miljöövervakningen. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län.*

Bergengren, J., Engblom, E., Göthe, L., Henrikson, L., Lingdell, P-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 2004c. Skogsälven Varzuga – ett urvatten på Kolahalvön. – *Rapport, Levande Skogsvatten, Världsnaturfonden WWF.*

Bergengren, J., Liliegren, Y., Andersson, L. & Langhelle A. 2000. Naturvärdesbedömning Vattendrag. Emån och Mörrumsån i Jönköpings län. Projekt Högländsvatten 2000. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Meddelande 2000: 57.* 193 sid. + bil. 1 (58 sid.). Jönköping.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006a. Guide till Sveriges Stormusslor: Stormusslor – en översikt. Faktablad A. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006b. Guide till Sveriges Stormusslor: Arbete med stormusslor. Faktablad B. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006c. Guide till Sveriges Stormusslor: Hänsyn i och vid musselvatten. Faktablad C. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006d. Guide till Sveriges Stormusslor: Bestämningstabell för nordiska arter av sötvattenslevande stormusslor. Faktablad D. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006e. Guide till Sveriges Stormusslor: Flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*). Artfakta 1. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

Bergengren, J., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006f. Guide till Sveriges Stormusslor: Äkta målarmussla (*Unio pictorum*). Artfakta 2. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum.* 2 sid.

- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006g. Guide till Sveriges Stormusslor: Spetsig målarmussla (*Unio tumidus*). Artfakta 3. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006h. Guide till Sveriges Stormusslor: Tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). Artfakta 4. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006i. Guide till Sveriges Stormusslor: Allmän dammussla (*Anodonta anatina*; synonym *A. piscinalis*). Artfakta 5. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006j. Guide till Sveriges Stormusslor: Större dammussla (*Anodonta cygnea*). Artfakta 6. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006k. Guide till Sveriges Stormusslor: Flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*). Artfakta 7. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006l. Guide till Sveriges Stormusslor: Vandarmussla (*Dreissena polymorpha*). Artfakta 8. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Naturhistoriska riksmuseet & Göteborgs Naturhistoriska Museum*. 2 sid.
- Bergengren, J, Lundberg, S., & von Proschwitz, T. 2006m. Stormusselprojektet, ett fruktbart samarbete mellan museiexperter och länsstyrelser. (Abstract) Systematikdagarna, Göteborgs universitet, 27-28 november 2006. 3 sid.
- Bergengren, J., von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2002a. Stormusselprojektet 2001. Utveckling av metodik och undersökningstyp. Beskrivning av habitatval. Förekomst i fem län i södra Sverige. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Meddelande 2002:19A*. 129 sid.
- Bergengren, J., von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2002b. Stormusselprojektet 2001. Lokalbeskrivningar. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Meddelande 2002:19B*. 93 sid.
- Bergengren, J., von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2004a. Manual för arbete med Stormusslor. (Artbeskrivningar, inklusive beståndstatus / utbredning; Bestämningstabell / Stormusselnöckel; Undersökningstyp – övervakning av stormusslor; Undersökningstyp – lokalbeskrivning). – *Länsstyrelsen i Jönköpings län, Meddelande 2004: 18*. 4 + 2 + 10 + 9 + 16 + 48 + 17 + 1 + 4 sid.
- Bergengren, J., von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2004b. Undersökningstyp: Övervakning av stormusslor. Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten. 42 sid.
- Bergengren, J. & Törnblom, J. 2005. Återintroduktion av flodpärlmussla. Uppföljning av glochidieinfekterad öring i Hyttkvarnsån. (WWF). 9 sid.
- Berglund, J., Gylge, S., Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2006. Stormusselinventering i Uppsala län 2004-2005. – *Länsstyrelsens meddelandeserie 2006:18. Miljöenheten, Länsstyrelsen i Uppsala län*. 37 sid.
- Bergman, P., Bleckert, S., Degerman, E. & Henrikson, L. 2006. UNK – Urvatten, Naturvatten, Kulturvatten. – *Rapport, Levande Skogsvatten, Världsnaturfonden WWF*. 25 sid.
- Björk, S. 1962. Investigations on *Margaritifera margaritifera* and *Unio crassus*. Limnologic studies in rivers in South Sweden. – *Acta Limnologica 4*: 5-109.

- Brönmark, C. & Malmquist, B. 1982. Resource partitioning between unionid mussels in a Swedish lake outlet. – *Holarctic Ecology* 5 (4): 389-395.
- Buddensiek, V. 1995. The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. – *Biological conservation* 74:33-40.
- Burch, J.B. 1973. Freshwater unionacean clams (Mollusca: Pelecypoda) of North America. – US Env. Protection Agency, Biota of Freshwater Ecosystems, Project 18050ELD, Contract 14-12-894. Govt. Printing Office stock number 5501-00488. 176 pp.
- Carell, B., Forberg, S., Grundelius, E., Henrikson, L., Johnels, A., Lindh, U., Mutvei, H., Olsson, M., Svärdström, K., Westermark, T. 1987. Can Mussel Shells Reveal Environmental History? – *Ambio* (16)1:2-10.
- Claudi, R. & Mackie, G. L. 1994. Practical Manual for Zebra Mussel Monitoring and Control. – Lewis Publishers, CRC Press. 250 pp.
- Cohen, A.N., Weinstein, A., 2001. Zebra mussel's calcium threshold and implications for its potential distribution in North America. – *San Francisco Estuary Institute, Richmond, CA*.
- Colling, M. & Schröder, E. 2005. *Unio crassus* Philipsson 1788. – [sid. 649- 664]. I: Petersen, B., Ellwanger, G., Biewald, G., Hauke, U., Ludwig, G., Pretscher, P., Schröder, E. & Symank, A.: Das europäische Schutzgebietsystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FHH Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Wierbellose. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 69 (1).
- Cosgrove, P.J. & Young, M.R. 1998. The Status of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* in Scotland. – Confidential Contract Report to Scottish Natural Heritage, Edinburgh. 111 pp.
- Dahlberg, M. & Bergquist, B. 2003. Provfiskeresultat År 2002. IKEU-programmets vattendrag och Miljöövervakningens referensvattendrag. Finfo 2003:10, Fiskeriverket informerar. 76 sid.
- Degerman, E., Sers, B. & Bergquist, B. 2002. Undersökningstyp: Elfiske i rinnande vatten. Version 1:3 020620. – *Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten, Skog*. 27 sid.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – Rapport 2006-3. Trondheim.
- Dunca, E. 1999. Bivalve shells as environmental archives. Introduction. – (48 pp.). In: Dunca, E.: Bivalve shells as environmental archives. – (PhD Thesis. Department of Earth Sciences. Historical Geology and Palaeontology. Uppsala University). 168 pp. Uppsala.
- Dunca, E. 2006. Flodpärlmusslor. En skalanalys av fem flodpärlmusslor från Lärjeån i Göteborg. – *Göteborgs Stads miljöförvaltning. Rapport 2006: 12*. 20 sid.
- Dunca, E. & Mutvei, H. 2006. WWF-projekt: Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige. – (sid. 21-25). I: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.): Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads Universitet. – *Karlstad University Studies* 2006: 15. 118 sid.
- Dunca, E., Mutvei, H., Mörth, M., Winfield, I. & Whitehouse, M. 2006. Environmental monitoring using shells of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* from Lake District, UK and South Sweden. – In: Malchus, N. & Pons, J. M. (eds): International Congress on Bivalvia: Abstracts. – *Organisms Diversity & Evolution* 6. Suppl. 16 (1): 27-28.

- Dunca, E., Schöne, B. R. & Mutvei, H. 2005. Freshwater bivalves tell of past climates: But how clearly do shells from polluted rivers speak? – *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 228 (1/2): 43-57.
- Engel, H. & Wächtler, K. 1989. Some peculiarities in developmental biology of two forms of the freshwater bivalve *Unio crassus* in Northern Germany. – *Archiv für Hydrobiologie* 115 (3): 441-450.
- Falkner, G. 1990. *Binnenmollusken*. In: Fechter, R. & Falkner, G. – *Steinbachs Naturführer. Weichtiere. Europäische Meeres- und Binnenmollusken*: 112-273.
- Frischer, M.E., McGrath, B.R., Hansen, A.S., Vescio, P.A., Wyllie, J.A., Wimbush, J., Nierzwicki-Bauer, S.A. 2005. Introduction pathways, differential survival of adult and larval zebra mussels (*Dreissena polymorpha*), and possible management strategies, in an Adirondack Lake, Lake George, NY. – *Lake Reservoir Management* 21: 391-402.
- Giller, P.S., Sangpraduh, N. & Towney, H. 1991. Catastrophic flooding and macroinvertebrate community structure. – *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 24: 1724-1729.
- Grandin, U. 2005a. Miljöövervakning av främmande växt- och evertetrarter i sötvatten i Sverige. – *Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2005:19*. 11 sid.
- Grandin, U. 2005b. Möjligheter till miljöövervakning av främmande evertetrarter i Mälaren – en pilotstudie. – *Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2005:21*. 7 sid.
- Grandin, U., Hallstan, S. & Goedkoop, W. 2006. Vandrarmusslans spridningspotential i Sverige – litteraturgenomgång och vattenkemisk modell. – *Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2006:9*. 25 sid.
- Grandin, U., Larson, D. 2007a. Riskanalys och metodik för övervakning av vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*). Rapportering av uppdrag 216 0634 från Naturvårdsverket. – *Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2007:26*
- Grandin, U., Larson, D. 2007b. Dykinventering av vandrarmussla i Mälaren och Hjälmaren. Rapportering av uppdrag 216 0634 (del 2) från Naturvårdsverket – *Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2007:27*.
- Greyerz, E. 2004. Koncentrationer av klororganiska föreningar i musslor från Helsingborg år 2004. – *RSL rapport nr 2/2004*. 3 sid.
- Greyerz, E. 2005. Klorerade kolväten i dammusslor (*Anodonta anatina*) från två sjöar vid Leksand år 2005. Leksands gymnasium och kommun. – *RSL rapport nr 3*. 5 sid.
- Grundelius, E. 1982. Flodpärlmusslan *Margaritifera margaritifera* (L.) - en litteraturstudie. – *Information från länsstyrelsen i Kopparbergs län, Naturvårdsenheten. Nr N 1982: 2*. 23 sid. + 1 bil. (2 sid.).
- Grundelius, E. 1987. Flodpärlmusslans tillbakagång i Dalarna. – *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 4 1987*. 72 sid.
- Gustavsson, A. 2007. Föryngring av stormusslor i olika vattensystem i Västra Götalands län 2007. – *Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Rapport 2007:88*. 49 sid.
- Gärdenfors, U. (red.). 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. – *ArtDatabanken, SLU, Uppsala*. 496 sid.
- Halldén, A., Lagerkvist, G., Liligren, Y. 2002. Biotopkartering – vattendrag. Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag. – *Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2000:20. 4:e reviderande upplagan*. 84 sid.

- Hart, C. W. Jr. & Fuller S. L. H. (eds.) 1974. *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. – New York and London: Academic Press. 389 pp.
- Hastie, C.L., Boon, J.P., Young, M.R. & Eay, S. 2001. The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. – *Biol. Conserv.* 98: 107-15.
- Hastie, C.L., Cosgrove, P.J., Ellis, N. & Gaywood, M.J. 2003. The Threat of Climate Change to Freshwater Pearl Mussel Populations. – *Ambio Vol.* 32(1): 40-46.
- Hendelberg, J 1960. The fresh-water pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). On the localization, age and growth of the individual and on the composition of the population according to an investigation in Pärälven in Arctic Sweden. – *Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Report No 41*: 149-171.
- Henker, A., Hochwald, S., Ansteeg, O., Audorff, V., Babl, A., Krieger, B., Krödel, B., Potrykus, W., Schlumprecht, H. & Strätz, C. 2003. Zielorientierte Regeneration zweier Muschelbäche in Oberfranken. – *Angewandte Landschaftsökologie 56*.(Bundesamt für Naturschutz). 244 sid.
- Henrikson, L. 1996. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia) in southern Sweden - effects of acidification and liming. – (12 pp.). In: Henrikson, L.: *Acidification and Liming of Freshwater Ecosystems – Examples of Biotic Responses and Mechanisms*. (PhD Thesis, Zoologiska Institutionen, Göteborgs Universitet). 78 pp.
- Henrikson, L. 2001. The Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden – Monitoring and conservation. – (pp. I-VIII). In Wasserwirtschaftsamt, Hof & Albert-Ludwigs Universität, Freiburg (eds): *Die Flussperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmaßnahmen. Ergebnisse des Kongresses vom 16. - 18. 10. 2000* in Hof. 244 + VIII pp. + 7 pp.
- Henrikson, L. 2005. Övervakning av 6 flodpärlmusselbestånd i Västra Götalands län 2003-2004. – *Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2005*: 54. 23 sid.
- Henrikson, L. 2005. The Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* and its habitats in Sweden - a LIFE-project. (pp.15-20). In: Vandr , R. & Schmidt, C. (eds): *Proceedings of the Workshop "Pearl Mussel Conservation and Restoration"* 15.-16.11.2005 in Bad Elster, Germany. Bezirk Oberfranken & Anglervverband S d Sachsen Mulde/Elster e.V. 62 pp. Bad Elster.
- Henrikson, L. & Bergström, S. - E. 1995. Flodpärlmussla - 200-åriga milj m tare i Lärjeån. – (sid. 22-24) + Bilaga 3: Flodpärlmusslans biologi och hotbild. – (sid. 52-54). I: Bergström, S. - E., Henrikson, L., Hultengren, S., Medin, M., von Proschwitz, T. & Str m, K.: *F roreningsk nsliga arter i Göteborgs kommun. Del II. Inventering, status och  tg rdsprogram. – Göteborgs stads miljöförvaltning. Rapport 1995*: 11. 58 sid.
- Henrikson, L. & Bergström, S. - E. 1996. Flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla i Kristianstads län 1995. – (HB Aquaekologerna). 17 sid.
- Henrikson, L. & Bergström, S. - E. 1998.  vervakning av flodpärlmussla 1997. – *Länsstyrelsen i Västra Götaland, Miljöavdelningen. Publikation 1998*: 9. 23 sid.
- Henrikson, L., Bergström, S. - E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1995. 41 flodp rlmusselpopulationer i Sverige - dokumentation, bedömning av skyddsvärde och  tg rdsf rslag. – (Preliminär version 1995-02-19). (Naturvårdsverket och Världsnaturfonden WWF). 20 sid. + bil. 1 (42 sid.) + bil. 2 (44 sid.). Hyssna.
- Henrikson, L., Bergström, S. - E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Del II. Flodpärlmusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. – (sid. 47-66). I: Eriksson, M. O. G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.): *Flodpärlmusslan i Sverige. – Naturvårdsverket. Rapport 4887*. 121 + 16 sid.

- Henrikson, L., Schreiber, H. & Tranvik, L. 2005. Åtgärdsprogram för bevarande av flodpärlmussla. – *Naturvårdsverket. Rapport 5429*. 41 sid.
- Hochwald, S. 1997. Populationsökologie der Bachmuschel (*Unio crassus*). – *Bayreuther Forum Ökologie 50*. (zugl. Diss., Univ. Bayreuth). ix + 166 (+5) sid.
- Hochwald, S. 2001. Plasticity of Life-History Traits in *Unio crassus*. – (Pp. 127-141). In: Bauer, G. & Wächtler, K. (red.). Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – *Ecological Studies 145*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg. 394 pp.
- Hochwald, S. & Bauer, G. 1988. Gutachten zur Bestandssituation und zum Schutz der Bachmuschel *Unio crassus* (Phil.) in Nordbayern. – *Fischer & Tieschwert 12*: 366-371.
- Hochwald, S. & Bauer, G. 1990. Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL.) 1788. – *Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 97*: 31-49.
- Holst, I & Tapper, J. 2005. Flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla i Örebro län 2004. Resultat från översiktlig inventering efte nya vatten med förekomst av flodpärlmussla. – *Länsstyrelsen i Örebro län, Publ.nr 2005:3*. 18 sid.
- Howells, R.G. 1998. Losing the old shell game. – *Info-Mussel Newsletter 3*. Texas Parks and Wildlife Department – Inland Fisheries, Heart of the Hills Research Station, Ingram, Texas. 6 pp.
- Hruska, J. 1992. The freshwater pearl mussel in South Bohemia: evaluation of the effect of temperature on reproduction, growth and age structure of the population. – *Arch. Hydrobiol. 99*: 181-191.
- Hylander, S. 2004. Flodpärlmusslans känslighet för predation från kräftor – effekt i jämförelse med andra hotfaktorer i ett skånskt vattendrag. – *Länsstyrelsen i Skåne. Skåne i utveckling 2004:18*. 36 sid.
- IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 18 pp.
- IUCN. 2007. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org
- Johnson, L.E., Padilla, D.K. 1996. Geographic spread of exotic species: ecological lessons and opportunities from the invasion of the Zebra mussel *Dreissena polymorpha*. – *Biol. Cons.* 78: 23-33.
- Kalén, V. 2007a. Analysing temporal variations in DOC concentrations in Scanian lakes and streams, using GIS and Remote Sensing. – *Geobiosphere Science Centre Physical Geography and Ecosystems Analysis, Lund University. Seminar series nr 137*. 48 pp.
- Kalén, V. 2007b. Varför blir skånska sjöar och vattendrag brunare? – *Rapport från Länsstyrelsen i Skåne Län, Miljöavdelningen*. 19 sid.
- Kraft, C.E., Sullivan, P.J., Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E., Nekola, J.C., Johnson, L.E., Padilla, D.K. 2002. Landscape patterns of an aquatic invader: Assessing dispersal extent from spatial distributions. – *Ecol. Appl.* 12: 749-759.
- Källersö, M., von Proschwitz, T., Lundberg, S., Eldenäs, P. & Erséus, C. 2005. Evaluation of ITS rDNA as a complement to mitochondrial gene sequences for phylogenetic studies in freshwater mussels: an example using Unionidae from north-western Europe. – *Zoologica Scripta 34*: 415-424.

- Larsen, F.G. & Wiberg-Larsen, P. 2006. Utbredelse och hyppighed af Tyckskalet Malermusling (*Unio Crassus* Philipson, 1788) i Odense Å-systemet. – *Flora og Fauna* 112(4): 89-98.
- Liliegren, Y. & Bergengren, J. 2003. Undersökningstyp: Biotopkartering – vattendrag. Version 1: 2003-06-17. – *Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten*. 16 sid.
- Lingdell, P-E. & Engblom, E. 1996. Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars litoral och i vattendrag – inventering. 1996-06-24. Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten. 7 sid.
- Lundberg, R. 1888. Några undersökningar om naturförhållandena i mellersta delen af Stockholms skärgård åren 1885 och 1886 [sid. 88-122]. – *Meddelanden rörande Sveriges Fiskerier. Andra häftet*. 292 sid. + 2 Tafl. + 2 kartor. Stockholm (W. Bille).
- Lundberg, S. 2001. An Identification Key to the Large Freshwater Mussels of Sweden (Margaritiferidae, Unionidae and Dreissenidae) is presented on the internet. – *Bulletin of the Malacological Society of London* 37: 8.
- Lundberg, S. 2004. Inventering av stormusslor i Albysjön, Tyresö kommun, 2004. Basinventering inom Tyresåsamarbetet. – *PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:2. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie*. 11 sid.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2002a. Stormusslor i Södermanlands län - Pilotstudie 2002. – *Meddelanden från Göteborgs Naturhistoriska Museum: Nr. 6-8: 1-76*.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2002b. Inventering av musselfaunan i bäck vid Stjärnhov, Södermanlands län 2001. – *Meddelanden från Göteborgs Naturhistoriska Museum: Nr. 6-8: 77-86*.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2002c. Inventering av musselfaunan i Forsaån, Södermanlands län 2001. *Meddelanden från Göteborgs Naturhistoriska Museum: Nr. 6-8: 87-96*.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2003. Inventering av musselfaunan i Nyköpingsån vid Sibro, Södermanlands län, 2003. – *Meddelanden från Göteborgs Naturhistoriska Museum: Nr 9 (2003)*. 25 sid.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2004. Tjockskalig målarmussla i Södermanlands län – Förekomst, biologi/ekologi, status och skyddsvärde samt förslag till artens bevarande. – *Länsstyrelsen Södermanlands län. Rapport nr 2004:8*. 49 + 2 sid.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2007a. Mälarens stormusselfauna. Resultat från inventering längs Mälarens stränder. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:2. – *Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie*. 32 sid.
- Lundberg, S. & von Proschwitz, T. 2007b. Mälarens stormusselfauna. Lokalbeskrivningar. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:3. – *Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie*. 184 sid.
- Lundberg, S., Bergengren, J. & von Proschwitz, T. 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). – *Naturvårdsverket. Rapport 5658*. 43 sid.
- Lundberg, S., von Proschwitz, T. & Bergengren, J. 2004. Inventering av musselfaunan i Nyköpingsån vid Sibro, Nyköpings kommun, 2004. – *Meddelanden från Göteborgs Naturhistoriska Museum: Nr 11 (2004)*. 40 sid.
- Lyrholm, T. (in prep.). Metoder för effektivisering och automatisering av taxonomisk identifikation. Överenskommelse 2280 706, Naturvårdsverket (Utredning: arbetsversion).
- Mackie, G.L., Schloesser, D.W. 1996. Comparative biology of Zebra mussels in Europe and North America: An overview. – *Am. Zool.* 36: 244-258.

- Marsden, E.J., 1992. Standard protocols for monitoring and sampling zebra mussels. – *Illinois Natural History Survey Biological Notes* 138.
- Matz, C., Nekoro, M., Sundström, H., Tapper, J. & Wendin, A. 2003. Stormusslor – hur har urbanisering förändrat artsammansättningen och populationsdynamik? – en studie i Stockholmsområdet. Projektarbete inom påbyggnadskurs ”Naturresurser och Samhälle, 10p.” – Institutionen för Systemekologi, Stockholms universitet. Vt. 2003. 23 sid.
- McIvor, A. L. & Aldridge, D. C. 2007. The reproductive biology of the depressed river mussel, *Pseudanodonta complanata* (Bivalvia: Unionidae), with implications for its conservation. – *Journal of Molluscan Studies* 2007 73(3):259-266.
- McNichols, K., Mackie, G.L., & Ackerman, J.D. 2007. Host fish determination of endangered species of freshwater mussels in southern Ontario, Canada. – *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Proceedings of the 30th Congress held in Montréal, Canada, 2007*. Publications of the International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL).
- Mejdell Larsen, B. 2006. Laks, *Salmo salar* (L.), og ørret, *Salmo trutta* (L.), som vertsfisk for elvemusling, *Margaritifera margaritifera* (L.). – (sid. 43-44). I: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.): Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads Universitet. – *Karlstad University Studies* 2006: 15. 118 sid.
- Meyers, T.R. & Milleman, R.E. 1977. Glochidiosis of salmonid fishes. I. Comparative susceptibility to experimental infection with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda: Margaritiferidae). – *J. Parasitol.* 63: 728-733.
- Mienis, H. 1999. Once more *Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana*. – *Triannual Unionid Report* 18: 2-3.
- Mienis, H. 2001. Some More Information Concerning the Invasive Mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834). – *Ellipsaria* 3 (2): 9-10.
- Mienis, H. 2002a. The Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana* Continues its Conquest of Europe. – *Ellipsaria* 4 (1): 11-12.
- Mienis, H. 2002b. The Chinese Pond Mussel *Sinanodontawoodiana* in Europe: Further Gleanings. – *Ellipsaria* 4 (2): 12-13.
- Mienis, H. 2002c. *Sinanodonta woodiana* also in Serbia. – *Ellipsaria* 4 (3): 9-10.
- Mienis, H. 2003a. *Sinanodonta woodiana* – News from Europe. – *Ellipsaria* 5 (1): 13.
- Mienis, H. 2003b. Pathways for introductions of foreign freshwater molluscs in Israel and elsewhere. – *Ellipsaria* 5 (1): 14-15.
- Mienis, H. 2003c. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. – *Ellipsaria* 5 (2): 6-8.
- Mienis, H. 2003d. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 8. Where are the records from the Netherlands? – *Ellipsaria* 5 (3): 14-15.
- Mienis, H. 2004a. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 9. News from Belgium, Italy, Romania and Serbia. – *Ellipsaria* 6 (1): 8-9.

- Mienis, H. 2004b. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 10. News from the Netherlands, Belgium, and the Czech Republik. – *Ellipsaria* 6 (3): 13-14.
- Mienis, H. 2005. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 11. News from Hungary, Poland and Ukraine. – *Ellipsaria* 7 (1): 8-9.
- Mienis, H. 2006a. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 12. News from Austria, Slovakia and Greece. – *Ellipsaria* 8 (1): 8-9.
- Mienis, H. 2006b. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 13. News from Austria, the Netherlands, Poland and Ukraine. – *Ellipsaria* 8 (3): 13-14.
- Morris, T., Metcalfe-Smith, J. & McGoldrick, D. 2007. The conservation and protection of freshwater mussels: a Canadian perspective. – *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Proceedings of the 30th Congress held in Montréal, Canada, 2007*. Publications of the International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL).
- Mutvei, H., Westermark, T., Dunca, E., Carell, B., Forsberg, S. & Bignert, A. 1994. Methods for the study of environmental changes using the structural and chemical information in molluscan shells. Past and Present Biomineralization Processes, Considerations about the Carbonate Cycle. – *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco. Numéro spécial 13*:163-191.
- Mutvei, H., Dunca, E., Timm, H. & Slepukhina, T. 1996. Structure and growth rates of bivalve shells as indicators of environmental changes and pollution. – *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco. Numéro spécial (14)* 4:65-72.
- Naddafi, R. 2007. The Invasion of the Zebra Mussel - Effects on Phytoplankton Community Structure and Ecosystem Function. – (PhD Thesis). Uppsala University, Faculty of Science and Technology, Biology, Department of Ecology and Evolution. 54 pp.
- Nagel, K. O. 1991. Gefährdete Flussmuscheln in Hessen. 1. Wachstum. Reproduktionbiologie und Schutz der Bachmuschel (Bivalvia: Unionidae: *Unio crassus*). – *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 78: 205-218.
- Nagel, K. O. 2002. Muschel, Mench und Landschaft. Zusammenhänge zwischen Landnutzung und Bestandsentwicklung bei Flussmuscheln. Naturschutz und Landschaftsplanung. – *Zeitschrift für angewandte Ökologie* 34 (9) 2002: 261-269.
- Nekoro, M. (in prep.). Metodutveckling och inventering av juvenila musslor. Skåne län 2006. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Nekoro, M. & Sundström, H. 2005a. Stormusslor i Kilaån 2004 och 2005. Utbredning av tjockskalig målarmussla och flat dammussla – hotstatus samt åtgärdsförslag till bevarande i Kilaådalén, Södermanlands län. – *Länsstyrelsen i Södermanlands län. Rapport 2005*: 8. 88 sid.
- Nekoro, M. & Sundström, H. 2005b. Stormusslor i Södermanland 2005. Inventering av potentiella lokaler för tjockskalig målarmussla och flat dammussla i Södermanlands län. – *Länsstyrelsen i Södermanlands län. Rapport 2005*: 9. 29 sid.
- Norelius, I. 1967. Age groups and habitats of unionid mussels in a South Swedish stream. – *Oikos* 18 (2): 365-368.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. – *Conservation Biology* 4: 355-364.

- Nøst, T. 1997. Impacts of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway 3: Results of the 1990–96 monitoring programme. – *Norsk institutt for naturforskning (NINA)*, 29:1–37.
- Persson, G. 2003. Undersökningstyp: Djurplankton i sjöar. Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten. 14 sid.
- Pool, K. & Downing, J. 2007. Influence of stream reach characteristics on freshwater mussel populations in a predominantly agricultural landscape. – *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Proceedings of the 30th Congress held in Montréal, Canada, 2007*. Publications of the International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL).
- von Proschwitz, T. 1990. Utbredningen av små- och stormusslor i sötvatten – en presentation av två nordiska samarbetsprojekt. – *Göteborgs Naturhistoriska Museum, Årstryck 1990*: 41-48.
- von Proschwitz, T. 1999. De nordeuropeiske artene av malermusling (*Unio*) og vandtermusling (*Dreissena*), samt en bestemselstabell for de limniske stormuslingartene i Norden – *Fauna 52(1)*: 92-95.
- von Proschwitz, T. 2001. The distribution of large freshwater mussels in Sweden and Scandinavia – some preliminary results. – *Bulletin of the Malacological Society of London 37*: 10-11.
- von Proschwitz, T. 2002. Stormusslor. – [sid. 41-52]. I: Lundberg, S. & Larje, R. (red.): Handbok om strömmande vatten. – Naturhistoriska Riksmuseet / Naturskyddsföreningen. 96 sid.
- von Proschwitz, T. 2003. Faunistiskt nytt 2002 – snäckor, sniglar och musslor. – *Göteborgs Naturhistoriska Museum, Årstryck 2003*: 25-42.
- von Proschwitz, T. 2004. Faunistiskt nytt 2004 – snäckor, sniglar och musslor. – *Göteborgs Naturhistoriska Museum, Årstryck 2004*: 23-36.
- von Proschwitz, T. 2006a. Faunistiskt nytt 2005 - snäckor, sniglar och musslor samt något om östlig snytesnäcka *Bithynia transsilvanica* (E. A. Bielz) - återfunnan i Sverige och något om kinesisk dammussla *Sinanodonta woodiana* (Lea) – en för Sverige ny sötvattensmussla. – *Göteborgs Naturhistoriska Museum Årstryck 2006*:39-70.
- von Proschwitz, T. 2006b. Kartering av limniska stormusslor i Sverige och Norden samt arbetet med en svensk stormusselbibliografi. – (sid. 9-18). I: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.): Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads Universitet. – *Karlstad University Studies 2006*: 15. 118 sid.
- von Prochwitz, T., in prep. An annotated Bibliography of the Large Freshwater Mussels (Margaritiferidae, Unionidae, Dreissenidae) in Sweden. – Göteborg Natural History Museum (In preparation, stand 4th April 2007). 150 pp.
- von Proschwitz, in press. Zoogeography of the large freshwater mussels (Margaritiferidae, Unionidae, Dreissenidae) in Sweden. – *Heldia*.
- von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2004a. Tjockskalig målarmussla – en rar och hotad sötvattensmussla. – *Fauna & Flora 99 (2)*: 16-27.
- von Proschwitz, T. & Lundberg, S. 2004b. The thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) in Sweden: Distribution ecology, status, threats and conservation. – p. 56. In: Wells, F. E.: Molluscan Megadiversity: Sea, Land and Freshwater. World Congress of Malacology, Perth, Western Australia. 11-16 July 2004.

- von Proschwitz, T. & Valovirta, I. 2002. [Arttext:] *Unio crassus*. [sid. 56-57]. – I: Gärdenfors, U., Aagaard, K. & Biström, O. (red.) & Holmer, M. (ill.): Hundraelva nordiska evertebrater.Handledning för övervakning av rödlistade småkryp. – Nord 2000:3. Nordiska Ministerrådet och ArtDatabanken. 288 sid.
- von Proschwitz, T. & Valovirta, I. 2002. [Art-texter:] *Pseudanodonta complanata* – [sid. 58-59]. I: Gärdenfors, U., Aagaard, K. & Biström, O. (red.) & Holmer, M. (ill.): Etthundraelva nordiska evertebrater. Handledning för övervakning av rödlistade småkryp. – Nord 2000:3. Nordiska Ministerrådet och ArtDatabanken, Uppsala. 288 sid.
- von Proschwitz, T., Økland, K. A., Baagøe, P., Koli, L., Økland, J. & Valovirta, I. 1995. A Further Supranational E.I.S.-Projekt in N. Europe: Mapping the Distribution of Large Freshwater Mussels (Margaritiferidae, Unionidae, Dreissenidae). - Mitteilungen der deutschen malakozoologischen Gesellschaft 56/57: 51-52.
- von Proschwitz, T., Økland, K. A. & Økland, J. 1999. Kartlegging av utbredelsen til store muslinger i ferskvann – et nordisk samarbeidsprosjekt. – Fauna 52 (1): 89-91.
- Reeders, H.H., bij de Vaate, A., 1990. Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): a new perspective for water quality management. – *Hydrobiologia* 200-201: 437-450.
- Reeders, H.H., bij de Vaate, A., Slim, F.J. 1989. Filtration rate of *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) in three Dutch lakes with reference to biological water quality management. – *Freshw. Ecol.* 22: 133-141.
- Ricciardi, A., 2003. Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: an empirical approach applied to zebra mussel invasions. – *Freshw. Ecol.* 48: 972-981.
- Riccardi, A., Neves, R. J. & Rasmussen, J. B. 1998. Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionoida) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. – *Journal of Animal Ecology* Volume 67(7): 613-619.
- Samuelsson, T. 2001. Inventering av stormusslor i Kronobergs län 2000. – *Länsstyrelsen i Kronobergs län, Natur- och kulturmiljöenheten 2001: 04*. 66 sid. + 4 kartor.
- Samuelsson, T. 2006. Tjockskalig målarmussla i Kronobergs län. Resultat från inventeringar av stormusslor 2000 & 2005 – *Länsstyrelsen i Kronobergs län. Rapport 2006: 05*. 26 sid. + Bilaga (3 sid.).
- San Miguel, E., Monserrat, S., Fernández, C., Amaro, R., Hermida, M., Ondina, P. & Altaba, C.R. 2004. Growth models and longevity of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Spain. – *Can. Journ. Zool.* 82: 1370-1379.
- Schreiber, H., Filipsson, O. & Appelberg, M. 2003. Fisk och fiske i svenska insjöar 1860—1911. Finfo 2003:1, Fiskeriverket informerar. 83 sid.
- Schöne, B.R., Dunca, E., Fiebig, J. & Pfeiffer, M. 2005a. Mutvei's solution: an ideal agent for resolving microgrowth structures of biogenic carbonates. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 228:149-166.
- Schöne, B. R., Dunca, E., Mutvei, H., Baier, S. & Fiebig, J. 2005b. Scandinavian climate since the late 18th century reconstructed from shells of bivalve molluscs – *Zeitschr. d. Ges. Geowiss.* 156 (4): 501-516.
- Skriver, S. 2002. Status for tykskallet malermusling (*Unio crassus*) i Danmark 2000. [I: Pihl, S & Laursen, K. (red.): Naturovervågning: Kortlægning af arter omfattet af EF-Habitatsdirektivet 1997-2000. Arbejdsrapport fra DMU nr. 167, 2002. – Danmarks miljøundersøgelser, Miljøministeriet. København. 144 sid.

Smith, K. & Lavis, M. 1975. Environmental influences on the temperature of a small upland stream. – *Oikos* 26: 228-236.

Spooner, D. & Vaughn, C. (in press). A physiological null approach examining the role of species interactions on ecosystem function of freshwater mussel communities. – *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Proceedings of the 30th Congress held in Montréal, Canada, 2007*. Publications of the International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL).

Strayer, D. L. 1999. Use of flow refuges by unionid mussels in rivers. – *J. N. Am. Benthol. Soc.* 18(4):468; 176.

Strayer, D. L. 2007. The place of unionoid mussels in freshwater ecosystems. – *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Proceedings of the 30th Congress held in Montréal, Canada, 2007*. Publications of the International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL).

Strayer, D. L. & Malcom, H. M. 2007. Effects of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on native bivalves: the beginning of the end or the end of the beginning? – *Journal North American. Benthol. Soc.* 26(1):111–122.

Strayer, D. L. & Smith, D. R. 2003. A Guide to Sampling Freshwater Mussel Populations. – American Fisheries Society Monograph 8. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 103 pp.

Svensson, M. 2005. Tjockskalig målarmussla *Unio crassus*. Uppföljning av arter inom Natura 2000 [Bilaga 2]. – I: Abenius, J., Aronsson, M., Haglund, A., Lindahl, H. & Vik, P.: Uppföljning av Natura 2000. Uppföljning av habitat och arter i Habitatdirektivet samt arter i Fågeldirektivet – *Naturvårdsverket. Rapport 5434*. 54 sid. + 5 bilagor.

Svensson, M. & Ekström, L. 2006. Musselinventering i några skånska vattendrag 2005 - med särskild fokus på tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). – *Länsstyrelsen i Skåne, Natur och kulturmiljö*. 95 sid.

Söderberg, H. 1995. Europas flodpärlmussleldorado? – Utblick från en pågående flodpärlmussleinventering i Västernorrlands län. I: Flodpärlmusslan i tvärvetenskaplig belysning. Rapport från seminarium hållet i Åjtte, Svenskt Fjäll- och Samemuseum 1992. – *Duoddaris* 7: 37-52.

Söderberg, H. 2005. Enkel statusbeskrivning av flodpärlmusselbestånd – en metodbeskrivning. – *Länsstyrelsen i Västernorrlands län*. 6 sid.

Söderberg, H., Karlberg, A. & Norrgrann, O. 2007. Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige (Remissversion). – Underlagsrapport, miljömålsuppföljning (RUS), Länsstyrelsen i Västernorrlands län. 37 sid.

Tapper, J. & Lundberg, S. 2006. Inventering av stormusslor i Edsån, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:2. – *Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie*. 32 sid.

Tapper, J. & Lundberg, S. 2006. Inventering av stormusslor i Fysingen, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:3. – *Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie*. 30 sid.

Watters, G. T. 1979. A synthesis and review of the expanding range Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia. Unionidae). – *Veliger* 40 (2): 152-156.

Wellman, G. 1943. Fischinfektionen mit Glochidien der *Margaritana margarifera*. – *Zeitschrt. Fisch. Bd.* 41: 385-390.

- Wibjörn, C. & Hallén, S. 2006. Inventering av vattenväxter i Edsviken. – Rapport, Tång och Sânt HB. 19 sid.
- Vicentini, H. 2005. Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus*. – *Journal of Molluscan Studies* 71: 409-410.
- Wilander, A. & Westling, O. 2004. Undersökningstyp: Vattenkemi i vattendrag. Version 1:2 2004-01-16. – *Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten, Skog*. 13 sid.
- Vävare, S. 2003. Undersökningstyp: Lokalbeskrivning. 2003-09-25. – *Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten*. 17 sid.
- Young, M. R. 1991. Conserving the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) in the British Isles and continental Europe. – *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 1: 73-77.
- Young M. R., Hastie L. C. & Cooksley S. L. 2003. Monitoring the Freshwater Pearl Mussel, *Margaritifera margaritifera*. – *Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 2*. English Nature, Peterborough. 18 pp.
- Young, M. R. and Williams, J. C. 1983. The status and conservation of the freshwater pearl mussel in Great Britain. – *Biological Conservation* 25: 35-52.
- Young, M. R. & Williams, J. C. 1984. The reproductive biology of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (Linn.), in Scotland. I. Field studies. – *Arch. Hydrobiol.* 99: 405-422.
- Ziuganov, V., Zutin, A., Nezhin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House.
- Økland, K. A., Baagøe, P., Koli, L., Økland, J. von Proschwitz, T. & Valovirta, I. 1992. Mapping the distribution of large freshwater mussels in northern Europe - a new supranational E. I. S.-project. – Abstr. 11th Intern. Malacol. Congr. 1992: 468-469.
- Økland, K.A. & Økland, J. 1997. Distribution limits of freshwater molluscs in northern Europe – a survey of edge populations in Norway and adjacent areas. – *Heldia 4 Sonderheft* 5:78-93.
- Österling, M. 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. – (PhD Thesis). Karlstad University, Faculty of Social and Life Sciences, Biology. Karlstad University Studies, 2006:53. 31 pp. + 10 pp. + 16 pp. + 12 pp. + 15 pp. + 18 pp.

Elektroniska publikationer

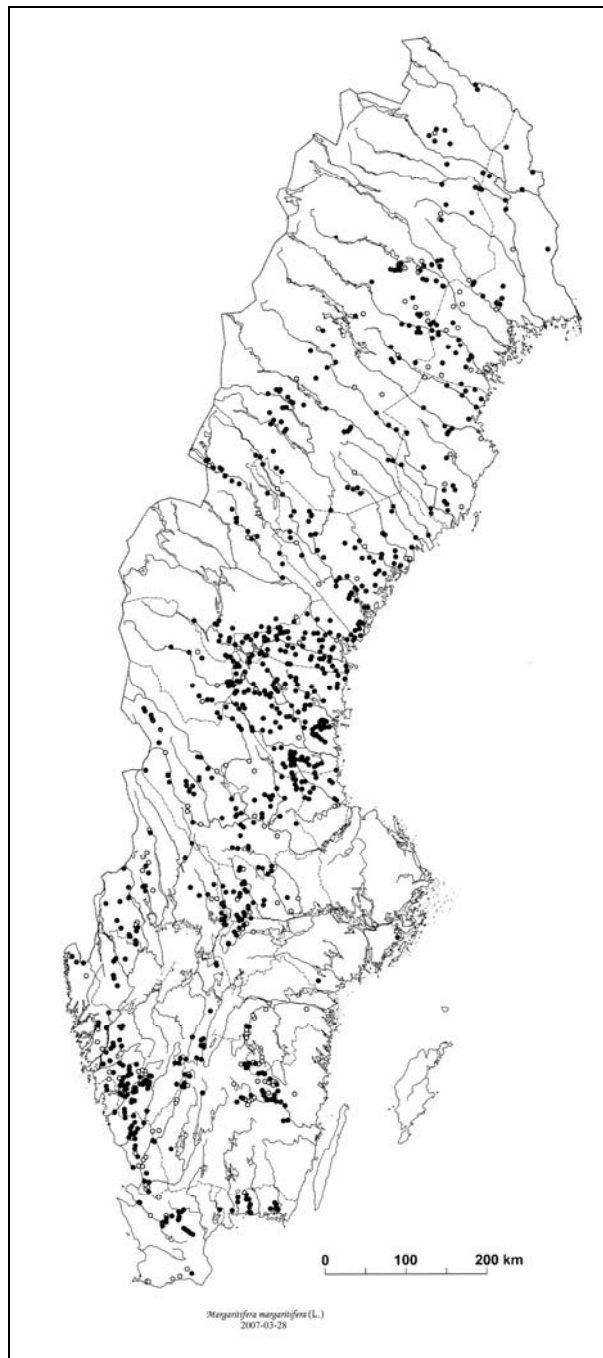
Svenska sötvattensmusslor – Interaktiv identifieringsnyckel för stormusslor i sötvatten i Sverige och Norden. www.nrm.se/sotvattensmusslor

Svenska sötvattensmollusker (snäckor och musslor) - en uppdaterad checklista med vetenskapliga och svenska namn. www.nrm.se/sotvattensmusslor

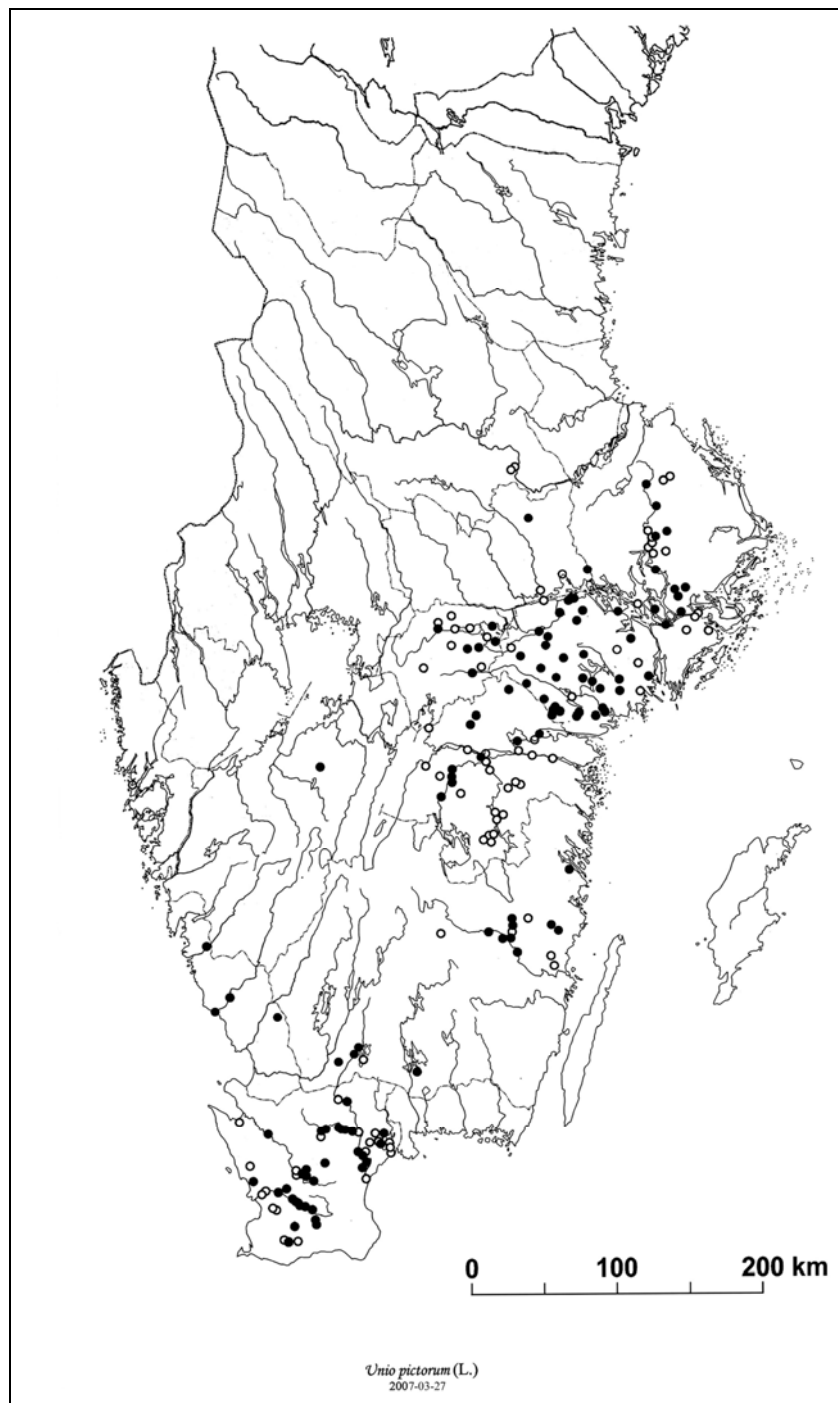
Bilagor

Bilaga 1.

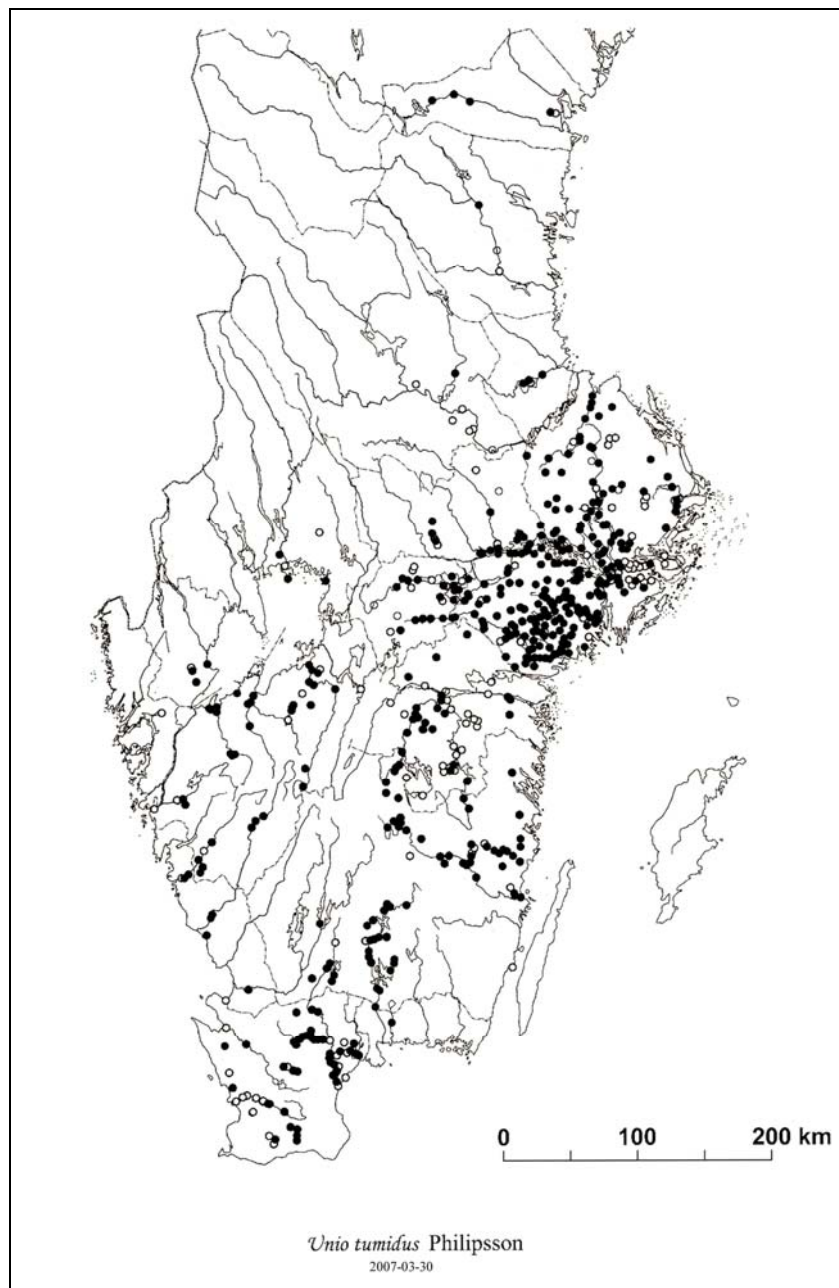
Uppdaterade utbredningskartor – samtliga stormusselararter



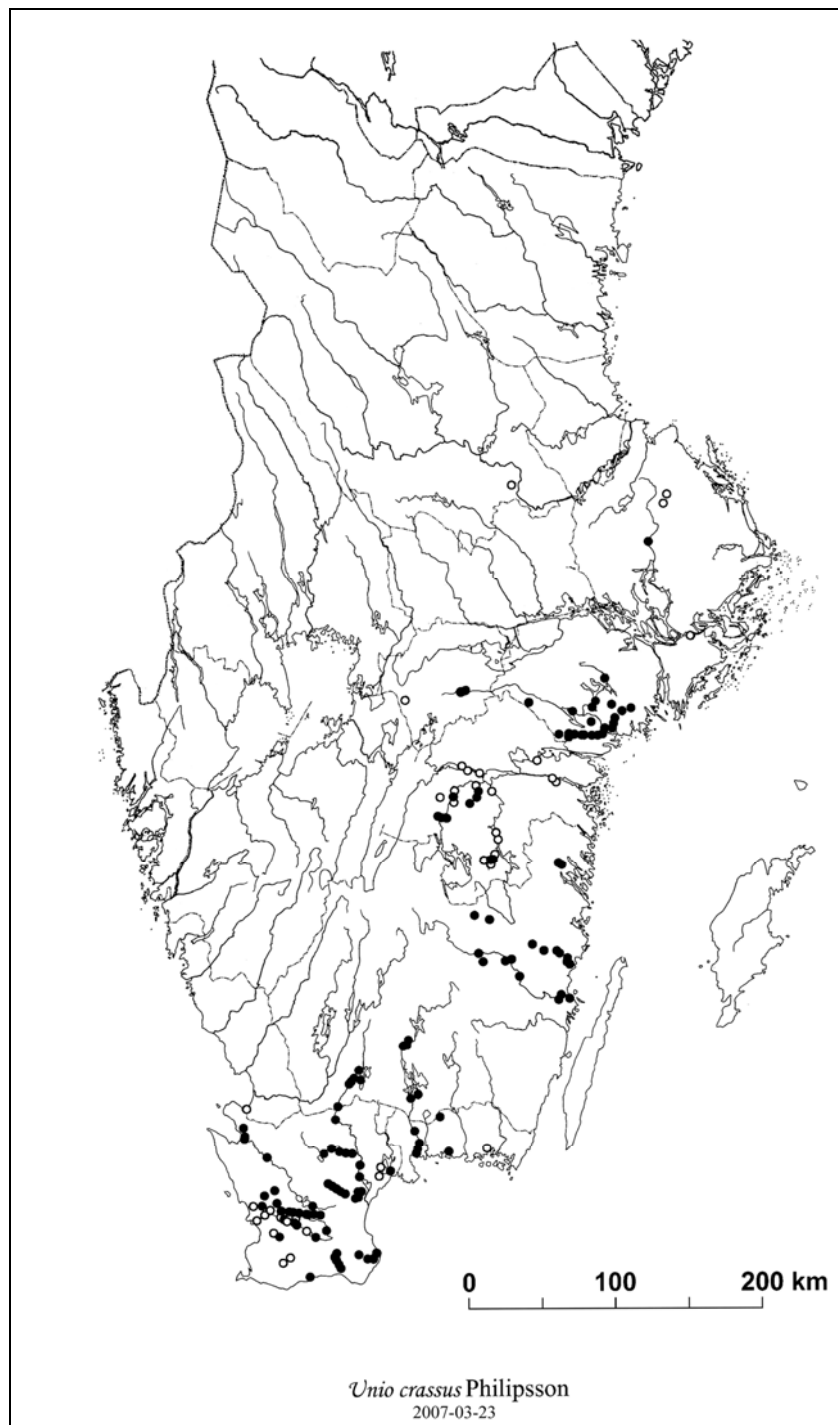
Figur 33. Utbredningen hos flodpärlmussla (Margaritifera margaritifera) i Sverige som den var känd t.o.m.mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Arten förekommer ursprungligen från Skåne till Lappland, men med betydande utbredningsluckor, speciellt i södra och östra Sveriges jordbruksbygder och kalktrakter. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



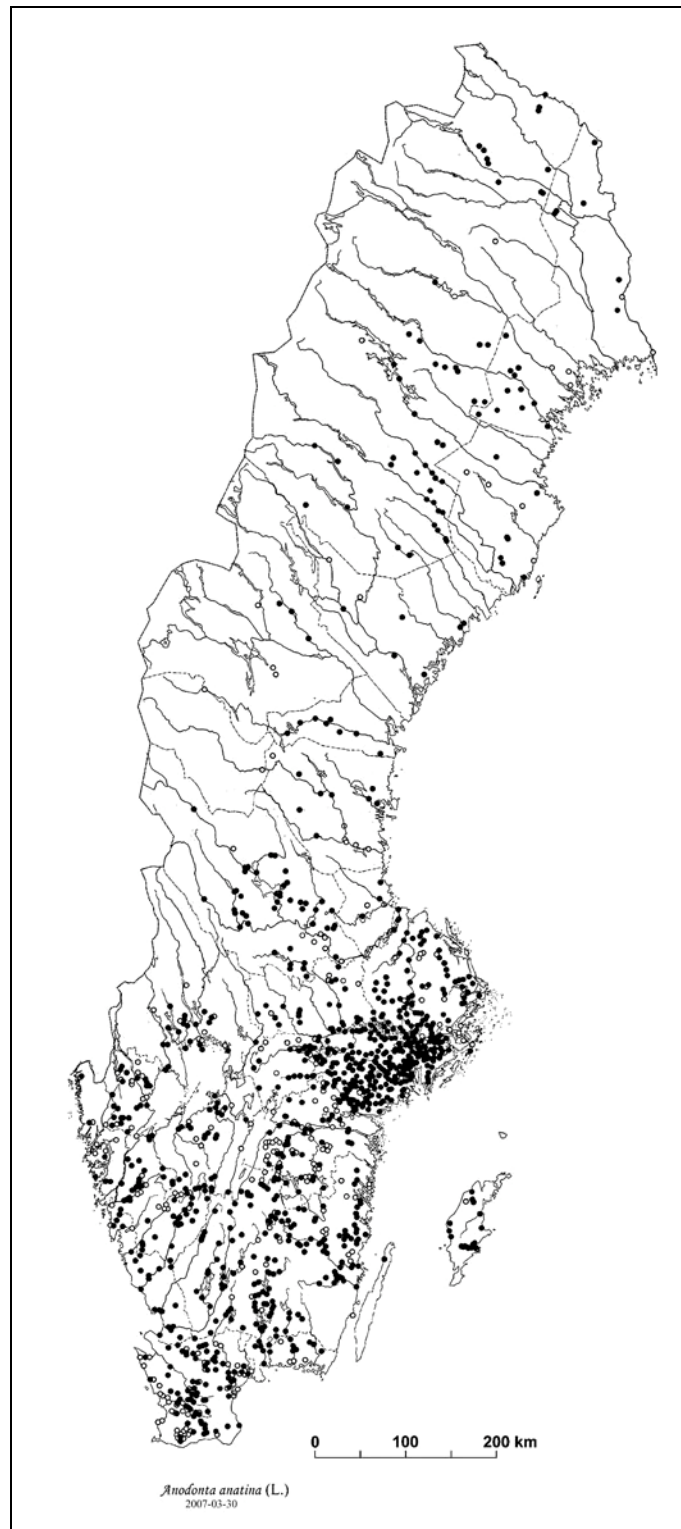
Figur 34. Utbredningen hos äkta målarmussla (*Unio pictorum*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Denna tämligen sällsynta art har spridda förekomster i östra Sverige från Skåne till norra Uppland och sydöstra Dalarna. Stora utbredningsluckor förekommer. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



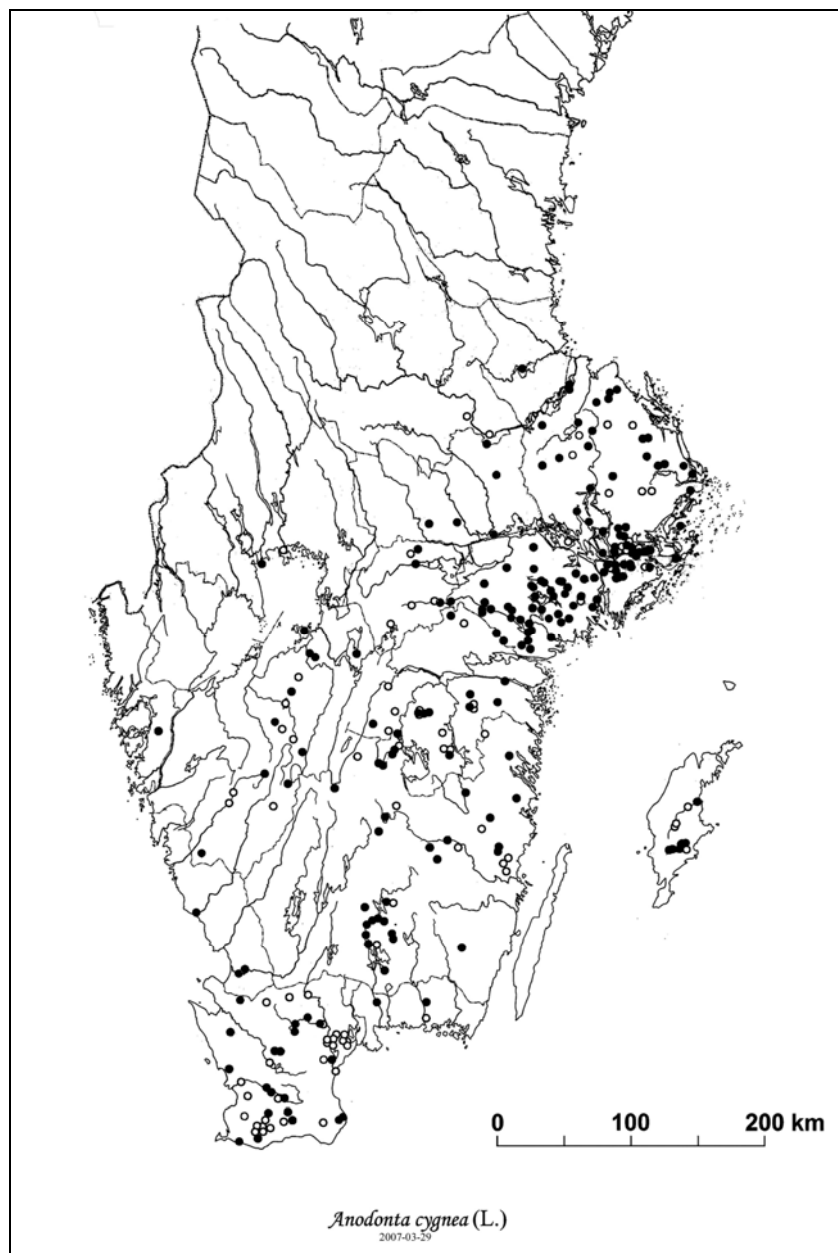
Figur 35. Utbredningen hos spetsig målarmussla (*Unio tumidus*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Arten är tämligen allmän och förekommer från Skåne till södra Värmland i väster och mellersta Medelpad i öster. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



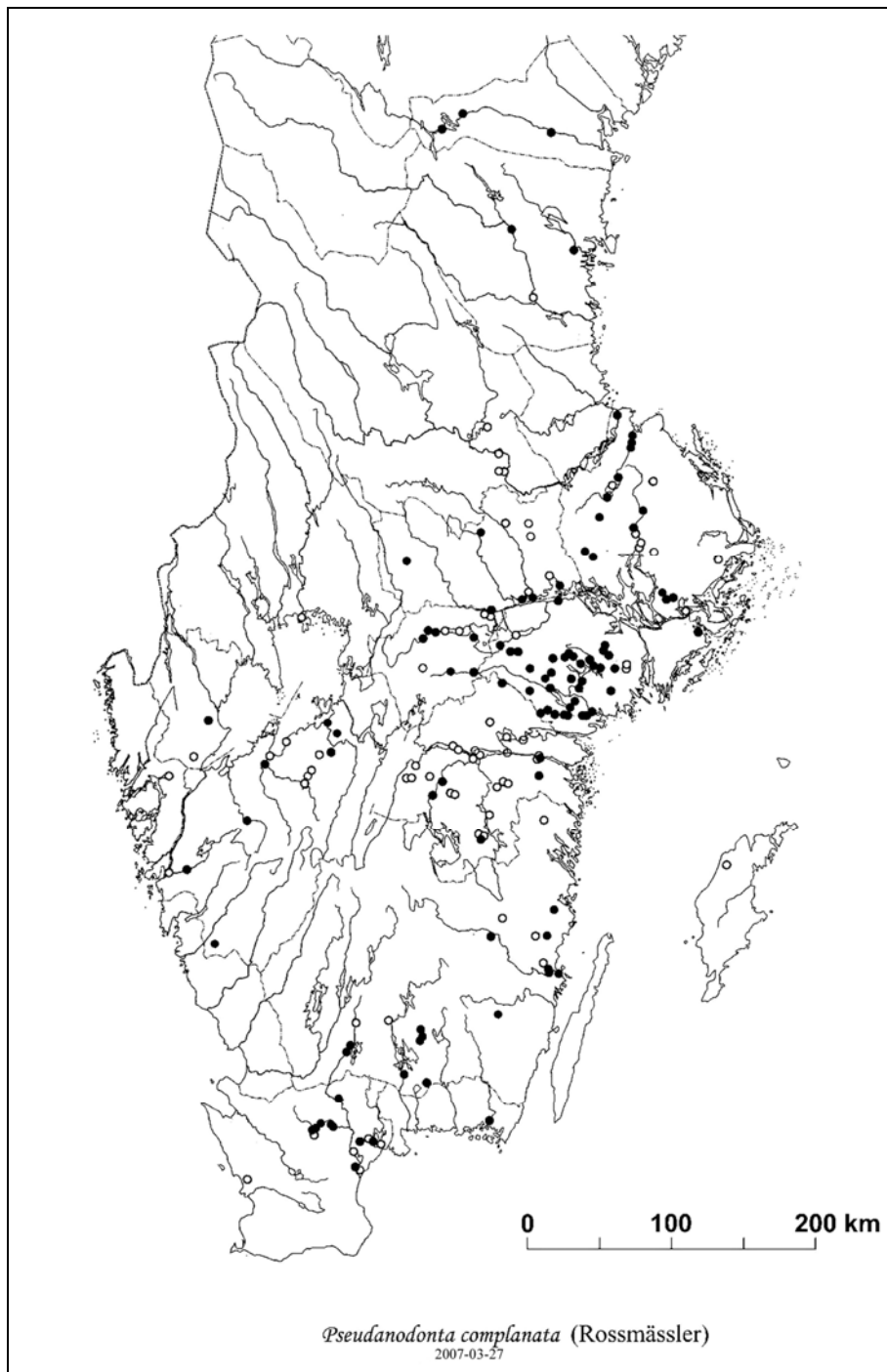
Figur 36. Utbredningen hos tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. ○ = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Denna mycket sällsynta art har isolerade förekomster i vissa vattendrag i östra Sverige från Skåne till norra Uppland och sydöstra Dalarna. Stora utbredningsluckor förekommer. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



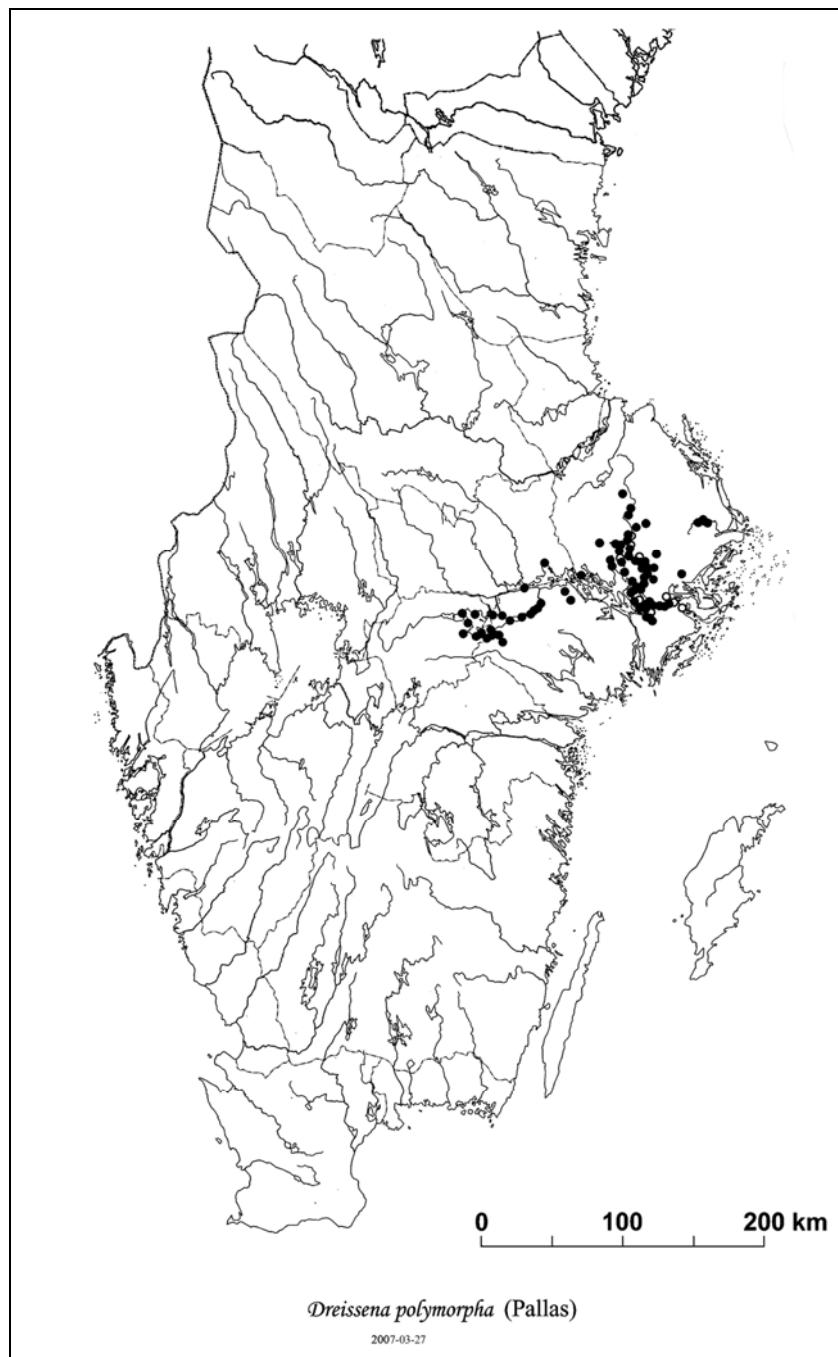
Figur 37. Utbredningen hos allmän dammussla (*Anodonta anatina*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Arten förekommer allmänt i hela landet från Skåne till Lappland men är ovanligare i det inre av Norrland. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



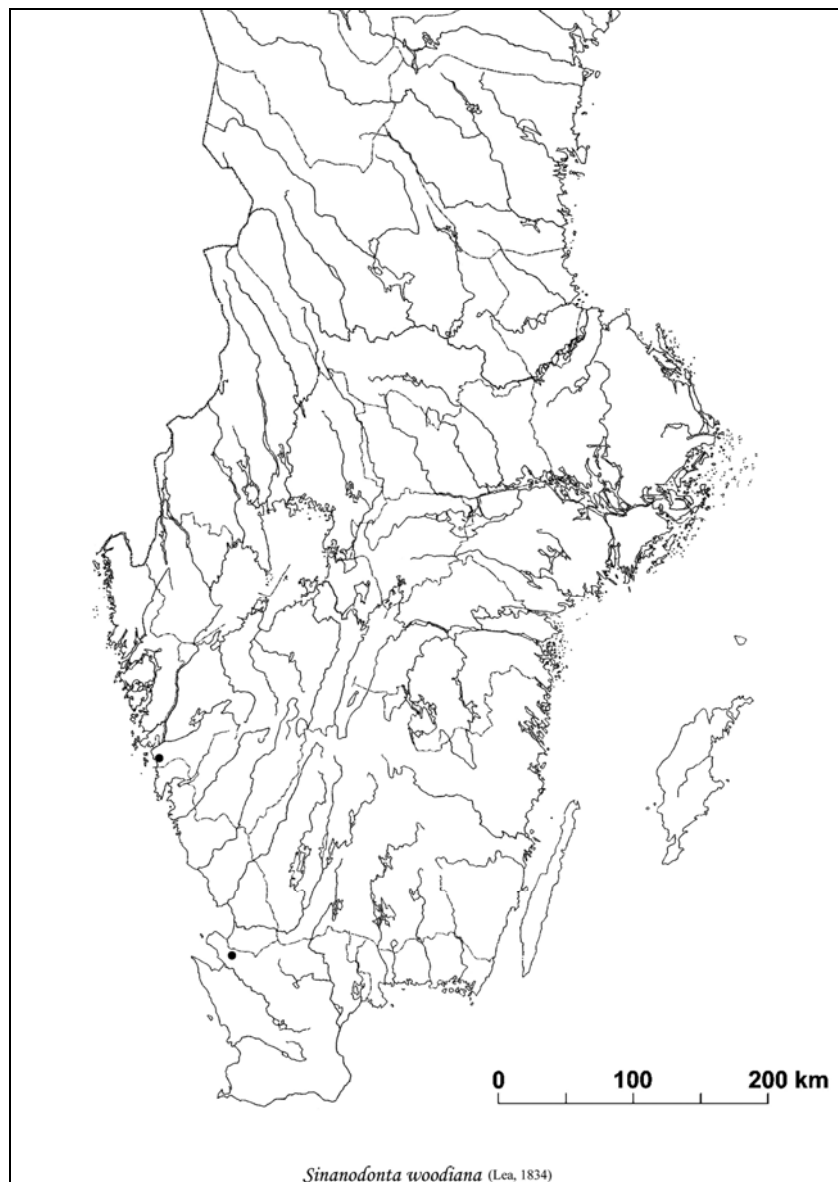
Figur 38. Utbredningen hos större dammussla (*Anodonta cygnea*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Denna tämligen sällsynta art har spridda förekomster från Skåne till norra Uppland och sydöstra Dalarna. I Västsverige är arten ovanligare. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



Figur 39. Utbredningen hos flat dammusla (*Pseudanodonta complanata*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Arten är sällsynt med spridda förekomster från Skåne till södra Värmland. I öster når den, med stora utbredningsluckor, upp till Medelpad. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



Figur 40. Utbredningen hos vandarmussla (*Dreissena polymorpha*) i Sverige som den var känd t.o.m. mars 2007. En markering kan representera flera närliggande förekomster. O = fynd före 1950. ● = fynd 1950 eller senare. Denna främmande och invasiva art är lokalt mycket allmän. Hittills har den dock endast påträffats i Mälaren och Hjälmaren samt i sjöar och vattendrag som är förbundna med dem, samt i sjön Erken i Uppland. Fynd har även gjorts i Östersjön. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.



Figur 41. Förekomsten av kinesisk dammussla (*Sinanodonta woodiana*) i Sverige som den var känd t.o.m. 2007. ● = fynd 2005 och senare. Denna främmande och invasiva art är hittills endast känd som skalfynd från dels en karpfiskodling i Skåne län 2005, samt sedan sommaren 2007 från en trädgårdsdamm i Göteborgs kommun, västra Götalands län. Kartan är framställd av Ted von Proschwitz och Torsten Nordander, Göteborgs Naturhistoriska Museum.

Bilaga 2.

Enkätstudie – frågeformulär och utvärderingsunderlag

ENKÄT-
STORMUSSLOR

Datum 2008-01-24 Beteckning 14392-2007

Ert datum



Länstyrelsen i Jönköpings län

Sida 110/126

Jakob Bergengren
Vattenfunktionen
036-39 50 66

Var/När/Hur övervakas Stormusslor i Sverige idag?

Postadress 551 86 Jönköping
Besöksadress Hamngatan 4
Tfn 036-39 50 00
Fax 036-12 15 58
E-post lansstyrelsen@f.lst.se
www.f.lst.se
Plusgiro 6 88 06-9
Bankgiro 5206-5877

Enkätundersökning januari-februari 2008

Bakgrund – nationell strategi för övervakning av stormusslor

Under 2007-2008 har Länsstyrelsen i Jönköping och Naturhistoriska Riksmuseet fått i uppdrag av Naturvårdsverket att ta fram ett förslag till en nationell strategi för övervakning av stormusslor.

Utredningen ska presenteras i form av en stor och bred sammanställning om varför stormusslorna är lämpliga att övervaka och förslag på tillämpning i den nationella miljöövervakningen. Målsättningen är även att belysa den kunskap som kan komma att krävas gällande statusklassning inom arbetet med Vattenförvaltning. Då kunskapsnivån och/eller intensiteten idag varierar mellan landets länsstyrelser när det gäller arbete med stormusslor ska utredningen även försöka ligga till grund för ett underlag om var övervakningsbehoven är som störst.

Utredningen involverar även frågor kring var, när och hur övervakning bör ske (vilka arter av stormusslor, vilka vattenområden, metoder och hur ofta), kostnadsaspekter beträffande övervakningen av stormusslor kommer också att belysas.

Länsstyrelsen i Västerbotten/Västernorrland/ har under miljömålsarbetet inom RUS-projektet; ”Flodpärlmussla som biologisk mångfald indikator” redan skickat ut en frågeenkät kring arbetet med denna art. Mycket av resultaten från enkäten går att använda i föreliggande utredning. En del frågor återkommer dock delvis i denna enkät då det i vissa fall kan vara så att mer arbete har utförts sedan svaren på den renodlade flodpärlmusselenkäten skickades in.

För att få en uppfattning om hur Ni på Länsstyrelserna hittills har arbetat med stormusslor skickar vi Er en enkät där vi efterfrågar kunskap hur Ni bedrivit ert arbete hittills och dess inriktning. I detta utskick bifogas ett exceldokument med 6 flikar. Dessa beskrivs nedan. I exceldokumentet fyller Ni i den efterfrågade informationen.

För att det inte ska bli för tidsödande kan Ni svara relativt schablon-mässigt och det finns förval att välja mellan.

Vi är mycket tacksamma för all tid som läggs ned på enkäten då utredningen är beroende av att aktuell information kommer in.

Skicka enkäten per e-post: jakob.bergengren@f.lst.se senast 22 februari. Om Ni vet redan nu att det är helt omöjligt att hinna till dess meddela snarast möjligt vilket datum Ni hinner skicka in materialet.

Bästa hälsningar
Jakob Bergengren,
Länsstyrelsen i Jönköping
036-39 50 66
070-356 46 06

Stefan Lundberg
Naturhistoriska riksmuseet
08-519 541 35
0701-824 058

Översikt - arbete med stormusslor:

- Huvudinriktning på arbetet hittills – vilken/vilka arter (% - andel av arbetsinsats som lagts ner på flodpärlmussla respektive övriga stormusslor)
- Antal vattendrag (alt delsträckor av större vattendrag) som har inventerats översiktligt
- Antal sjöar som har inventerats översiktligt
- Kunskapsläget i länet med avseende på flodpärlmussla resp. övriga stormusslor; bristfälligt, godtagbart eller fullständigt med avseende på förekomst.

Metodval:

- Antal vattendrag/sjöar där det idag bedrivs arbete med tidsserier enligt undersökningstypen för stormusslor (2004) (miljöövervakning/kalkeffektuppföljning/ÅGP-arbete mm).
- Antal tidsserielokaler (provsträckor, upp till 20 meter långa enligt u-typ) för flodpärlmussla respektive tjockskalig målarmussla
- Planerade nya tidsserielokaler (provsträckor, upp till 20 meter långa enligt u-typ) för flodpärlmussla respektive tjockskalig målarmussla?

- Använda metoder hittills (%)
 1. *Vadning/vattenkikare*
 2. *Lutherräfsa*
 3. *Fridykning*
 4. *Luft- apparatdykning*

- Metodval framgent (%)
 - *Vadning/vattenkikare*
 - *Lutherräfsa*
 - *Fridykning*
 - *Luft- apparatdykning*

Finansiering:

Nedanstående frågor är svåra att ta reda på, försök ändå att ge en summa, om än schablonmässigt.

- Finansiering hittills (%) (t.o.m 2007)
 1. *Kalkeffektuppföljning*
 2. *RAM-Miljöövervakning (MÖV på Ram-medel)*
 3. *SAK-Miljöövervakning (MÖV på Sak-medel)*
 4. *Medel för Hotade arter (ÅGP)*
 5. *Natura 2000 (Basinventering/Uppföljning)*
 6. *Övriga medel*

- Finansiering framgent (%)
 1. *Kalkeffektuppföljning*
 2. *RAM-Miljöövervakning (Möv på ram-medel)*
 3. *SAK-Miljöövervakning (Möv på sak-medel)*
 4. *Medel för Hotade arter (ÅGP)*
 5. *Natura 2000 (Basinventering/Uppföljning)*
 6. *Övriga medel*

- Totalkostnader hittills?
- Kostnader per art?
- Framtida kostnader? (*stormusselarbete/län/år*)

Stormusseldata:

- Hur (till vad) har ni använt insamlat data? (Kalkeffektuppföljning, Miljöövervakning, Miljökonsekvensbeskrivningar, Natura2000, Miljömålsarbete, Statusklassning (WFD), Naturvärdesbedömningar (System Aqua) samt Övrigt)
- Har klassning av status eller skyddsvärde av enskilda bestånd utförts? Med vilken metod? (Enligt U-typen 2004 – ”Bedömning av skyddsvärde” eller Västernorrlands enklare statusbeskrivning- ”Statusbedömning av livskraftighet”, Egen ’expertbedömning’)
- Datalagring - Hur har Ni lagrat insamlat data hittills (Egen databas (access alt excel), Lst Jönköpings stormusseldatabas, Artportalen - Småkrypsportalen?)
- Hur har ni avrapporterat Era karteringar (lista rapporter/litteratur) Ange referens till publicerat material från ert län.

Kartläggning av status – Stormusslor:

Försök om möjligt att ta fram data för nedanstående. För flodpärlmussla finns data från tidigare RUS-arbete (men har Ni mer aktuell data – fyll i) Lämna tomt om Ni ej har kunskap.

Med en population avses ett väl avgränsat bestånd.

Flodpärlmussla

- Totalt antal populationer med *Margaritifera margaritifera*
- Antal populationer med *Margaritifera margaritifera* där rekrytering kunnat styrkas

Tjockskalig målarmussla

- Totalt antal populationer med *Unio crassus*
- Antal populationer med *Unio crassus* där rekrytering kunnat styrkas

Äkta målarmussla

- Totalt antal populationer med *Unio pictorum*
- Antal populationer med *Unio pictorum* där rekrytering kunnat styrkas

Spetsig målarmussla

- Totalt antal populationer med *Unio tumidus*
- Antal populationer med *Unio tumidus* där rekrytering kunnat styrkas

Flat dammussla

- Totalt antal populationer med *Pseudanodonta complanata*
- Antal populationer med *Pseudanodonta complanata* där rekrytering kunnat styrkas

Större dammussla

- Totalt antal populationer med *Anodonta cygnea*
- Antal populationer med *Anodonta cygnea* där rekrytering kunnat styrkas

Allmän dammussla

- Totalt antal populationer med *Anodonta anatina*
- Antal populationer med *Anodonta anatina* där rekrytering kunnat styrkas

Övrigt:

- Vilka behov av riktlinjer/styrmedel har Ni?
- Vilka behov av datalagring har Ni?

Bilaga 3.

Undersökningstyp: Övervakning av stormusslor

[Länk till Undersökningstyp - Övervakning av Stormusslor](#)

Bilaga 4.

Enkel statusbeskrivning av flodpärlmusselbestånd – en metodbeskrivning

Håkan Söderberg, Länsstyrelsen i Västernorrland. 2005.

BAKGRUND

Fortplantningen är bekymret

I Sverige har flodpärlmusslan försvunnit från drygt 35 % av de vattendrag där den fanns i början av 1900-talet. I de kvarvarande vattendragen med musslor fungerar fortplantningen endast i en tredjedel. Situationen för flodpärlmusslan är även inom övriga delar av utbredningsområdet prekär, speciellt då i de mer tätbefolkade områdena. Anledningen till artens tillbakagång är dels direkta fysiska förändringar av vattendragen såsom ex vattenkraftsutbyggnad och flottledsrensningar men även i många vattendrag med till synes mindre fysisk påverkan är flodpärlmusslan på tillbakagång. Historiskt har även pärlfisket utgjort ett påtagligt hot mot flodpärlmusslan. För att flodpärlmusslan skall kunna fortplanta sig så krävs dels ett reproducerande bestånd av öring och/eller lax som kan fungera som värdfisk för flodpärlmusslans glochidielarver och dels fungerande bottnar för juvenila musslor samt även gynnsamma vattenkemiska förhållanden. För närvarande bedöms igenslamning av bottensubstratet samt försurningen vara de två största anledningarna till flodpärlmusslans tillbakagång i Sverige.

Indikator på naturlighet

En av de viktigaste erfarenheterna från inventeringar brukar vara att hotbilden mot flodpärlmusslan är komplex. I stort sett all mänsklig aktivitet i vattendragens avrinningsområde där inte särskild hänsyn tas kan anses utgöra ett potentiellt hot mot förhållandena för flodpärlmusslan. Flodpärlmusslans känslighet för störningar av vattendragens fysiska och kemiska kvalitet i kombination med dess stationära uppträdande, förhållandevis vida utbredning och långa livslängd medför att arten kan fungera som en mycket bra indikator på utvecklingen av naturlighet i våra rinnande vatten. Arten har dessutom rollen som en paraplyart i ekosystemet rinnande vatten. Finns flodpärlmusslan i en livskraftig population i ett vattendrag så finns även förutsättningar för att alla andra naturligt förekommande arter skall kunna existera i livskraftiga populationer.

Övervakning och statusbeskrivning av flodpärlmussla

Inom ramen för miljöövervakning beskrevs under 90-talet en undersökningstyp för artövervakning av flodpärlmussla. Metoden går i korthet ut på att undersöka 15 provlokaler utslumpade inom ett bestånds utbredning. Vid varje enskild provlokal undersöks tätheten av musslor, minsta mussla och dessutom mäts längden på ett antal musselskal. Resultaten från de 15 lokalerna vägs ihop och ger tillsammans en bra bild av beståndets status. Undersökningen tar ca 5 arbetsdagar i anspråk. Metoden är lämplig att använda för bestånd som skall t.ex. tidsserieövervakas (vart 3:e - 5:e år) eller om en objektiv skyddsvärdesbedömning av ett flodpärlmusselbestånd skall genomföras.

Befintlig metod resurskrävande

En nackdel med undersökningstypen är att den är relativt kostsam. Speciellt i de områden där flodpärlmusslan förekommer i många vattendrag så blir den möjliga andelen att övervaka liten. Det finns därför behov av en metod för att kunna genomföra statusbeskrivning av flodpärlmusslans bestånd på ett enklare sätt i en vattenförekomst. En sådan metod skulle kunna göra det möjligt att bedöma flodpärlmusslans status i åtskilligt fler vattendrag inom en given tidsrymd. Det skulle i sin tur medföra att det ges möjlighet till en tillståndsbeskrivning av flodpärlmusslans status inom ett större geografiskt område. Med tanke på att arten indikerar naturlighet så kan dessutom indirekt tillståndet ur ett påverkansperspektiv för vattendrag i allmänhet beskrivas förutsatt att musselförande vattendrag kan tillåtas representera vattendrag i allmänhet.

Ett bestånds livskraftighet

I samband med inventeringar i Sverige så har musselbestånden beskrivits på olika sätt. Vanligt har varit att försöka skatta totalantalet eller tätheten av flodpärlmusslor på den undersökta lokalen men även tidsbegränsade sök samt längdmätningar av ett slumpmässigt urval av skal har använts. I Västernorrland har en länstäckande inventering av flodpärlmussla i mindre vattendrag genomförts under början och mitten av 1990-talet. Statusen på de bestånd som påträffades under inventeringen bedömdes med utgångspunkt från hur rekryteringen av små musslor (d v s beståndets livskraftighet)

såg ut. Bedömningen gjordes på en miljökontrollstation i den del av vattendraget där populationen bedömdes vara som livskraftigast (största andelen av små musslor). I genomsnitt utfördes 1 statusbeskrivning per persondag vilket är ca 5 gånger fler än med undersökningstypen.

METODBESKRIVNING

Metoden går i korthet ut på att i fält ta reda på var i vattendraget musslorna finns (utbredningen) och hur rekryteringen av små musslor ser ut inom utbredningen (statusen på beståndets livskraftighet). I den del av vattendraget där statusen är bäst etableras sedan en miljöövervakningsstation där minst 100 levande musslor längdmäts. Längdmätningen ger underlag för att bedöma statusen med utgångspunkt från andelen musslor

<2 cm och <5 cm.

Att beskriva statusen inom utbredningen

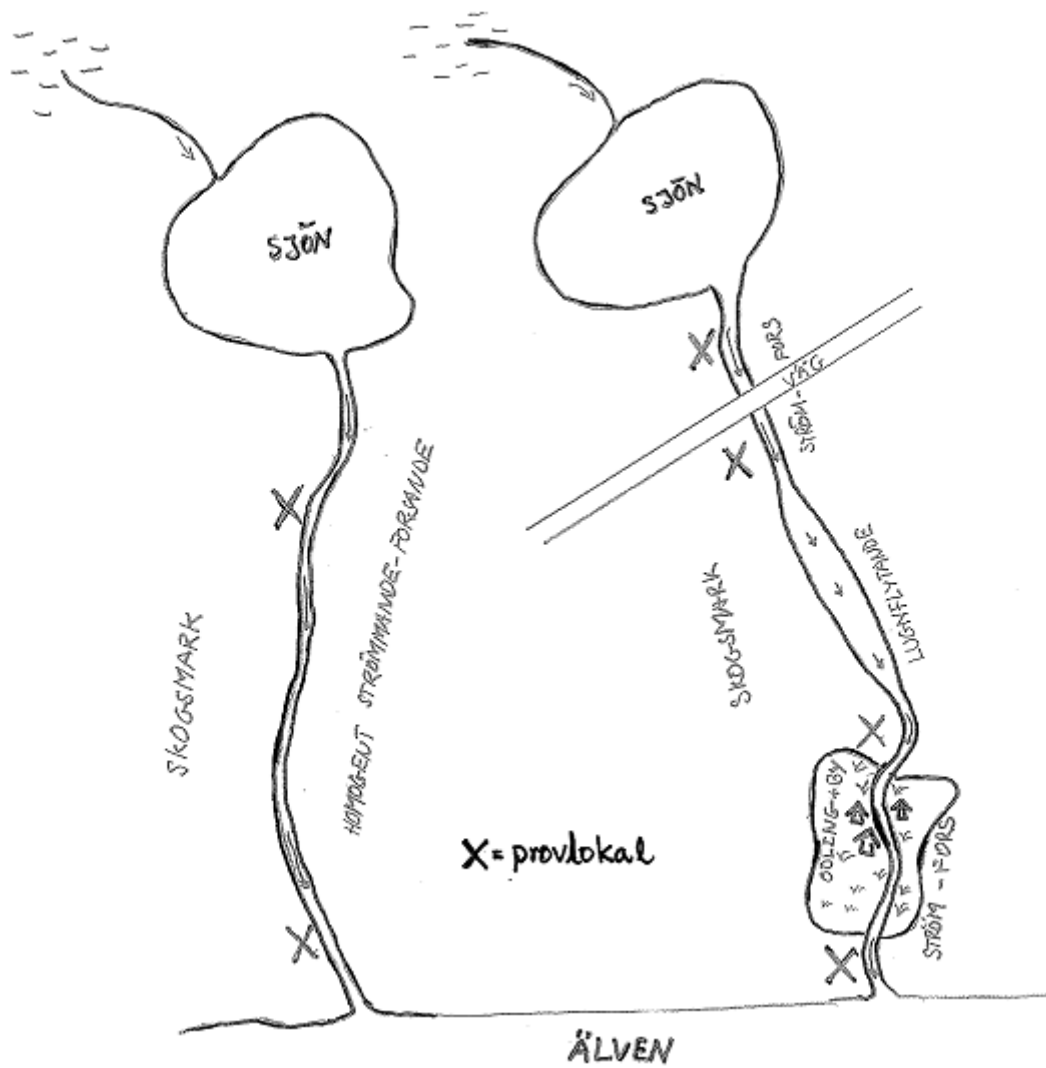
Det är inte alltid som det finns musslor i hela det musselförande vattendraget. Musslorna kanske saknas naturligt i vattendragets källområde eller då kan påverkan i de nedre delarna vara så stor så att musslorna inte kan leva där. Den sammanhängande sträcka där musslor finns sägs utgöra dess utbredning i vattendraget. Utbredningen avgränsas då lämpligen i samband med förekomsten av sjöar, större myrområden eller vid byte av streamorder eller andra sammanflöden som kan tänkas påverka förutsättningarna för musslorna radikalt. Inom utbredningen är det sedan i sin tur vanligt att rekryteringen av små musslor varierar i olika vattendragsträckor beroende på de naturgivna förutsättningarna och den mänskliga påverkan.

Optimal lokal

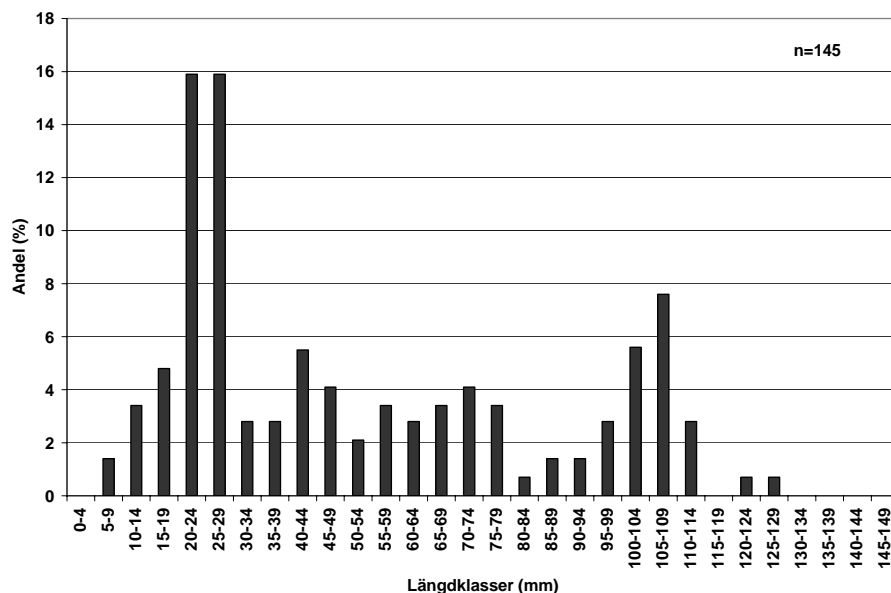
Då musselbeståndets status inom utbredningen skall undersökas utgår man lämpligen från den topografiska kartan. Höjdkurvorna tillsammans med övrig information på kartan avslöjar förekomsten av naturligt lämpliga biotoper för flodpärlmusslan. Den mest optimala lokalen brukar vara belägen där höjdkurvorna börjar glesas ut efter första forssträckan nedströms en sjö. Detta är oftast den säkraste lokalen att finna musslor på. Om graden av mänsklig påverkan är liten från sjön och ned till lokalen och ändå inga musslor påträffas så saknas sannolikt musslor helt på hela sträckan. Om man inte vet om det finns musslor alls i vattendraget så är det därför lämpligt att börja inventera på en lokal som i så stor grad som möjligt motsvarar den optimala.

Antalet lokaler kan variera

Därefter besöks fler lokaler valda utifrån förändringar av de naturliga förutsättningarna för musslor och förekomst av mänsklig påverkan. En vattendragsträcka som ser enhetligt strömmande ut en längre bit men passerar ett kalhygge, grustag, odlad mark, tätbebyggelse eller dylikt kan ha helt olika föryngringsstatus upp- respektive nedströms påverkan. Antalet lokaler som måste besökas för att erhålla en god bild av musselbeståndets status och utbredning varierar alltså beroende på vattendragets variationsrikedom (se figur 1). Ju kortare och mer ensartat ett vattendrag är desto färre provlokaler måste besökas för att erhålla en bild av musselförekomsten. Mest tid måste läggas ned i långa och variationsrika vattendrag med inslag av mänsklig påverkan där enstaka stora musslor påträffats här och där.



Figur 1.
 Det högra vattendraget har fler naturgivna förutsättningar
 och mer mänsklig påverkan under sitt lopp vilket medför att fler
 provlokaler bör besökas.



Figur 2. Flodpärlmusslornas fördelning (%) i längdklasser från längdmätningen 1999.

Effektivt sök på lokalen

På varje lokal genomsöks lämpliga bottenar med hjälp av vattenkikare. Lokalen genomsöks under uppströms förflyttning så att risken för att musslorna sluter sina skal och blir svårare att observera minskar. Framförallt de små musslorna blir svårare att upptäcka om de har slutit sig. Söktiden på varje lokal är svår att uppskatta eftersom det t ex har med erfarenhet att göra. Men meningen är att inventeraren ganska effektivt skall titta över de renaste och finaste bottenarna på de utvalda lokalerna. Förslagsvis så bör inte mer än 30 minuter behövas för att skaffa sig nödvändigt underlag. Under sökets gång bör inventeraren tänka på att koncentrera sökandet till de delar av botten som har permanent vattenföring. I t.ex. vissa mindre vatten med stora flödesfluktuationer så står musslorna bara på en liten yta av bäckbotten och det är där det rinner vatten vid lägsta lågvatten. Ibland finns musslor nästan bara i de djupare höljorna. I de lokaler där musslor påträffas görs en grov skattning av tätheten och andelen små musslor varav den minsta musslans skal mäts med skjutmått för att sedan direkt läggas tillbaka på dess ståndplats. Eftersom musslorna kan skadas om man med våld stoppar ned dem i bottenstratum är det bäst att bara lägga dem på botten.

Längdmätningen

När behövligt antal lokaler inventerats så jämförs resultatet mellan lokalerna. Den sträcka av vattendraget där lokalen med störst andel små musslor var belägen blir sedan föremål för etablering av en miljökontrollstation. I miljökontrollstationen mäts skalllängden på minst 100 individer. Längdmätningen går till på så sätt att när väl den första musslan påträffats i vattenkikarens sökbild plockas den och de andra musslorna i en följd utan avbrott. Man väljer alltså miljökontrollstation så att andelen små musslor ska bli så stor som möjligt men när man väl etablerat stationen och påbörjat insamlingen av de musslor som skall längdmätas så sker själva insamlingen slumpmässigt. På det sättet erhålls en representativ bild av musselbeståndet på den valda miljökontrollstationen. Även här är det viktigt att tänka på att musslorna läggs tillbaka på bottenstratum där de samlats in. Förutom antalet musslor och dess skallängder noteras insamlingsytan. Dessutom görs en lokalbeskrivning av miljökontrollstationen. Platsen skall dokumenteras med hjälp av GPS, fältskiss och lämplig märkning i fält ex. sprayfärg på träd eller dylikt i kombination med metallprofil eller plaströr nedslagen i backen. Glöm inte att ange märkningen i fältskissen.

Individfattiga bestånd

I individfattiga bestånd eller där bestånden är mycket glesa så behövs ej någon längdmätning genomföras. I regel är det frågan om bestånd där musslorna kan räknas i hundratal och därmed definitionsmässigt placeras i statusklass 5, alla >5 cm, fåtalig förekomst (<500 ind.), snart försvunna (se tabell 2).

Resultatet

Resultaten från miljökontrollstationen redovisas förslagsvis som ett längddiagram tillsammans med en tabell. Resultaten ligger sedan till grund för en klassificering av beståndets status. Nedan, figur 2 och tabell 1, följer ett förslag på hur resultaten kan redovisas.

Tabell 1.

<i>Resultat från längdmätningen av musselskal i Maljan</i>	
<i>Antal musslor</i>	<i>145</i>
<i>Lokalens längd (m)</i>	<i>1,5</i>
<i>Lokalens bredd (m)</i>	<i>1,0</i>
<i>Täthet flodpärlmusslor (antal/m²)</i>	<i>96,7</i>
<i>Medelvärde skallängd (mm) ± 95 % konfidens</i>	<i>52,5 ± 5,4</i>
<i>Median skallängd (mm)</i>	<i>43</i>
<i>Minsta skallängd (mm)</i>	<i>8</i>
<i>Största skallängd (mm)</i>	<i>127</i>
<i>Andel musslor <2 cm (%)</i>	<i>9,7</i>
<i>Andel musslor <5 cm (%)</i>	<i>57,2</i>
<i>Andel musslor <8 cm (%)</i>	<i>76,6</i>
<i>Datum</i>	<i>990615</i>

Resultaten är från ett av Västernorrlands finaste vattendrag där alltså en miljökontrollstation etablerats på den bästa sträckan. Maljan har sannolikt ett av landets livskraftigaste bestånd.

Klassificeringen av status

Klassificeringen av beståndens status baseras i första hand på förekomsten av små (unga) musslor. Ju större andel små musslor som påträffas desto större möjlighet ges beståndet att överleva på längre sikt. På det internationella flodpärlmusselseminariet i Hof oktober 2000 redovisade skotten Young sina resultat från uppföljningen av ett antal bestånd i Skottland. Han visade då att de bestånd som bibehållit sitt antal musslor över en 10 årsperiod hade en andel av minst 20 % musslor som var yngre än 20 år samt några procent musslor som var yngre än 10 år (Young et al, 2001). Detta motsvarar i grova drag en skallängd på 5 cm respektive 2 cm hos oss. Vår klassindelning har även jämförts med musselbeståndens längdstruktur i Varzuga, ett av människan så gott som helt opåverkat vattensystem på Kolahalvön. Älven har besökts 2 ggr, 1995 och 1997 (Bergengren m. fl. 2004). Våra studier visade att andelen musslor <5 cm var 27 % varav 5,5 % hade en skallängd kortare än 2 cm. Med utgångspunkt från dessa båda uppgifter och resultaten från Västernorrlands inventering har vi gjort följande klassindelning av statusen.

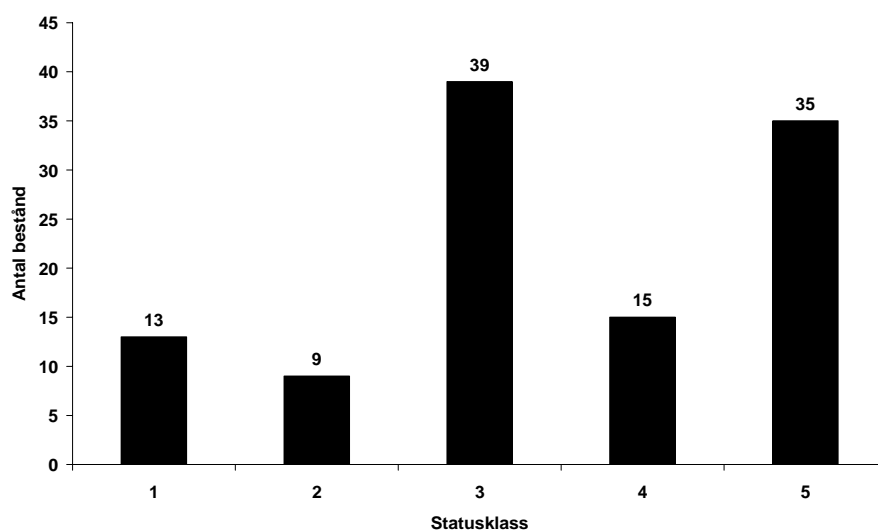
Tabell 2. Statusbedömning av livskraftighet i 6 klasser som utgår från andelen musslor med en skallängd mindre än 5 respektive 2 cm.

Klass	Status
1	>20 % <5 cm och >0 % <2 cm (>500 ind.), livskraftigt.
2	>20 % <5 cm eller >10 % <5 cm och >0 % <2 cm (>500 ind.), livskraftigt?
3	<20 % <5 cm eller >20 % <5 cm och <500 ind., ej livskraftigt.
4	Alla >5 cm, riklig förekomst (>500 ind.), utdöende.
5	Alla >5 cm, fåtalig förekomst (<500 ind.), snart försvunna.
6	Dokumenterad förekomst som försvunnit.

Musselbeståndet i Maljans miljökontrollstation klassificeras alltså som ett livskraftigt bestånd (klass 1) eftersom >20 % < 5cm och >0 % < 2 cm.

Västernorrlands musselbestånd

I Västernorrland har 111 olika vattendrag klassificerats enligt ovanstående metod. Antalet bestånd fördelat i de olika klasserna blev; **klass 1** 13 st., **klass 2** 9 st., **klass 3** 39 st., **klass 4** 15 st. och **klass 5** 35 st.. Resultatet visar att för ca 10 år sedan så klassificerades 22 bestånd som någorlunda livskraftiga i Västernorrland medan rekryteringen av små musslor var för liten i 39 bestånd. I 50 av de 111 bestånden förekom inte någon rekrytering alls av små musslor och i 35 av dessa påträffades mindre än 500 musslor!



Figur 3. Västernorrlands 111 bestånd fördelade på statusklasser.

Resultaten visar att flodpärlmusslan är vanligt förekommande i Västernorrland men är på väg att dö ut i många vattendrag om inte kraftiga naturvårdsåtgärder sätts in. Det är viktigt att påpeka att metoden innebär att varje musselbestånd beskrivits utifrån sin bästa livskraftighet och alltså ger en gynnsam bild av beståndet i varje vattendrag. Sommaren 2005 och 2006 planeras att beskriva tillståndet för flodpärlmusslan i Västernorrland då de etablerade miljökontrollstationerna kommer att återbesökas och undersökas enligt den ovan beskrivna metoden. Resultaten kommer inte bara att kunna användas som en statusbeskrivning av flodpärlmusslan utan även som en fingervisning huruvida 1990-talets miljömedvetenhet och påbörjade hänsynstagande till limniska miljöer gett positiva effekter på det rinnande vattnets ekologiska status.

Litteratur

Bergengren, J., Engblom, E., Göthe, L., Henriksson, L., Lingdell, P-E., Norrgrann, O. och Söderberg, H. 2004. Skogsälven Varzuga – ett urvatten på Kolahalvön. Rapport inom projekt Levande Skogsvatten, Världsnaturfonden WWF.

Young, M., Hastie, L. och al-Mousawi, B. 2001. What represents an “ideal” population profile for *Margaritifera margaritifera*? Die Flussperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmassnahmen – Ergebnisse des Kongresses vom 16.-18.10.2002 in Hof. Wasserwirtschaftsamt Hof, Jahnstr. 4, 95030 Hof.

Manual – Fältprotokoll ”Enkel statusbeskrivning av flodpärlmussla”

Ett protokoll används för varje lokal tillsammans med ”Protokoll för lokalbeskrivning – sjöar och vattendrag”

1. Vattendragets namn (enligt SMHI:s vattendragsregister). Om namnet saknas anges namnet på sträckan/segmentet från topografiska kartan. Om namnet på sträckan/segmentet skiljer sig från SMHI:s vattendragsnamn kan båda namnen anges.
2. Ange med ett kryss i en ruta om det rör sig om en återinventering eller nyinventering av lokalen.
3. Om det rör sig om ett återbesök; beskriv om tidigare markering av lokalen i fält kunde återfinnas. Ange även typ av märkning.
4. Mät ytan av den vattendragssträcka där de musslor som längdmätts plockades upp. Ange längden x bredden till närmast dm.
5. Ange antalet levande flodpärlmusslor som hittades inom lokalen och längdmättes.
6. Ange antalet levande flodpärlmusslor inom olika storleksklasser som hittades och längdmättes inom lokalen (storleksklasserna 0-19 mm, 0-49 mm och 0-79 mm).
7. Ange antalet döda flodpärlmusslor (tomma skal) som hittades inom den undersökta lokalen.
8. Vid återinventering; ange eventuella förändringar som skett i eller i lokalens närområde (ex. avverkning, ny skogsbilväg, bäverdamm) sedan förra besöket.
9. Ange all typ av påverkan som kan påverka vattenkvalitet eller habitatet i lokalen (ex. grumling, diken, jordbruk, täkter, skogsbilväg, vandringshinder).
10. Ange övrigt värt att notera. Ange om det var svårinventerat, ex pga djupt vatten, grumligt eller besvärliga väderförhållanden. Ange också fynd av andra intressanta arter ex. fynd av andra musselarter, fiskobservationer, kräftor eller strömstare.
11. Ange lokalens koordinater (GPS är till god hjälp) och med vilken färg och hur lokalen märkts ut.
12. Ange datum för besöket och namn på utföraren och dess organisation.
13. Ev. fotografering av lokalen vid besöket skall noteras. Fotografera gärna lokalen med en bild nedströms ifrån och en uppströms ifrån.

Längdmätning görs av alla levande flodpärlmusslor som hittas i den undersökta lokalen. Enbart musslans längd mäts och noteras till närmaste mm. Notera varje längdmätt mussla med ett sträck efter rätt millimeterklass.

OBS! Glöm inte att rita en skiss över lokalen och var märkningen av lokalen skett

Enkel statusbeskrivning av flodpärlmussla

1. Vattendrag, segment, sträcka.....
2. Återinventering Nyinventering
3. Vid återbesök, kunde tidigare märkning återfinnas
4. Musslorna upplockade inom ytan (ange längd x bredd)
5. Antal levande musslor som längdmätts.....
6. Antal <2 cm..... Antal <5 cm..... Antal <8 cm.....
7. Antal döda musslor i lokalen.....
8. Vid återinv. ange eventuella förändringar från förra besöket
-
9. Förekomst av mänsklig eller annan påverkan
-
-
10. Övriga observationer (ex, väder, andra arter, provtagning)
-
11. Lokalens koordinater..... Märkning i fält
-
12. Datum, namn, och organisation
13. Fotodokumentation

SKISS (Obs! Glöm ej rita in hur märkningen av lokalen skett)

10.....	50.....	90.....	130.....
11.....	51.....	91.....	131.....
12.....	52.....	92.....	132.....
13.....	53.....	93.....	133.....
14.....	54.....	94.....	134.....
15.....	55.....	95.....	135.....
16.....	56.....	96.....	136.....
17.....	57.....	97.....	137.....
18.....	58.....	98.....	138.....
19.....	59.....	99.....	139.....
20.....	60.....	100.....	140.....
21.....	61.....	101.....	141.....
22.....	62.....	102.....	142.....
23.....	63.....	103.....	143.....
24.....	64.....	104.....	144.....
25.....	65.....	105.....	145.....
26.....	66.....	106.....	146.....
27.....	67.....	107.....	147.....
28.....	68.....	108.....	148.....
29.....	69.....	109.....	149.....
30.....	70.....	110.....	.....
31.....	71.....	111.....	.....
32.....	72.....	112.....	.....
33.....	73.....	113.....	.....
34.....	74.....	114.....	.....
35.....	75.....	115.....	.....
36.....	76.....	116.....	.....
37.....	77.....	117.....	.....
38.....	78.....	118.....	.....
39.....	79.....	119.....	.....
40.....	80.....	120.....	.....
41.....	81.....	121.....	.....
42.....	82.....	122.....	.....
43.....	83.....	123.....	.....
44.....	84.....	124.....	.....
45.....	85.....	125.....	.....
46.....	86.....	126.....	.....
47.....	87.....	127.....	.....
48.....	88.....	128.....	.....
49.....	89.....	129.....	.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bilaga 5.

Metodik för åldersanalys av skal från stormusslor

Elena Dunca & Harry Mutvei, Naturhistoriska riksmuseet (Dunca 2006).

Först mäts skalens längd, bredd och höjd. Sedan åldersbestäms alla skal enligt den metod som utvecklats vid Naturhistoriska riksmuseet under 1990-talet (Dunca 1999). För att kunna åldersbestämma musslorna, tillverkas sedan tunnslip från skalproverna. Ett tunnslip skapas från ett tvärsnitt av den bäst bevarade skalhalvan från varje mussla som sågas vinkelrätt mot vinterlinjerna. Tvärsnitten från skalerna behandlas sedan så att vinterlinjer och tillväxtstörningar blir synliga både i ljusmikroskop (LM) och svepelektronmikroskop (SEM). Genom att räkna antalet vinterlinjer i LM kan man få en säker åldersbestämning. Dock gör borteroderade delar i kalken, där vinterlinjerna inte syns, att åldersbestämningen får en felmarginal mellan ± 2 och ± 15 år (beroende på hur länge skalerna har legat i vattnet). Borteroderade delar förekommer vanligtvis vid umbo, dvs. tillväxtzonen för de första levnadsåren, på äldre musslor. Det kan saknas upp till 20 årliga tillväxtzoner. På skal som har legat länge i vatten kan det förekomma en kraftig upplösning också vid den ventrala kanten hos skalerna, som motsvarar tillväxten för de senaste levnadsåren. Beroende på hur länge skalerna har legat i vattnet kan mellan 1 och 20 tillväxtzoner vara borteroderade.

Den bäst bevarade skalhalvan från skalklapporna hos varje stormussla i ett insamlat prov sågas/delas först vinkelrätt mot vinterlinjerna. Detta tvärsnitt av varje skal sågades därefter ut i ett smalare band som klistras på ett objektglas med Epoxi dubbelkomponentslim. Alla tvärsnitt slipas till ca 0,5 mm tjocklek och poleras sedan med tennoxid på en roterande platta (Struers DP-U3). Tunnslipen etsas därefter med Mutvei's blandning (Schöne et al. 2005a) under 25 min. Mutvei's blandning består av lika delar vattenlöslig glutardialdehyd 25 % och ättiksyra 1 % med tillsats av Alcian Blue-pigment. Glutardialdehyden fixerar organiska komponenter i skalerna, Alcian Blue både fixerar och färgar glukoproteinerna mellan kristallerna i skalerna, medan den svaga ättiksyran långsamt löser upp ytkristallerna (Schöne et al., 2005). På detta sätt bildas en relief som är synlig både i ljusmikroskop (LM) och svepelektron-mikroskop (SEM). Vinterlinjer och tillväxtstörningslinjer framträder i mörkblått i LM, medan de i SEM syns som upphöjda åsar. Genom att räkna antal vinterlinjer i LM kan man en säker åldersbestämning av musslorna erhållas. Dock gör borteroderade delar i kalken, där vinterlinjerna inte syns, att åldersbestämningen får en felmarginal mellan ± 2 och ± 15 år (beroende på hur länge skalerna har legat i vattnet). Borteroderade delar förekommer vanligtvis vid umbo, dvs. tillväxtzonen för de första levnadsåren hos äldre musslor, där det kan saknas upp till 20 år. Hos skal som har legat länge i vatten kan det förekomma en kraftig upplösning också vid skalets ventrala kant, som då motsvarar tillväxten för de senaste levnadsåren. Mellan 1-20 årliga tillväxtzoner kan saknas beroende på hur länge skalerna har legat i vattnet.

Standardisering av tillväxtkurvan

För att kunna jämföra tillväxten hos musslor som är äldre med de som är yngre behövs en standardisering av mätningarna. Standardiseringen görs med samma matematiska redskap som dendrokronologer använder för årsringarna på ett träd.

$b F(t) = a * t$
 $GI = F(m)/F(t)$
 $)/\sigma SGI = (GI - M(GI)) / \sigma(GI)$
 $F(t)$ = teoretiska tillväxten; $F(m)$ =
tillväxtmätningar;
 a, b = konstanter;
 GI = tillväxtindex; SGI = standardiserat
tillväxtindex;
 M = medelvärdet för tillväxtindexen; (GI)
 $\sigma(GI)$ = standardavvikelsen för tillväxtindexen.

En teoretisk kurva (en potenskurva) tas fram för varje mätserie. Varje enskild mätning divideras sedan med motsvarande teoretisk värde. Dessa värden kallas tillväxtindex (GI). Samtidigt måste hänsyn tas till den ontogenetiska variationen i tillväxten (tillväxtvariationen är större under de första levnadsåren än under de sista levnadsåren). Därför subtraheras medelvärdet för tillväxtindexen (GI) från GI och delas sedan med standardavvikelsen för GI. Det resulterande värdet kallas standardiserat tillväxtindex (SGI). SGI representerar förändringen i den årliga tillväxten och är jämförbar mellan alla musslor.

Den årliga tillväxten hos en mussla utgörs av avståndet mellan två vinterlinjer. För att kunna genomföra tillväxtanalysen fotograferas först alla tunnslip i ljusmikroskop med 100-gångers förstoring. Den årliga tillväxten mäts på dessa bilder med hjälp av programvaran *Panopea*. Detta har utvecklats speciellt för detta ändamål av Bernd Schöne, vid Göthe Universitet, Frankfurt, Tyskland. I tvärsnittet minskar den årliga tillväxten exponentiellt med åldern. För att kunna jämföra tillväxten hos äldre stormusslor med dem som är yngre behövs en standardisering av mätningarna. Standardiseringen görs med samma matematiska redskap som dendrokronologer (trädkännare) använder för åldersbestämningar via årsringarna på ett träd. Ett standardiserat tillväxtindex (SGI) representerar förändringen i den årliga tillväxten och är jämförbar mellan alla stormusslor.

Kemisk analys av musselskal

Kemiska analyser genomförs med ICP-MS masspektrometrimetoden (Induced Coupled Plasma Mass Spectrometry). Utrustning finns tillgänglig vid Stockholms Universitet, avdelningen för geokemi. För kemiska undersökningar har skal av en yngre och en äldre mussla valts ut. Den yngre musslan är bäst bevarad och har tillräckligt stor årstillväxt för att kunna göra provtagningar för kortare tidsintervaller. Den äldre musslan möjliggör provtagningar för en längre tidsperiod. Efter tunnsliptillverkningen poleras den resterande skaldelen för att kunna se vinterlinjerna i tvärsnitt. De behandlade musselskalen portioneras därefter upp längs vinterlinjerna i 35 ± 10 mg stora bitar och genomgår därefter masspektrometrisk analys (ICP-MS).

Resultat från kemisk analys – ett exempel

Vattendrag X har högre halter än tidigare av aluminium (Al), mangan (Mn), zink (Zn), nickel (Ni) och barium (Ba) under 1960- och 1970-talen vilket tyder på ett lägre pH. Vid lägre pH löses mera aluminium (Al), mangan (Mn), zink (Zn), nickel (Ni) och barium (Ba) upp i vattnet vilket gör att högre halter av dessa ämnen lagras in i musselskalen (Mutvei et al. 1994). Under 1980- och 1990-talen sjunker halterna av aluminium (Al), koppar (Cu), nickel (Ni), mangan (Mn) och barium (Ba) mycket sannolikt på grund av att vattnets pH höjs efter genomförd kalkning. Under samma period är halterna av fosfor (P) och svavel (S) relativt konstanta vilket tyder på att vattnet påverkas bara i mindre utsträckning av läckage från åkermarker. Fosfor och svavel (P och S) visar också en ontogenetisk trend (musslorna lagrar olika halter av P och S vid olika åldrar oberoende av vattnets kemi) med högre inlagrade halter i yngre delar av skalen.

Förhöjd halt av zink (Zn), järn (Fe) och nickel (Ni) mellan 1997 och 2005 i en yngre mussla kan innebära att vattnets pH är på väg att sjunka igen eller att det finns en ny föroreningskälla. Andra ämnen som silicium (Si), strontium (Sr), natrium (Na) och magnesium (Mg) kan också visa en viss variation. Primära källor till dessa element är diatomeéblomningar och bergartsvittring.

Tidigare utgivet i samma serie:

1. Förgiftar vi naturen? Tom Lötmarker 1966
2. Djuriskt/mänskligt beteende Lennart Steen & Lars Fält 1967
3. Tandens i kultur, fantasi och verklighet Tor Ørving 1968
4. Dinosaurier från Kina: dinosauriernas värld Krister Brood 1989
5. Den svenska Sydpolsexpeditionen 1901-1903 Krister Brood 1989
6. Inventering av nissöga (*Cobitis taenia*) i Edsviken, Stockholms län, 2004. Basinventering inom Edsvikensamarbetet och Natura 2000. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:1. Stefan Lundberg & Bo Delling 2004
7. Inventering av stormusslor i Albysjön, Tyresö kommun, 2004. Basinventering inom Tyresåsamarbetet. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:2. Stefan Lundberg 2004
8. Inventering av bottenfaunan i bäck mellan Flaten och Drevviken, Stockholms stad 2004. En naturvärdesbedömning utifrån bottenfaunans artrikedom. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:3. Erland Dannelid & Stefan Lundberg 2004
9. Bottenfaunan i Sättraån, Stockholms stad 2004. Utvecklingen efter ett år med kontinuerligt vattenflöde. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2005:1. Christina Ekström & Stefan Lundberg 2005
10. Bottenfaunan i fem vattendrag runt Edsviken. Resultat från undersökningar 2004. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:1. Stefan Lundberg & Christina Ekström 2006
11. Inventering av stormusslor i Edsån, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:2. John Tapper & Stefan Lundberg 2006
12. Inventering av stormusslor i Fysingen, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:3. John Tapper & Stefan Lundberg 2006
13. Liv i vattnet vid Tisnaren. Bottenfaunaundersökningar i Tisnarens vattenområde, 2001. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:4. Stefan Lundberg & Urban Pettersson 2006
14. Miljöbokslut. Naturhistoriska riksmuseets miljöledningssystem. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:1. Stefan Lundberg & Yvonne Arremo 2007
15. Mälarens stormusselfauna. Resultat från inventeringar längs Mälarens stränder. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:2. Stefan Lundberg & Ted von Proschwitz 2007
16. Mälarens stormusselfauna. Lokalbeskrivningar. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:3. Stefan Lundberg & Ted von Proschwitz 2007