



Screening af mulighederne for et projekt om bevarelse af Tykskallet Malermusling (*Unio crassus*) i danske vandløb



**FAABORG-MIDTFYN
KOMMUNE**
et godt sted at bo



**Kerteminde
Kommune**



**Middelfart
KOMMUNE**



**ODENSE
KOMMUNE**

NÆSTVED



Screening af mulighederne for et projekt om bevarelse af Tykskallet Malermusling (*Unio crassus*) i danske vandløb

Rekvirent:

Odense Kommune
Natur, Miljø og Trafik
Nørregade 36-38
5100 Odense C
Att.: Jan Hald Kjeldsen

Faaborg-Midtfyn Kommune
Mellemgade 15
5700 Faaborg-Midtfyn Kommune
Att.: Henriette Rantzau Almtorp

Bangsgaard Natur- og Miljørådgivning
Rådgivende biolog
Dyrhøjvej 19
5230 Odense M
Tlf. 2396 5939

Version: Endelig
Dato: 7. november 2014
Udarbejdet af LGB

Indhold

1. Indledning	1
2. Hvilke habitatkrav har tykskallet malermusling brug for?	3
2.1 Tykskallet malermusling - Fysiske, kemiske og biologiske krav	3
2.1.1 Fysiske krav.....	3
2.1.2 Kemiske krav og betydningen af næringsstof- og spildevandsudledninger.....	7
2.1.3 Biologiske krav	9
2.1.4 Elritse	10
3. Hvad er status for tykskallet malermusling?	11
3.1 Udbredelse af arten i Danmark, indenfor/udenfor habitatområder med særlig vægt på ovenstående kommuner	11
3.1.1 Hidtidig forekomst.....	11
3.1.2 Vandløbenes aktuelle biologiske og fysiske tilstand	20
3.1.3 Vandløbenes aktuelle vandkemiske tilstand.....	21
3.2 Hvilke trusler er der mod bevarelsen af tykskallet malermusling?	23
3.2.1 Forurening og eutrofiering.....	23
3.2.2 Særlige problemer for særkønnede	23
3.2.3 Mangel på værtsfisk.....	23
3.2.4 Miljøfarlige stoffer	23
4. Hvad skal der til for, at arten opnår god bevaringsstatus?.....	24
4.1 Størrelse og fordeling af populationer	24
4.1.1 Bestandstætheder	24
4.1.2 Gældende kriterier i Danmark	24
4.1.3 Forslag til kriterier i Danmark	24
4.2 Hvilke biotopforbedringer skal der ske?	25
5. Hvilke erfaringer er der med lignende projekter udenfor Danmarks grænser?.....	27
5.1 Tyskland	27
5.2 Sverige	27
5.3 Luxembourg.....	28
6. Hvilke muligheder er der for udvidelse af bestande, ved:	29
6.1 Opdræt og reintroduktion af muslinger	29
6.1.1 Tyskland	29
6.1.2 Sverige	29
6.1.3 Luxembourg.....	29

6.1.4	Øvrige forhold	29
6.2	Opdræt og udsætning af elritse.....	30
6.3	Hvad betyder de genetiske forhold, er det samme slægt i danske populationer og i udenlandske?	30
6.3.1	Forligelighed mellem muslinger og værtsfisk	30
6.4	Andre forslag til aktiviteter for konkrete forvaltningstiltag.....	31
7.	Hvordan skal man udføre overvågning?.....	32
7.1	Hvad skal der til for at vurdere virkningen af indsatser?	32
7.1.1	Overvågning før og efter indsats	32
7.1.2	Usikkerhed ved vandkikkert-undersøgelser	33
7.1.3	Overvågning af arter ved analyse af eDNA.....	33
8.	Finansieringsmuligheder – herunder LIFE	35
8.1	Den danske Naturfond	35
	EU's LIFE program	35
9.	Referenceliste	36
Bilag 1		43
Bilag 2		45
Bilag 3		48

1. Indledning

Kommunerne Faaborg-Midtfyn, Odense, Kerteminde, Næstved og Middelfart har anmodet Bangsgaard Natur- og Miljørådgivning om at udarbejde dette notat om screening af mulighederne for et EU-LIFE-projekt om bevarelse af tykskallet malermusling (*Unio crassus*, Philipsson 1788) i danske vandløb.

Arten er fredet og omfattet af habitatsdirektivets bilag II og IV. Der er konstateret bestande af tykskallet malermusling på Fyn i Odense Å, Hågerup Å samt Ryds Å og på Sjælland i Suså og Torpe Kanal. Tykskallet malermusling har tidligere forekommet i yderligere en række vandløb i den østlige del af Jylland, Fyn og Sjælland. Mange steder er disse bestande dog uddøde på grund af forureninger og forringelser af vandløbenes levesteder for muslingen og fiskearten elritse, der i Danmark er den vigtigste vært for muslingens parasitiske larver (glochidier).

Kommunerne vil anvende screeningen som del af grundlag for en ansøgning om LIFE midler i 2015. På den baggrund foretages der i det følgende en screening af de væsentligste faktorer af betydning for et EU-LIFE-projekt om bevarelse af tykskallet malermusling i danske vandløb med udgangspunkt i følgende konkrete spørgsmål:

- 1) **Hvilke habitatkrav har tykskallet malermusling brug for?**
 - Fysiske, kemiske og biologiske krav?
 - Hvordan påvirker spildevandsudledning?
- 2) **Hvad er status for tykskallet malermusling?**
 - Udbredelse af arten i Danmark, indenfor/udenfor habitatområder med særlig vægt på ovenstående kommuner?
 - Hvilke vandløb?
 - Vandløbenes aktuelle biologiske, fysiske og vandkemiske tilstand
 - Hvilke trusler er der mod bevarelsen af tykskallet malermusling?
- 3) **Hvad skal der til for at arten opnå god bevaringsstatus?**
 - Størrelse på populationen?
 - Fordeling (geografisk/størrelse af områder)?
 - Hvilke biotopforbedringer skal der ske?
- 4) **Hvilke erfaringer er der med lignende projekter udenfor Danmarks grænser?**
 - Fx Sverige eller Tyskland, andre?
- 5) **Hvilke muligheder er der for udvidelse af bestande, ved:**
 - Opdræt af muslinger og elritser?
 - Flytning af elritser med muslingelarver?
 - Hvad betyder de genetiske forhold, er det samme slægt i danske populationer og i udenlandske?
 - Re-introduktion?
 - Andre forslag til aktiviteter for konkrete forvaltningstiltag?
- 6) **Hvordan skal man udføre overvågning?**
 - Hvad skal der til for at vurdere virkningen af indsatser?
 - Påvisning af levende muslinger vha. DNA-sekventering?
- 7) **Finansieringsmuligheder – herunder LIFE**

Spørgsmålene er søgt besvaret ved en systematisk opsøgning, gennemgang og udvælgelse af relevant viden fra den nyeste faglitteratur tilgængeligt på digitalt medium, Danmarks miljøportal og henvendelse til fagmedarbejdere i Naturstyrelsens lokale enheder.

2. Hvilke habitatkrav har tykskallet malermusling brug for?

Inden den kraftige tilbagegang i bestandene af tykskallet malermusling i Europa – herunder Danmark - var arten den mest udbredte stormusling i de europæiske vandløb, og også i dag forekommer den i vandløb af vidt forskellige typer (ref. 2). I Sverige findes arten således fortsat i såvel små vandløb af få meters bredde som i store floder på mere end 50 meter bredde og på vanddybder fra få decimeter og op til 2,5 – 3 meter (ref. 9.2).

Tykskallet malermusling har således i naturlige upåvirkede vandløb en relativ bred økologisk niche, hvor den som voksen kan leve op til 50-60 år helt eller delvist nedgravet i bundsubstratet. Muslingens larvestadie (glochidier) opholder sig derimod i de frie vandmasser i 1-3 dage for derefter at fasthæfte sig på en værtsfisk, hvorpå de lever indkapslet som parasit i 3-5 uger. I den tid udvikler glochidien sig ved metamorfose til en lille musling, der til sidst frigør sig fra værtsfisken og daler ned på vandløbsbunden. Der graver muslingen sig helt ned i bundsubstratet, hvor den opholder sig ca. 2-3 år, formodentligt 1-3 cm under substratoverfladen (ref. 9.3). Disse livsstadier stiller hver især en række fysiske, kemiske og biologiske krav til habitatene for, at tykskallet malermusling kan gennemføre alle sine livsstadier og dermed overleve som bestand.

Tykskallet malermuslings afhængighed af egnede værtsfisk betyder også, at muslingen indirekte er afhængig af, at habitatkravene for værtsfiskene også er opfyldt, og at fiskene trives i tilstrækkeligt antal. Elritse (*Phoxinus phoxinus*) anses for den mest sandsynlige værtsfisk i Danmark, bl.a. fordi den let bliver inficeret af og tilsyneladende ikke opbygger resistens mod muslingens glochidier (ref. 9.4). Elritsens habitatkrav er derfor også behandlet i det følgende.

2.1 Tykskallet malermusling - Fysiske, kemiske og biologiske krav

2.1.1 Fysiske krav

2.1.1.1 Generelt

Fra Danmark viser undersøgelser af de nulevende bestande af tykskallet malermusling i hhv. Odense Å og Hågerup Å på Fyn, at de voksne (synlige) muslinger hovedsagligt opholder sig på uregulerede strækninger med moderat strømhastighed og stabil sandbund ofte iblandet groft grus og spredte sten. Muslingerne blev ikke fundet på de relativt lavvandede stenede stryg med størst vandhastighed eller på steder med blød siltet bund og ringe vandhastighed. Muslingerne var fordelt i hele vandløbstværsnittet (ref. 9.4). Også i ref. 9.5 angives det, at de danske bestande af muslinger foretrækker stabil sandbund, ofte iblandet groft grus og spredte sten. Muslingen undgår stryg med høje strømhastigheder og foretrækker i stedet moderat strømmende vand, ofte forholdsvis dybt vand, som man finder i naturligt slyngede, uregulerede vandløb, hvor der er stor variation i dybde, strøm- og bundforhold.

Disse vurderinger er afspejlet i de danske kriterier for gunstig bevaringsstatus for habitatarten tykskallet malermusling på lokalt niveau. Ifølge kriterierne sikrer en typisk stryg/pool-struktur i vandløbet en god diversitet af vanddybder, strømhastigheder og substrattyper, som er nødvendige for udviklingen af gyde- og levesteder for muslingen (ref. 9.6). Samlet set svarer disse vurderinger til de hidtidige erfaringer med artens fysiske habitatkrav i andre dele af Europa (Estland, Polen og Tyskland) jf. ref. 9.4.

Ved en eftersøgning af arten i Danmark i 2000 blev bundforholdene i de undersøgte vandløb generelt vurderet til at være gode (ref. 9.8). Der blev dog kun fundet tomme skaller og ingen levende muslinger. Med få undtagelser blev det vurderet, at vandløbenes fysiske tilstand som

helhed næppe var årsagen til tilbagegangen af muslinger, hvilket er væsentligt at notere sig. I tilbageblik kan denne observation betragtes som et eksempel på, at det ikke nødvendigvis er nogen enkelt sag præcist at indkredse de fysiske habitatkrav, der sikrer reproduktion og overlevelse hos tykskallet malermusling.

Den kraftige tilbagegang for arten i Europa blev erkendt for alvor i 1990'erne - starten af 2000'erne. I den internationale faglitteratur fra den tid blev der som fysiske årsager til tilbagegangen angivet den omfattende regulering, opgravning og fragmentering af vandløbene, der generelt var sket i Europa over de sidste 40-60 år. Disse fysiske påvirkninger kan betragtes som en generel "negativliste" over muslingens habitatkrav, som den har tilfælles med andre truede vandløbsorganismer. At indsnævre negativlisten til mere præcise fysiske habitatkrav vanskeliggøres dog af, at arten udviser stor plasticitet i sin livscyklus i form af lang generationstid, bred vifte af fiskearter som potentielle værtsfisk, ujævn gydeaktivitet og vækstbetinget aldersstruktur (**ref. 9.9**). Først i de senere år har undersøgelser af de tilbageværende nulevende bestande af muslingen givet mere detaljeret viden om deres foretrukne fysiske habitater og - ikke mindst - variationsbredden af disse, som der gives eksempler på i det følgende.

I svenske vandløb er tykskallet malermusling generelt fundet på såvel stenet som gruset/sandet bund, men den synes at foretrække erosionsbund uden indlejring/overlejring af fint sediment (**ref. 9.2**). De små muslinger lever i grusbund med højt iltniveau og et lavt indhold af organisk materiale. De største tætheder af voksne muslinger findes i jævn til svagt strømmende vandløb, hvorimod de sjældent findes i vandløb med enten svag eller kraftig strøm.

I andre svenske vandløb er muslingen overvejende fundet i bundsubstrat med partikelstørrelser < 4 mm og en vandhastighed på 0,3-0,5 m/s (**ref. 9.10**). Desuden var lokaliteter med muslinger dybere, havde finere bundsubstrat og lavere vandhastighed end lokaliteter uden muslinger. Derimod kunne der ikke påvises nogen forskel i forekomsten af muslingen på lokaliteter med og uden beskygning (**ref. 9.10 og 9.11**).

I en række vandløb i Sydsverige fandt man den største individtæthed af arten på bundsubstrat bestående af en blanding af substrattyper fra silt/ler og op til grove sten (**ref. 9.12**). Den oftest anvendte substrattype var fin sten. Den foretrukne middeldybde var 0,55 m.

Undersøgelserne i Sverige er afspejlet i andre undersøgelser, der har vist, at bundsubstrat både kan være for groft til, at muslingerne kan grave sig ned og blive der, eller for fint til at de nedgravede muslinger kan opretholde en tilstrækkelig respiration (**ref. 9.10**).

I et portugisisk vandløb fandt man, at stabiliteten af bundsubstrat havde større betydning for forekomsten af en *Unio*-art end typen af substrat (**ref. 9.13**).

I vandløb i Nordamerika er der fundet relativt flere Unionidae-arter nedgravet i dynd- og mudderbund i forhold til sand- og stenbund i forhold til substrattypernes udbredelse i de undersøgte vandløb (**ref. 9.14**). Det kan bl.a. tilskrives, at stenet bund kan være ustabil ved store vinterafstrømninger, hvorved der er risiko for, at muslingerne skylles ud af stenene på grund af erosion.

En undersøgelse af fire vandløb i et skovområde i Polen viste, at tykskallet malermusling kun forekom på de ikke-kanaliserede strækninger, hvorimod forskelle i vandkvaliteten ikke så ud til at påvirke forekomsten af muslinger (**ref. 9.15**).

I den ungarske del af Donaufloden blev den rumlige fordeling af en række muslingearter - herunder tykskallet malermusling - undersøgt i forhold til en række muligt forklarende miljøvariable. Det viste

sig, at vandhastighed, substrattype og andre sedimentmæssige karakterer var de mest forklarende variable (ref. 9.16).

2.1.1.2 Mobile muslinger

Nye undersøgelser viser også, at voksne (synlige) individer af tykskallet malermusling, i højere grad end til tidligere antaget, aktivt flytter sig til foretrukne mikrohabitater.

Mærkningsforsøg af tykskallet malermusling i polske vandløb har således vist, at muslingen er i stand til at bevæge sig til et hvert sted indenfor det vanddækkede vandløbsprofil efter, at den er blevet forstyrret af enten naturlige eller kulturbetingede årsager (ref. 9.17). Muslingerne foretrak at placere sig på de stejle sider af de dybere dele af vandløbene ("høller"), hvor bundsubstratet bestod af fint sediment og vanddybden var ca. 23-35 cm.

I et vandløb i Tyskland har man for andre Unio-arter end tykskallet malermusling (*U. tumidus* og *U. pictorum*) fundet, at muslingerne overvejende flyttede sig horisontalt nærmere bredden, når vandstanden steg, mens primært de bevægede sig vertikalt mod substratoverfladen ved faldende vandhastighed (ref. 9.18). Det er nærliggende at antage, at muslingens adfærd i første tilfælde har til formål at finde områder med lavere vandhastighed, mens adfærden i sidste tilfælde bl.a. kan have sammenhæng med muslingernes gydeaktivitet, der sker i april – juli (ref. 9.3).

2.1.1.3 Unge muslinger

Som nævnt i indledningen frigør de unge muslinger efter metamorfosen sig fra værtsfisken og daler ned på bunden for at grave sig helt ned i bundsubstratet, hvilket formentligt er årsagen til et dårligt kendskab til habitatvalget hos unge muslinger. De kan dog af tilfældige årsager risikere at lande et ikke favorabelt sted. I de tilfælde er der observeret nogen aktiv bevægelse mod bedre habitater, som for mange arter er de øverste mm / cm af sedimentet forudsat, at det er vel iltet (ref. 9.19). Specielt for tykskallet malermusling er der i et vandløb i Nordtyskland fundet unge muslinger i finsandede områder mellem undervandsplanter (ref. 9.20). Desuden er der i ref. 9.4 refereret til undersøgelser, der vurderer, at de foretrukne fysiske habitater for unge muslinger er fint sand, sand og fint grus med et meget lille indhold af fint partikulært materiale (såvel organisk som mineralsk), med høj iltindhold og uden udvikling af forrådnelsesgasser (ref. 9.21, 9.22 og 9.23).

2.1.1.4 Bundsubstrat

Med bundsubstratet som sit permanente levested efter metamorfosen er tykskallet malermusling afhængig af en række fysiske faktorer, der generelt styrer den fysiske sammensætning og stabilitet af bundsubstratet i tid og rum. Blandt de vigtigste faktorer er:

- Vandspejlsfald og vandhastighed
- Vandføringsregime

Såvel de nævnte fysiske faktorer om bundsubstratet direkte kan påvirkes af kulturpåvirkninger i vandløbet (regulering, fysisk vedligeholdelse, faunaspærringer) eller i oplandet (arealanvendelse, vandindvinding, udledninger af partikulært stof).

Vandspejlsfald og vandhastighed udviser ofte stor variation i naturlige vandløb. Men *regulering* af vandløb i form af udretning, uddybning, forøgelse af vandløbsbredden og etablering af bygværker kan føre til mere erosion, transport og deposition af finpartikulært bundsediment i form af fint sand, silt og mudder. Den fysiske variation af bundsubstratet bliver derved rumligt forringet (mere ensformigt), men tidsligt forøget (mindre stabilt). Dette kan især skade "siddende" bunddyr som muslinger, fordi de kun langsomt kan flytte sig og opsøge mere favorable habitater.

Fysisk vedligeholdelse (oprensning, grødeskæring), der ofte følger med en regulering, kan tilmed have direkte negative konsekvenser for muslinger. Således er det i Sverige vurderet, at oprensning af vandløb er meget ødelæggende for bestandene af store muslinger (bl.a. tykskallet malermusling), dels direkte fordi muslingerne graves op og fjernes fra vandløbet, dels indirekte pga. negative forandringer af bundsubstrat og vandtemperatur (**ref. 9.24**). Omvendt er det for en strækning i Odense Å fundet, at et stop for den hidtidige oprensning af en reguleret strækning opstrøms for muslingens kerneområde medførte en øget materialetransport til en nedstrøms ureguleret strækning med muslinger. Den øgede sedimentdeposition kan have skadet muslingebestanden (**ref. 9.4**). Eksemplet viser, at det generelt er vigtigt at tilrettelægge vedligeholdelsespraksis således, at den heller ikke skader muslingebestanden i andre dele af vandløbet, end der hvor vedligeholdelsen foregår.

Udledning af partikulært stof fra oplandet er en anden vigtig kulturpåvirkning, der kan påvirke bundsubstrat negativt. Såvel afstrømning fra landbrugsarealer via overflade og dræn som spildevandsudløb fra renseanlæg og befæstede arealer kan på kort tid udlede så store stofmængder, at det oprindelige bundsubstrat med muslinger kan blive dækket til.

Bygværker i vandløb kan virke som faunaspærringer og kan begrænse muslingebestandens muligheder for at kolonisere og tilpasse sig nye egnede habitater, fordi de glochidieinficerede værtsfisk ikke kan vandre frit mellem de enkelte strækninger. Således er det i Sverige vurderet, at opstemningsdamme til vandkraft og fejlkonstruerede rørlægninger har fragmenteret vandløbene og muslingebestandene i en sådan grad, at det har negative effekter på genflow og genetisk diversitet hos bestandene. Dette kan i sidste ende påvirke bestandsudviklingen negativt (**ref. 9.24**).

Vandføringsregimet – især dets ekstremværdier og effekt på vandhastigheden - har stor betydning for bundsubstratet og dermed for muslingen. Eksempelvis er det påvist, at den anden stærkt truede art af stormuslinger i Europa (Flodperlemusling, *Margaritifera margaritifera*) påvirkes negativt af reduceret vandføring, dels direkte i form af udtørring af dele af vandløbslejet, dels indirekte via øget sedimentation og algevækst, der forringer de vandkemiske forhold i bundsubstratet (**ref. 9.25**).

2.1.1.5 Vandtemperatur

Vandtemperatur har også betydning for tykskallet malermusling. Således er det påvist, at der er en positiv sammenhæng mellem vandtemperatur og muslingernes vækstrate og - omvendt - en negativ sammenhæng mellem vækstrate og den maksimalt opnåelige alder for muslingen (**ref. 9.9**). Disse sammenhænge har derfor generel betydning for muslingebestandens generationstid og aldersfordeling.

For muslingens glochidiestadie har vandtemperaturen mere direkte betydning. Således har laboratorieforsøg vist, at der er en negativ sammenhæng mellem vandtemperatur og overlevelsestid for glochidier. Ved naturligt forekommende vandtemperaturer (10/16 °C) var deres overlevelsestid ca. 5 døgn (**ref. 9.26**). Desuden er det ved laboratorieforsøg vist, at en vandtemperatur på 17 °C giver såvel den højeste andel af fuldt metamorfoserede glochidier og den laveste dødelighed hos den anvendte værtsfisk (elritse).

Både højere og lavere vandtemperaturer kan begrænse udbredelsen af tykskallet malermusling enten direkte (øget dødelighed hos voksne muslinger, hæmmet metamorfose af glochidier), eller indirekte (øget dødelighed hos værtsfisk) jf. **ref. 9.27**. Disse observationer gør det relevant at pege på, at etablering af nye større søer i vandløb kan forsinke tidspunktet for opnåelse af muslingens optimale vandtemperatur og forøge den oprindelige maksimale vandtemperatur til skade for

muslinger og værtsfisk på den nedstrøms liggende strækning. Omvendt kan variationer i vandtemperaturen dæmpes ved skyggende bredvegetation (træer/buske) og opretholdelse af en tilstrækkelig minimumsvandføring i sommerperioden.

2.1.2 Kemiske krav og betydningen af næringsstof- og spildevandsudledninger

2.1.2.1 Nitrat

Som nævnt lever tykskallet malermusling efter sit glochidiestadie permanent i bundsubstratet. Derfor har undersøgelser af de kemiske habitatkrav for arten naturligt fokuseret på sammenhængen mellem de vandkemiske forhold i det strømmende vand og i interstitial(pore)vandet i bundsubstratet. Eksempelvis har man i en række vandløb i Nordtyskland sammenlignet forekomsten af tre arter af stormuslinger (bl.a. tykskallet malermusling) i forhold til målinger af 11 kemiske parametre i hhv. det strømmende vand og i bundsubstratet (**ref. 9.28**). Det viste sig, at der på lokaliteter med unge muslinger var mindre forskel mellem måleværdier i hhv. det strømmende vand og i bundsubstratet, end der var på lokaliteter med kun voksne muslinger.

Midt i 1990'erne blev der i en række vandløb i Tyskland observeret en negativ sammenhæng mellem nitrat($\text{NO}_3\text{-N}$)-niveauet i det strømmende vand i sommerperioden og graden af rekruttering hos bestande af tykskallet malermusling (**ref. 9.29, 9.30 og 9.31**). Således havde vandløb med fuldt reproducerende muslingebestande et nitratniveau på under ca. 2 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$, mens rekrutteringen var enten ujævn/ringe eller helt stoppede i vandløb med koncentrationer på over hhv. ca. 3,6 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ og 5,0 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. Ved koncentrationer på over 5,6 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ var bestanden uddød. Uden at kunne påvise nogen kausal årsag til sammenhængen, gættede man på, at omdannelse af nitrat til nitrit nede i bundsubstratet måske kunne være skadeligt for de unge muslinger.

At det kunne være kemiske processer i bundsubstratet der påvirker rekrutteringsgraden hos muslingen, blev for så vidt bekræftet af en undersøgelse af muslingen i 25 vandløb i Sydtyskland. Her var der stort set ikke nogen sammenhæng mellem vækstparametre hos muslingen og en række fysiokemiske parametre målt i det strømmende vand (turbiditet, ledningsevne, iltkoncentration, pH, TOC, BOD, Ca, Mg, Klorid, sulfat, opløst fosfat, nitrat og ammoniak), (**ref. 9.9**).

I forbindelse med en status midt i 2000'erne over bestandene af tykskallet malermusling i Nordtyskland blev det anbefalet at undgå yderligere tilførsel af nitrat til vandløb med bestande af muslingen (**ref. 9.32**).

Samtidigt fandt man også andre steder i Europa, at nitrat spillede en rolle for forekomsten af tykskallet malermusling. Således viste en undersøgelse i Tjekkiet af fordelingen af arten i et vandløbssystem, at muslingen især fandtes på lokaliteter, hvor det strømmende vand havde en lav nitrat-koncentration, et relativt højt indhold af organisk stof (COD) og høj iltkoncentration. Det blev vurderet, at det er vigtigt for arten, at vandløbet er relativt næringsrigt og med gode iltforhold (**ref. 9.33**).

I Tjekkiet har man også undersøgt forekomsten af en række arter af stormuslinger (bl.a. tykskallet malermusling) i en række vandløb i forhold til deres kulturbetingede nitrat-niveau (**ref. 9.36**). Alle arter havde en signifikant reduceret forekomst i vandløb med forhøjede nitrat-niveauer. Omvendt viste toksicitets-tests i laboratoriet med unge muslinger (bl.a. tykskallet malermusling), at de var mere tolerante overfor forhøjede nitrat-niveauer end de fleste andre undersøgte smådyrsarter (makroinvertebrater) i ferskvand. På trods af at man således ikke kunne påvise en klar direkte effekt af forhøjede nitrat-niveauer, konkluderede man, at nitrat-niveauet var anvendeligt som

indikator for en vurdering af biotopforholdene for muslinger. Således kan nitrat nede i bundsubstratet omdannes til ammoniak, der er ekstremt giftigt for unge muslinger. I USA er der for 10 muslingerarter tilhørende Unionidae faktisk foreslået midlertidige grænseværdier for ammoniak i intervallet 0,3 - 1,0 mg N ved pH 8 (**ref. 9.37**). Den øvre grænse svarer ca. til den vejledende maksimale kravværdi for total-ammonium i mg N/l, som er angivet i Vandplan 2009-2015.

2.1.2.2 Spildevandsudledning

Tykskallet malermusling er generelt betragtet som følsom overfor forurening med spildevand. Et eksempel på det er fra Frankrig, hvor der i 1996 blev etableret empiriske sammenhænge mellem målinger af seks miljøparametre (opløst ilt, BOD₅, ammonium-N, nitrit, organisk N og opløst fosfat-P) og forekomsten af 48 arter af snegle og muslinger i ferskvand (**ref. 9.34**). Der blev opstillet en skala til beskrivelse af disse arters følsomhed overfor forurening på basis af 13 artsgrupper. Gruppe 1-8 var tolerante overfor forurening, mens gruppe 9-13 var følsom overfor forurening i stigende grad. Tykskallet malermusling indgik som gruppe 10.

I takt med de sidste ca. 20 års generelt forbedrede spildevandsrensning i Europa er sammenhængen mellem den aktuelle forekomst af tykskallet malermusling og spildevandsudledninger blevet mindre tydelig.

En undersøgelse i Polen af otte svagt/moderat kulturpåvirkede vandløb med gode fysiske forhold har således vist, at det gennemsnitlige BOD₅-niveau var lidt, men signifikant højere i vandløb med tykskallet malermusling (2,92 mg O₂/l) end i vandløb uden (2,43 mg O₂/l) (**ref. 9.38**). Her var forekomsten af muslingen åbenbart ikke betinget af det lavere BOD₅-niveau.

I Sydtyskland er forekomst/fravær af rekrutterende bestande af tykskallet malermusling for nyligt undersøgt på strækninger i to vandløb og sammenlignet med en række målte fysiokemiske parametre (sedimentdeposition, redoxpotentiale i sedimentet, vandhastighed, dybde, nitrogen- og fosfor-koncentrationer i det strømmende vand og i sedimentet) (**ref. 9.35**). Formålet var at undersøge de evt. effekter af parametrene på fordelingen af muslingebestande med og uden rekruttering. Både på strækninger med og uden rekruttering var nitrat-niveauet i det strømmende vand betydeligt højere end den tidligere angivne kritiske tærskelværdi på 2 mg N/l. Dog var nitrat-niveauet i sedimentets interstitialvand (5 cm sedimentdybde) signifikant højere på strækninger uden rekruttering. Omvendt viste målinger af ammonium-N (NH₄-N) i sedimentet ingen signifikante forskelle imellem strækninger med og uden rekruttering. Endeligt viste undersøgelsen, at sedimentdepositionen var signifikant større på strækninger med rekruttering. I undersøgelsen blev det vurderet, at de undersøgte parametre ikke kunne forklare fordelingen af muslingebestande med og uden rekruttering, hvilket tydede på, at tykskallet malermusling ikke er så følsom overfor eutroficerede habitatforhold som hidtil antaget.

2.1.2.3 Glochidier og det postparasitiske stadie

Glochidier er bemærkelsesværdigt modstandsdygtige overfor al slags forurening (**ref. 9.39**). Derimod er det postparasitiske stadie følsomt overfor faktorer, der reducerer iltindholdet i sedimentet.

2.1.3 Biologiske krav

2.1.3.1 Betydningen af værtsfisk

De vigtigste biologiske krav til, at tykskallet malermusling kan overleve som rekrutterende bestande, er tæt knyttet til glochidiernes værtsfisk. Uden inficérbare værtsfisk i tilstrækkeligt antal kan glochidierne ikke udvikle sig og spredes til nye biotoper. Samspillet mellem musling og værtsfisk er derfor i fokus i forskningen på området.

Forligelighed mellem værtsfisk og musling er ikke en statisk situation. Således er det påvist, at infektionsraten af glochidier af tykskallet malermusling på individer af rudskalle (*Scardinius erythrophthalmus*) reduceres, hvis fisken tidligere er blevet inficeret med glochidielarver (**ref. 9.19**). Da muslingen kan gyde flere gange i en sæson (op til 5 gange) kan det have betydning for infektionsraten (**ref. 8.9**).

Tykskallet malermusling kan anvende en række fiskearter som værtsfisk. I en undersøgelse i et svensk vandløb fandt man ved DNA-analyse af glochidielarver på seks arter af værtsfisk i alt fire arter af stormuslinger (**ref. 9.44**). Glochidier af tykskallet malermusling blev fundet på løje (*Alburnus alburnus*), skalle (*Rutilus rutilus*) og knude (*Lota lota*). Heraf var løje den mest anvendte og vigtigste værtsfisk.

Laboratorieundersøgelser i Sydtyskland har vist, at blandt otte undersøgte fiskearter var elritse og døbel (*Squalius cephalus*) de mest egnede værtsfisk målt ud fra antallet af fasthæftede glochidier pr. fisk hhv. 16 og 48 dage efter infektion (**ref. 9.43**). Desuden viste undersøgelsen, at glochidielarverne i løbet af deres metamorfose på værtsfisken havde en begrænset vækst, hvilket viser, at værtsfiskens primære rolle antageligt er at sikre en spredning af de unge muslinger til nye lokaliteter.

Som tidligere nævnt anses elritse for at være den mest sandsynlige værtsfisk i Danmark, bl.a. fordi den let bliver inficeret af og tilsyneladende ikke opbygger resistens mod muslingens glochidier (**ref. 9.4**). Dette underbygges af, at der er et nøje sammenfald mellem den nuværende forekomst af hhv. muslingen og elritse. Der er nærmere redegjort herfor i afsnit **3.1.1.1**.

Nye undersøgelser har vist, at der er et mere kompliceret samspil mellem værtsfisk og glochidier end tidligere antaget (**ref. 8.41**). Således kan egnetheden (infektionsraten) indenfor en given art af primær værtsfisk variere mellem forskellige lokale bestande af fiskearten. Tilsvarende har nye undersøgelser i et fragtmenteret vandløbssystem i Tjekkiet vist, at nyligt isolerede nabobestande af muslinger havde forskellig evne til at inficere den samme art af værtsfisk (**ref. 9.42**). Således viste genetiske undersøgelser af muslingebestandene, at de var reproduktivt isolerede, hvilket kan have medført adaptive eller tilfældige ændringer i deres evne til at inficere en given art af værtsfisk.

Endeligt viser nye undersøgelser, at underskud af infektionsegnede (primære) værtsfisk sandsynligvis spiller en stor rolle for svigtende rekruttering af unge muslinger (**ref. 9.40**). Således er det for ni vandløb i Donau-flodsystemet i Tyskland påvist, at der i vandløb med god rekruttering af unge muslinger var en signifikant højere tæthed (gns. 40 individer/100 m²) af primære værtsfisk (elritse, døbel, trepigget hundestejle) end i vandløb, hvor muslingebestanden var uden rekruttering (gns. 8 individer/100 m²). Undersøgelsen peger på vigtigheden af også at sikre gode leveforhold for de primære arter af værtsfisk og ikke kun for muslingebestanden.

2.1.3.2 Sprøjteadfærd

Fra vandløb i Schweiz er der observationer af drægtige hunner af tykskallet malermusling, der kryber op til vandkanten og sprøjter vand ud af sin udåndingstragt (analsyphon) og frit ud på vandspejlet op til 1 m væk (**ref. 9.45**). Hos langt hovedparten af de undersøgte muslinger indeholdt

det udsprøjtede vand glochidier. Det er muligt, at muslingernes adfærd er en tilpasning for at øge svævetidslængde af glochidier i vandsøjlen og lokke værtsfisk til, der tror, at der er tale om nedfaldne insekter eller andre fødeemner.

2.1.3.3 Opsummering

En god generel opsummering af muslingens habitatkrav er givet i den seneste vurdering af bevaringsstatus for arten i Danmark (ref. 9.7). Her bemærkes det, at muslingen er afhængig af gruset-sandet, men stabil bund, skyggende træer langs bredden og forholdsvis dybt vand. Især de unge 1-3 årige muslinger stiller store krav til bunden, som skal være sandet, uden væsentligt indhold af fint organisk-mineralsk materiale og med en god gennemstrømning af iltrigt vand. Hertil skal man så tilføje, at en tilstrækkelig forekomst af egnede værtsfisk er af stor vigtighed for muslingens muligheder for at overleve og formere sig.

2.1.4 Elritse

2.1.4.1 Habitatkrav

Som tidligere nævnt anses elritse for den mest sandsynlige værtsfisk for tykskallet malermusling i Danmark, bl.a. fordi den let bliver inficeret af og tilsyneladende ikke opbygger resistens mod muslingens glochidier (ref. 9.4). Dette underbygges af, at der er et nøje sammenfald mellem den nuværende forekomst af hhv. muslingen og elritse. Der er nærmere redegjort herfor i afsnit 3.1.1.1.

Elritsen kræver iltrigt vand og er følsom overfor organisk forurening (ref. 9.50). Artens foretrukne opholdssteder er de roligere partier af rene, hurtigt strømmende vandløb, gerne på dybt vand langs med bredderne og uden grusbund. Hvis der er rovfisk i nærheden, vælger elritsen lave vanddybder på omkring 30-40 cm. Generelt set kræver elritsen lige som ørreden fysisk varierede vandløb med skiftevis huller og stryg, men den kan også trives på mere ensartet bund. Ifølge ref. 9.46 findes elritsen overvejende i øvre dele af vandløb (bæk og øvre å, dvs. de samme steder som bækørred) med rent, klart vand, frisk strøm, sandet/stenet bund med varierede strøm- og dybdeforhold. Elritse er selskabelig og danner stimer på åbne steder med lidt dybere og roligere vand bag stensamlinger, sammendrevet kvas eller mellem trærødder ved udhulede åbrinker.

Det er påvist, at elritser danner større stimer i habitater med få muligheder for skjul, hvorimod de reducerer deres bevægelser i mere fysisk varierede områder med gode muligheder for skjul - i begge tilfælde for at reducere risikoen for at blive ædt af rovfisk (ref. 9.47).

2.1.4.2 Biologi

Elritsen leger i april-juni, hvor hunnen gyder 100-500 (1000) klæbrige æg, der fæstner sig til grus/sten (ref. 9.46). Æggene klækker efter 4-14 dage. Elritsen udfører gydevandring i maj-juli, dvs. i samme periode som gydeperioden for tykskallet malermusling (ref. 9.48).

Det er omdiskuteret, om elritse er fødekonkurrent til ørred. Omvendt kan man ikke afvise, at de mange års intensive udsætninger af ørred i bl.a. Danmark bærer en del af skylden for, at elritsen ikke længere er så almindelig som tidligere (ref. 9.46).

2.1.4.3 Bestandsudvikling

Allerede fra midten i 1950'erne var der tilbagegang for elritsen i mange vandløb pga. udledning af ensilagesaft. Efter 2000 forekommer arten på Fyn i øvre del af Odense Å-systemet og Kongshøj Å, men ikke Stavis eller Vindinge Å. Desuden findes arten angiveligt stadig i Brende Å og Puge Mølle Å, men er der sjælden. På Sjælland kendes der nu angiveligt kun elritsebestande fra Torpekanalen i Suså-systemet og Køge Å. Desuden er der enkeltfund i Vedskølle Å lige syd for Køge Å.

I dele af Tyskland er elritsen stærkt truet og derfor totalfredet (ref. 9.49).

3. Hvad er status for tykskallet malermusling?

3.1 Udbredelse af arten i Danmark, indenfor/udenfor habitatområder med særlig vægt på ovenstående kommuner

3.1.1 Hittidig forekomst

Tykskallet malermusling har tidligere levet i 10 vandløbssystemer i Danmark, som ligger nær den nordlige udbredelsesgrænse for arten i Europa (ref. 9.51).

Den seneste vurdering af status for tykskallet malermusling er foretaget i forbindelse med en ekstensiv NOVANA-overvågning af arten i 2009 (ref. 9.7). Da blev arten fundet på 14 lokaliteter fordelt på fem UTM-kvadrater på Fyn og Sjælland, svarende til et udbredelsesareal på 499 km², beregnet ud fra antal 10x10 km kvadrater med forekomst. Den historiske udbredelse har dog været mindst ca. 6 gange større. For perioden 2004-2011 er udbredelsen vurderet som stabil.

Den samlede danske bestand af voksne gydemodne muslinger er forsigtigt skønnet til ca. 40.000 individer, hvoraf ca. 95 % alene forekommer i Odense-Å systemet (ref. 9.7). Den gunstige referenceværdi for bestandsstørrelsen (individthæthed) vurderes dog som væsentligt større. Desuden er arealet af aktuelle og potentielle levesteder for muslingen vurderet til hhv. 0,4 km² og 1,42 km², hvorimod det ikke er muligt at angive arealet af egnede levesteder (primært levesteder for de unge muslinger), fordi tilgængelige data ikke er detaljerede og præcise nok.

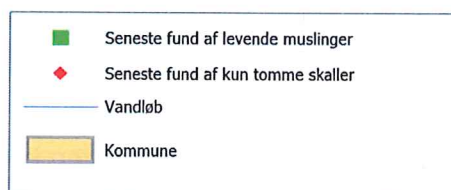
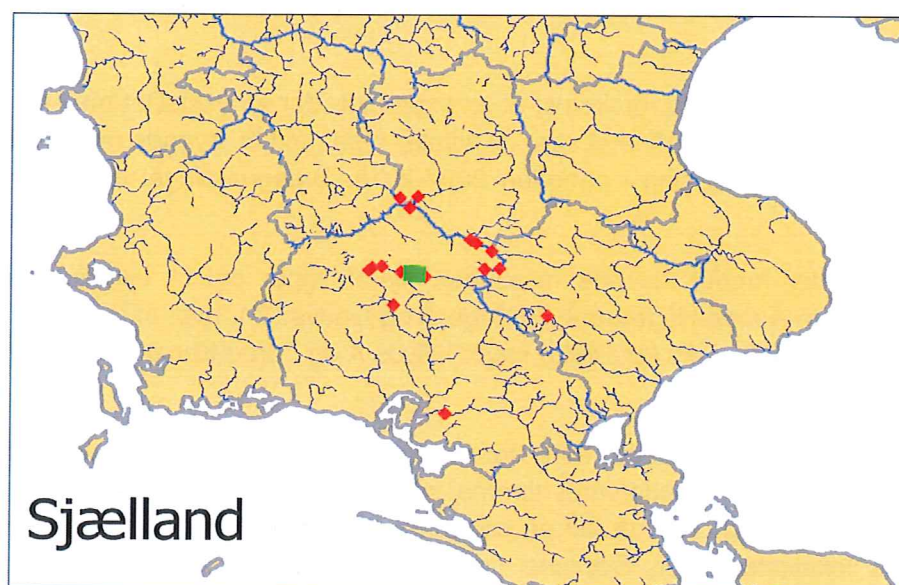
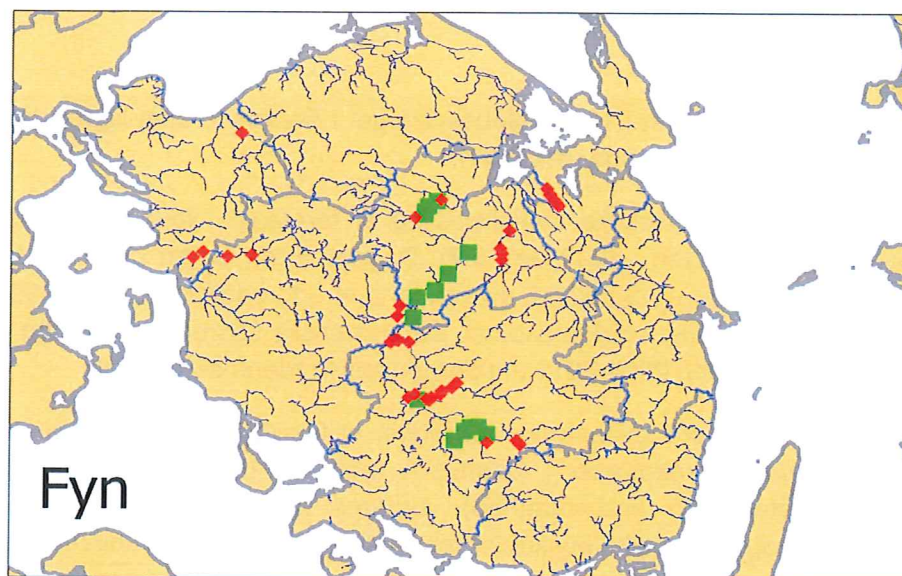
3.1.1.1 Nuværende forekomst

Figur 1 viser oversigtligt den nuværende forekomst af levende individer af tykskallet malermusling på Fyn og Sjælland. "Nuværende" er defineret som lokaliteter med fund af levende muslinger ved den seneste kvalitetssikrede overvågning i perioden 2007-2013. Datagrundlaget herfor findes i **Bilag 1**.

På i alt 17 lokaliteter er der fundet levende muslinger. Heraf ligger de 11 lokaliteter inden habitatområde nr. 98 (Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å), hvor muslingen indgår i udpegningsgrundlaget. De øvrige seks lokaliteter ligger i Ryds Å og Torpe Kanal, der ikke indgår i noget habitatområde.

Desuden viser **Figur 1** de i alt 52 lokaliteter, hvor der muslinger ved den seneste overvågning i samme periode (2007-2013) kun er observeret tomme skaller af arten. Datagrundlaget herfor findes i **Bilag 2**. Lokaliteterne er på Fyn fordelt på en række tilløb til Odense Å og nogle andre mindre vandløb, mens lokaliteterne på Sjælland findes i Suså og ét af dens tilløb, samt nabovandløbet Fladså. Desuden har Naturstyrelsen Odense fundet tomme skaller i den nedre del af Kongshøj Å ved Tåruplunde på Fyn (ref. 9.52). Da observationen ikke er sket i forbindelse med overvågning, er den ikke med i databasen (Danmarks Naturdatabase) og ikke behandlet nærmere her.

Figur 2-7 viser mere detaljerede oversigtskort for de enkelte vandløb med fund af enten levende individer eller tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013, suppleret med seneste observation af elritse ved elfiskeri efter 2000 udtrukket fra Danmarks Miljøportal (Danmarks Naturdatabase og WinBio4). Observationer af elritse er medtaget i lyset af, at arten som tidligere nævnt anses for den vigtigste værtsfisk i Danmark for muslingen, bl.a. fordi den let bliver inficeret af og tilsyneladende ikke opbygger resistens mod muslingens glochidier (ref. 9.4). Derfor kan forekomsten af elritse sige noget om muslingens muligheder for rekruttering.



Figur 1. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling på Fyn og Sjælland i 2007-2013.

I det følgende beskrives **figur 2 – 7**. For at lette på forståelsen af figurerne er beskrivelserne gentaget under hver figur.

Figur 2 viser øvre Odense Å og tilløbene Salling Å og Hågerup Å i Faaborg-Midtfyn Kommune på Fyn. Der er fundet levende muslinger på fem lokaliteter i Hågerup Å nedstrøms Møllebækken og på én lokalitet i Odense Å nedstrøms Sallinge Å. I Sallinge Å er der kun fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i Hågerup Å (herunder enkelte tilløb), Sallinge Å, Odense Å og tilløbet Silke Å.

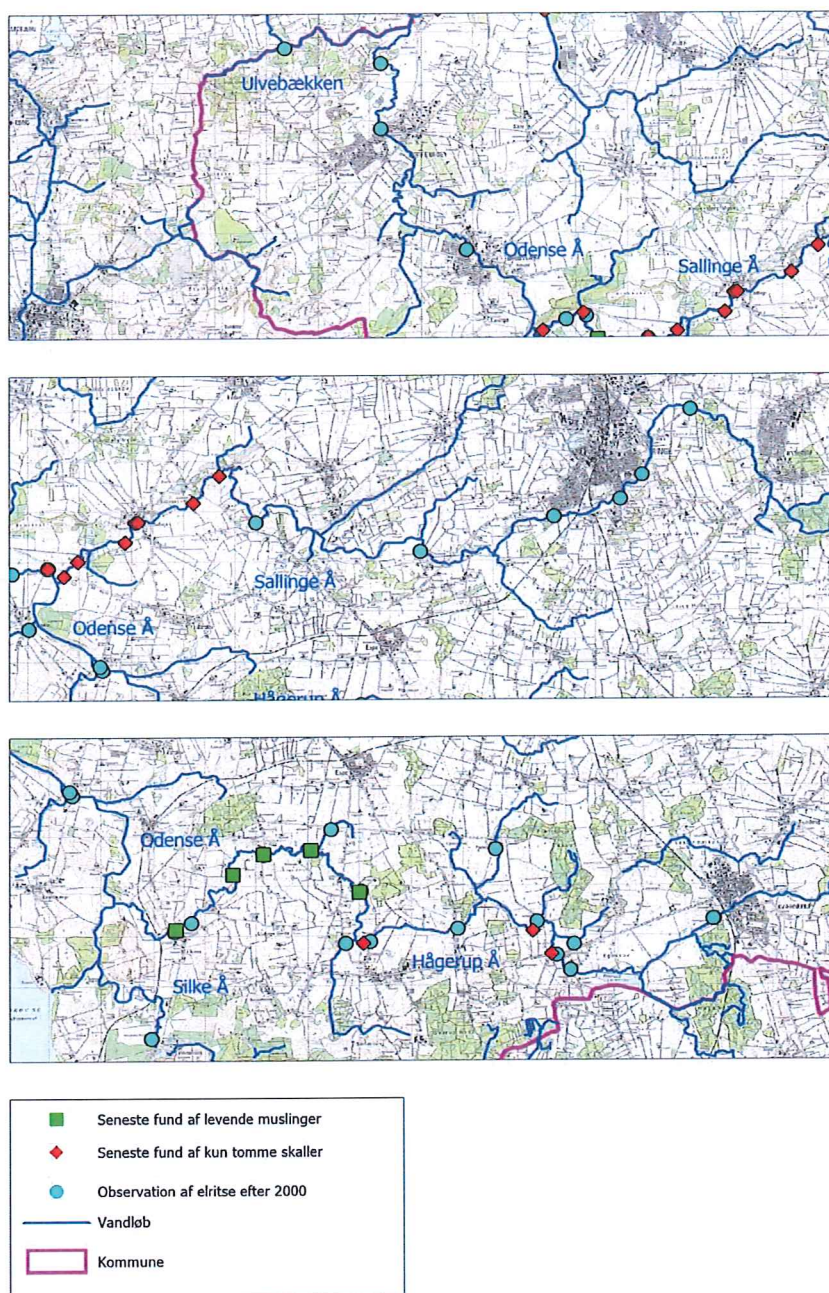
Figur 3 viser mellemste Odense Å, nedre Odense Å og tilløbene Lindved Å, Ellebækken, Holmehave Bæk og Ulvebækken i Odense Kommune samt Vittinge Å i Faaborg-Midtfyn Kommune på Fyn. Der er fundet levende muslinger på fem lokaliteter i mellemste og nedre Odense Å. I Lindved Å, Ellebækken, Vittinge Å og Holmehave Bæk er der kun fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i alle vandløb undtaget Lindved Å.

Figur 4 viser Geels Å i hhv. Odense og Kerteminde Kommune og Stavis Å og dens tilløb Ryds Å i Odense Kommune på Fyn. Der er fundet levende muslinger på fire lokaliteter i Ryds Å. I Stavis Å nedstrøms Ryds Å og i Geels Å er der kun fundet tomme skaller. Der er ikke observeret elritse i nogen af vandløbene.

Figur 5 viser Brende Å og Puge Mølle Å i Assens Kommune og Stor Å i Middelfart Kommune på Fyn. Der er ikke fundet levende muslinger i nogen af vandløbene. I Brende Å og Stor Å er der fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i Brende Å og Puge Mølle Å, men ikke i Stor Å.

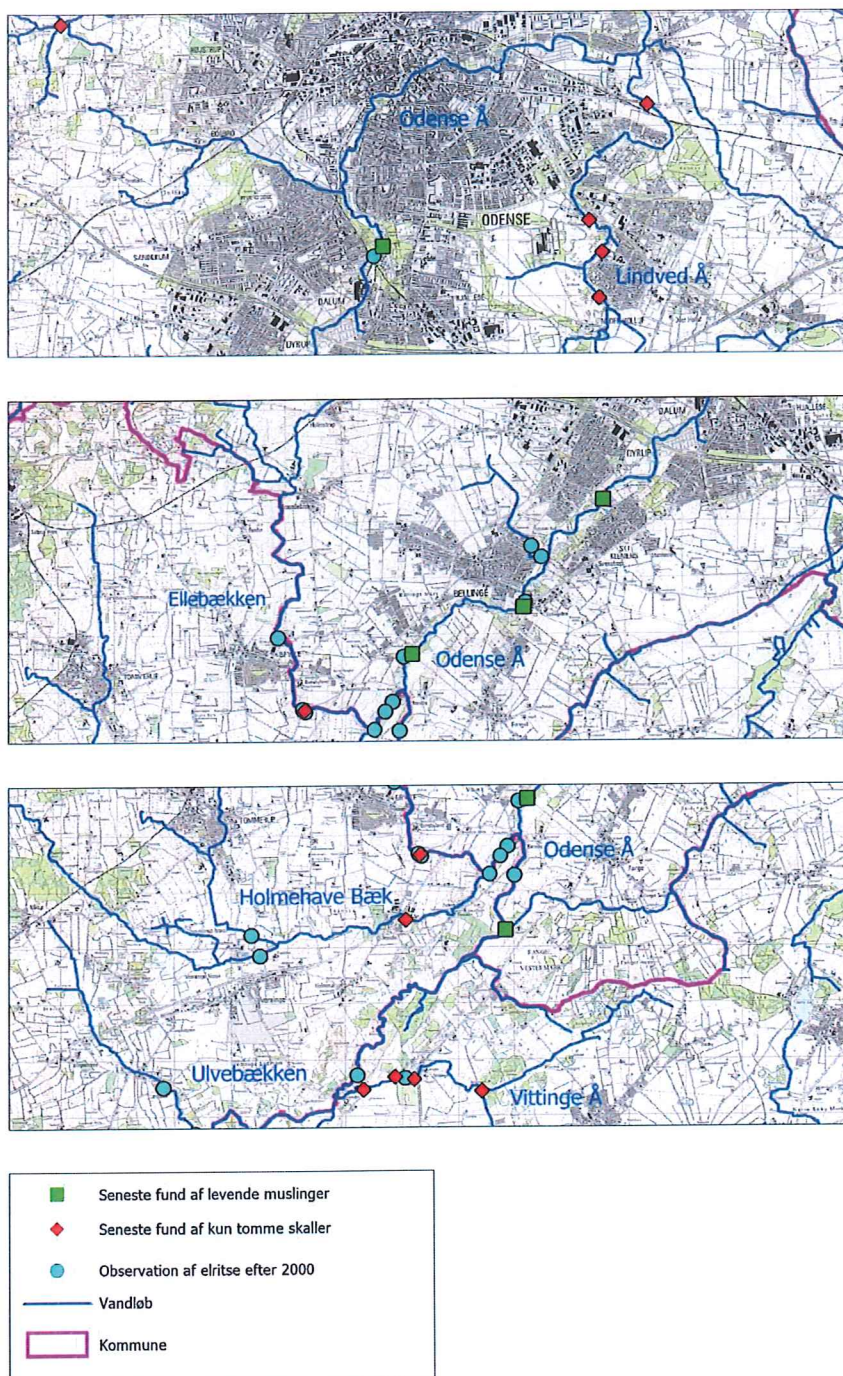
Figur 6 viser øvre Suså i hhv. Næstved og Faxe Kommune, mellemste Suså i hhv. Næstved og Ringsted Kommune, samt tilløbene Ringsted Å i Ringsted Kommune, Tuel Å i hhv. Sorø og Ringsted Kommune og Lyng Bæk i Sorø Kommune på Sjælland. Der er ikke fundet levende muslinger i nogen af vandløbene. I øvre Suså, mellemste Suså, Ringsted Å og Tuel Å er der fundet tomme skaller. Der er alene observeret elritse i Lyng Bæk.

Figur 7 viser mellemste og nedre Suså, tilløbet Torpe Kanal samt Fladså i Næstved Kommune på Sjælland. Der er fundet levende muslinger på to lokaliteter i Torpe Kanal omkring jernbanen. I resten af Torpe Kanal og i mellemste og nedre Suså samt Fladså er der kun fundet tomme skaller. Der er alene observeret elritse i Torpe Kanal.



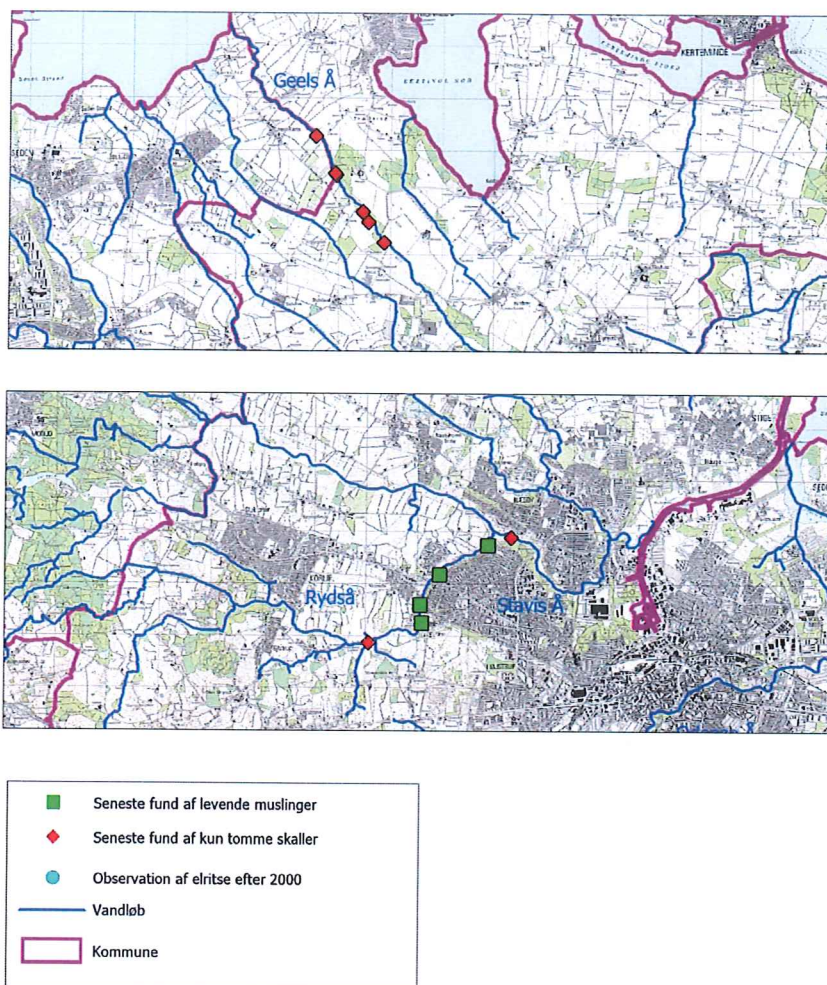
Figur 2. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i øvre Odense Å (øverst) og tilløbene Sallinge Å (midt) og Hågerup Å (nederst) på Fyn.

Der er fundet levende muslinger på fem lokaliteter i Hågerup Å nedstrøms Møllebækken og på én lokalitet i Odense Å nedstrøms Sallinge Å. I Sallinge Å er der kun fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i Hågerup Å (herunder enkelte tilløb), Sallinge Å, Odense Å og tilløbet Silke Å.



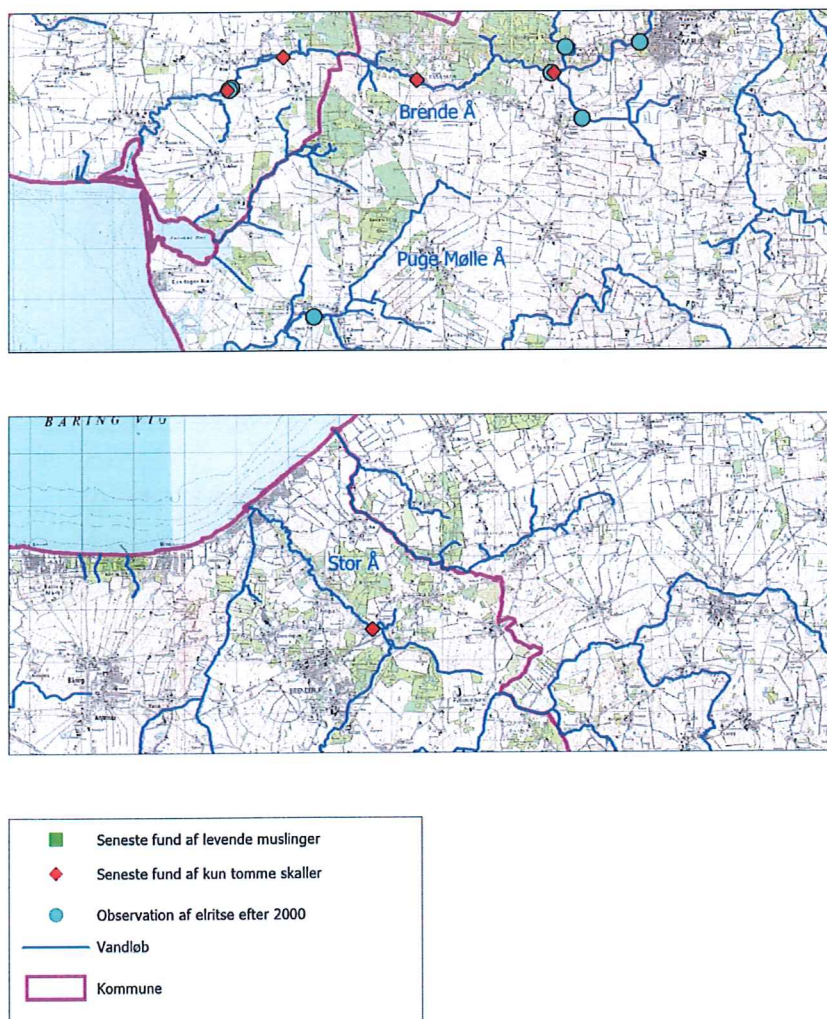
Figur 3. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i nedre Odense Å og tilløbet Lindved Å (øverst), nedre Odense Å og tilløbet Ellebækken (midt) og mellemste Odense Å og tilløbene Vittinge Å og Holmehave Bæk og Ulvebækken (nederst) på Fyn.

Der er fundet levende muslinger på fem lokaliteter i mellemste og nedre Odense Å. I Lindved Å, Ellebækken, Vittinge Å og Holmehave Bæk er der kun fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i alle vandløb undtaget Lindved Å.



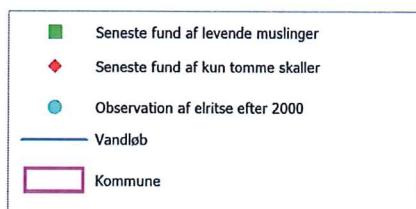
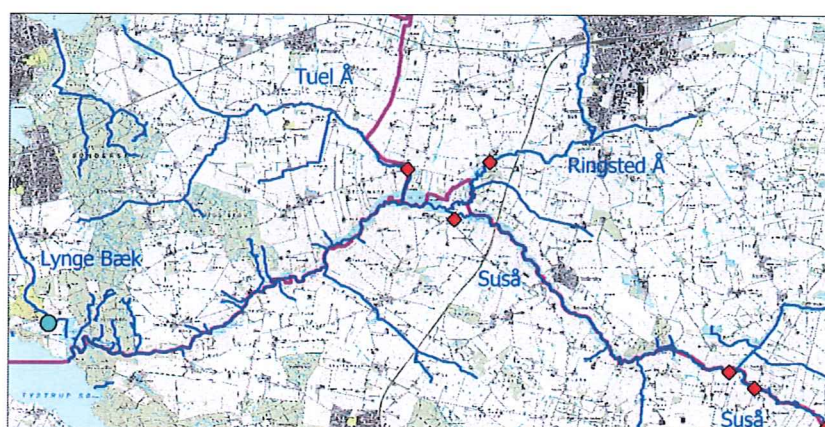
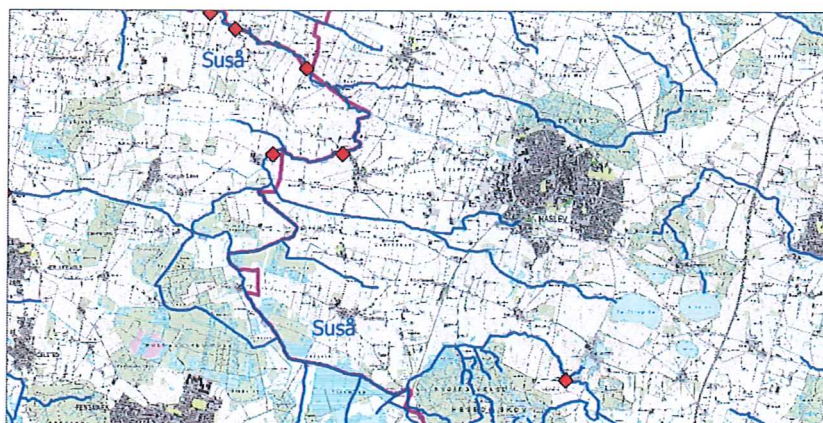
Figur 4 Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i Geels Å (øverst) og Stavis Å og tilløbet Ryds Å (nederst) på Fyn.

Der er fundet levende muslinger på fire lokaliteter i Ryds Å. I Stavis Å nedstrøms Ryds Å og i Geels Å er der kun fundet tomme skaller. Der er ikke observeret elritse i nogen af vandløbene.



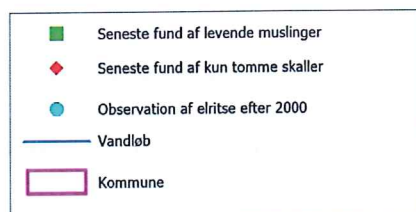
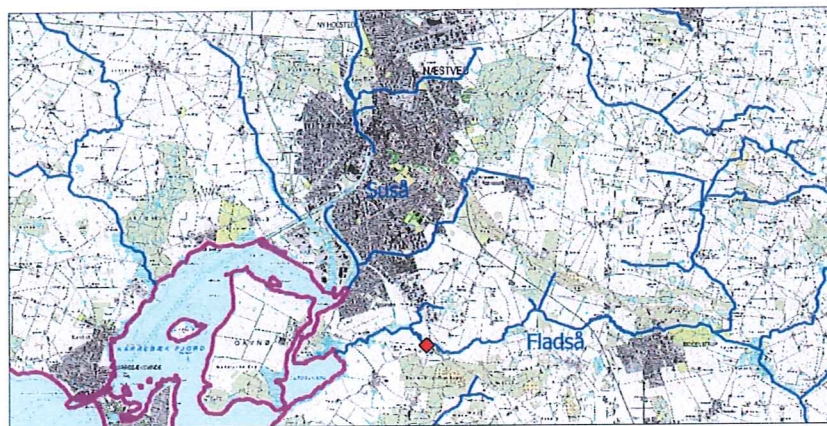
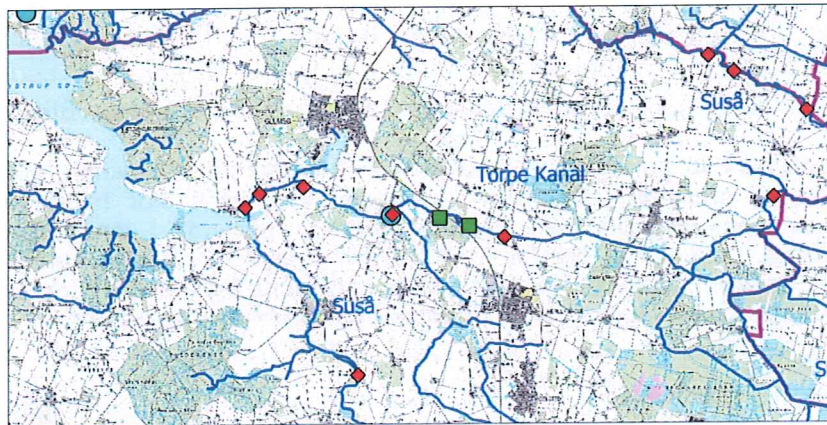
Figur 5. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i Brende Å og Puge Mølle Å (øverst) og Stor Å (nederst) på Fyn.

Der er ikke fundet levende muslinger i nogen af vandløbene. I Brende Å og Stor Å er der fundet tomme skaller. Der er observeret elritse i Brende Å og Puge Mølle Å, men ikke i Stor Å.



Figur 6. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i øvre Suså (øverst) og mellemste Suså og tilløbene Ringsted Å, Tuel Å og Lyngø Bæk (nederst) på Sjælland.

Der er ikke fundet levende muslinger i nogen af vandløbene. I øvre Suså, mellemste Suså, Ringsted Å og Tuel Å er der fundet tomme skaller. Der er alene observeret elritse i Lyngø Bæk.



Figur 7. Oversigtskort over seneste fund af levende individer og tomme skaller af tykskallet malermusling i 2007-2013 samt seneste observation af elritse efter 2000 i mellemste Suså og tilløbet Torpe Kanal (øverst) og nedre Suså og Fladså (nederst) på Sjælland.

Der er fundet levende muslinger på to lokaliteter i Torpe Kanal omkring jernbanen. I resten af Torpe Kanal og i mellemste og nedre Suså samt Fladså er der kun fundet tomme skaller. Der er alene observeret elritse i Torpe Kanal.

3.1.2 Vandløbenes aktuelle biologiske og fysiske tilstand

For de fire vandløb på Fyn og Sjælland (og Danmark) med kendt aktuel forekomst af levende muslinger viser **Tabel 1** de observerede min-maks-værdier af individtæthed, biologisk tilstand (DVFI) og fysisk tilstand (DFI). Den biologiske tilstand (DVFI) bedømmes som en faunaklasse mellem 1 (ringe kvalitet) og 7 (høj kvalitet), mens den fysiske tilstand (DFI) bedømmes i intervallet 0-1, hvor 1 er maksimal fysisk kvalitet. Datagrundlaget for **Tabel 1** findes i **Bilag 1. Tabel 1**

Tabel 1. Vandløb på Fyn og Sjælland med seneste registrering af levende individer af tykskallet malermusling (*Unio crassus*) i Danmark i perioden 2007-2013. For hvert vandløb er der vist observerede min-maks-værdier af individtætheder pr. m² vandløbsbund og pr. m vandløbsstrækning. Desuden er der for hvert vandløb vist observerede min-maks-værdier af hhv. aktuel biologisk tilstand (bedømt efter Dansk VandløbsFauna Indeks, DVFI) og aktuel fysisk tilstand (bedømt efter Dansk Fysisk Indeks, DFI, normaliseret) jf. Vandplan 2009-2015.

Kommune	Habitatområde-nr. (0 = udenfor habitatområde)	Vandløb	Antal lokaliteter	Individer/m ²		Individer/m		DVFI tilstand		Dansk Fysisk Indeks (DFI, normaliseret)	
				Min.- Maks.	Maks.	Min.- Maks.	Maks.	Min.- Maks.	Maks.	Min.- Maks.	Maks.
Faaborg-Midtfyn	98	Hågerup Å	5	0,16	0,62	0,75	2,8	6	7	0,68	0,82
Faaborg-Midtfyn/Odense	98	Odense Å	6	0,05	0,92	0,85	9,2	4	7	0,59	0,74
Odense	0	Ryds Å	4	0,01	0,41	0,05	1,5	4	6	0,57	0,58
Næstved	0	Torpe Kanal	2	0,02	0,15	0,05	0,3	5	6	0,35	0,62

De højeste individtætheder findes i Odense Å og Hågerup Å, mens tæthederne i Ryds Å og Torpe Kanal er meget lave. I de tre fynske vandløb Hågerup Å, Odense Å og Ryds Å er DVFI typisk $\geq$ faunaklasse 5 og den biologiske tilstand er dermed gennemgående god. Ligeledes er DFI $> 0,5$ og dermed er den fysiske tilstand også god. I Torpe Kanal er såvel den biologiske som den fysiske tilstand enkelt steder lidt ringere end god.

For de 17 vandløb på Fyn og Sjælland med senest registrerede forekomst af kun tomme skaller af tykskallet malermusling viser **Tabel 2** de observerede min-maks-værdier af antal tomme skaller, biologisk tilstand (DVFI) og fysisk tilstand (DFI). Datagrundlaget for **Tabel 2** findes i **Bilag 2**.

I vandløbene Holmehave Bæk og Vittinge Å på Fyn samt Ringsted Å, dele af Suså, Tuel Å og Torpe Kanal på Sjælland er den biologiske tilstand og/eller den fysiske tilstand på nogle lokaliteter ringere end god. I de øvrige vandløb er såvel den biologiske som den fysiske tilstand god på alle lokaliteter.

Tabel 2. Vandløb på Fyn og Sjælland med seneste registrering af kun tomme skaller af tykskallet malermusling (*Unio crassus*) i Danmark i perioden 2007-2013. For hvert vandløb er der vist observerede min-maks-værdier af antal tomme skaller, hvor: "Få" = 1-5/100 m, "Alm." = 5-20/100 m og "Mange" = >20/100 m. Desuden er derfor hvert vandløb vist observerede min-maks-værdier af hhv. aktuel biologisk tilstand (bedømt efter Dansk VandløbsFauna Indeks, DVFI) og aktuel fysisk tilstand (bedømt efter Dansk Fysisk Indeks, DFI, normaliseret) jf. Vandplan 2009-2015.

Kommune	Habitatområde-nr. (0 = udenfor habitatområde)	Vandløb	Antal lokaliteter	Skønnet antal tomme skaller	DVFI tilstand	Dansk Fysisk Indeks (DFI, normaliseret)
				Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.
Odense	0	Ellebækken (Borreby Møllebæk)	1	Få	5	0,61
Assens/Middelfart	0	Brende Å	4	Få - Mange	7 - 7	0,7 - 0,76
Næstved	0	Flads Å	1	Få	6	0,52
Kerteminde/Odense	0	Geeks Å	6	Få - Mange	6 - 7	0,56 - 0,71
Assens	0	Holmehave Bæk	1	Alm.	4	0,79
Faaborg-Midtfyn	98	Hågerup Å	3	Alm. - Mange	5 - 6	0,69 - 0,92
Odense	98	Lindved Å	4	Alm. - Mange	7 - 7	0,66 - 0,68
Faaborg-Midtfyn	98	Odense Å	3	Få - Mange	5 - 6	0,59 - 0,65
Ringsted	0	Ringsted Å	1	Få	4	0,67
Odense	0	Ryds Å	1	Få	7	0,63
Faaborg-Midtfyn	98	Sallinge Å	7	Få - Mange	5 - 7	0,51 - 0,63
Odense	0	Stavis Å	1	Alm.	6	0,43
Middelfart	0	Storå	1	Få	6	0,65
Næstved/Ringsted/Faxe	194	Suså	8	Få - Mange	4 - 6	0,41 - 0,8
Næstved	0	Torpe Kanal	5	Få - Mange	5 - 6	0,35 - 0,67
Sorø	0	Tuel Å	1	Mange	4	0,55
Faaborg-Midtfyn	0	Vittinge Å	4	Få - Alm.	5 - 6	0,46 - 0,63

3.1.3 Vandløbenes aktuelle vandkemiske tilstand

Tabel 3 viser målte sommer-gennemsnit af hhv. BOD₅ og opløst nitrat-N i vandløb med aktive målestationer fra perioden 2010-2013, hvor der senest er registeret enten levende individer af tykskallet malermusling eller kun tomme skaller. Måleparametrene BOD₅ og opløst nitrat-N er valgt til at karakterisere vandløbenes almene vandkemiske tilstand. Datagrundlaget for **Tabel 3** findes i **Bilag 1** og **Bilag 3**.

I stort set alle vandløb ligger sommerniveauet af BOD₅ under 2 mg O₂/l og er dermed ret lavt og uden forskel mellem vandløb med og uden levende muslinger. Kun i Susåens nedre del er BOD₅ væsentligt højere pga. udledning af fytoplankton fra Tystrup-Bavelse Sø længere opstrøms.

I Holmehave Bæk og Stor Å, der kun har tomme skaller, ligger niveauet af opløst nitrat-N i nærheden af de ca. 3,6 mg N/l, som i Tyskland anses for at kunne medføre ujævn/ringe rekruttering af unge muslinger (ref. 9.29, 9.30 og 9.31). I de øvrige vandløb ligger niveauet af opløst nitrat-N betydeligt lavere og uden væsentlig forskel mellem vandløb med og uden levende muslinger.

Tabel 3. Sommer-(maj-september)gennemsnit af BOD5 (iltforbrug over 5 døgn til biologisk omsætning af organisk stof) og N2+3-N (opløst nitrat-N) målt i vandløb i 2010-2013. Desuden er det angivet, om vandløbet ved den seneste overvågning i 2007-2013 indeholdt lokaliteter med enten levende individer af tykskallet malermusling, kun tomme skaller eller er med mulig rekruttering af unge muslinger.

***)**: Mulig rekruttering af unge muslinger defineret som fund af muslinger med en længde ≤ 30 mm.

****)**: I Hågerup Å stammer måledata fra perioden 2002-2005, som er medtaget pga. den mulige rekruttering.

Kommune	Vandløb	BOD5 (sommer- gns.) mg O2/l	NO2+3- N, opløst (sommer- gns.) mg N/l	Tykskallet Malermusling		
				Levende	Kun tomme skaller	Mulig rekruttering (*)
Næstved/Ringsted/Faxe	Suså, øvre	1,8	1,36		X	
Næstved/Ringsted/Sorø	Suså, mellem	1,7	1,48		X	
Næstved	Suså, nedre (ns. Tystrup- Bavelse Sø)	4,4	1,36		X	
Faaborg-Midtfyn	Odense Å, øvre	1,6	2,04	X		
Odense	Odense Å, nedre	1,3	2,14	X		
Faaborg-Midtfyn	Hågerup Å, nedre (**)	0,9	2,33	X		X
Odense	Lindved Å	1,1	1,23		X	
Assens	Holmehave Bæk, øvre	-	3,40		X	
Kerteminde/Odense	Geels Å	1,6	1,23		X	
Assens/Middelfart	Brende Å	1,5	2,19		X	
Middelfart	Storå	1,1	2,86		X	

I Lindved Å og Geels Å på Fyn er der kun fundet tomme skaller og ingen elritser. Ikke desto mindre er der målt meget lave niveauer af såvel BOD₅ som opløst nitrat-N. Bestandene af muslinger og elritser i de to vandløb kan være forsvundet af andre vandkemiske årsager. Alligevel er det nærliggende at antage, at det nu er fraværet af elritser, der er den væsentligste hindring for reetableringen af en muslingebestand i disse to vandløb.

Det skal bemærkes, at der for vandløbene Ryds Å og Torpe Kanal, der begge huser levende muslinger, ikke findes nyere vandkemiske data fra aktive målestationer i Danmarks Miljøportal. Der er således behov for, at man genoptager den vandkemiske overvågning i de to vandløb.

3.2 Hvilke trusler er der mod bevarelsen af tykskallet malermusling?

3.2.1 Forurening og eutrofiering

Det er for stormuslinger vurderet, at øget eutrofikation af vandløb kan give en større produktion, transport og aflejring af fint mudder, der kan tilstoppe porerne i sedimentet og dermed reducere ilttilførslen ned i sedimentet til skade for muslingerne (ref. 9.59).

Desuden har undersøgelser i en række polske vandløb vist, at de senere års uddøen af bestande af tykskallet malermusling i bestemte vandløb sandsynligvis er faldet sammen med en øget kulturpåvirkning af disse i form af gødsugning af marker, byggerier langs vandløbene og udledning af husspildevand (ref. 9.60). Omvendt er der fortsat tætte muslingebestande i andre vandløb, hvor kulturpåvirkningen fortsat er lille.

3.2.2 Særlige problemer for særkønnede

I ref. 9.55 anføres det, at øget dødelighed pga. habitatforringelser og forurening rammer særkønnede muslingearter som tykskallet malermusling hårdere, fordi bestandens størrelse så kan komme under en kritisk værdi, hvor produktionen af befrugtede æg bliver for lille til at opretholde bestanden (den såkaldte Allé-effekt). Desuden kan små bestande blive så isolerede, at deres genetiske variation reduceres. I ref. 9.56 angives det, at antallet af befrugtede æg hos hunner af tykskallet malermuslinger er meget afhængig af, at de optager tilstrækkeligt mange spermier fra hannerne via indåndingsvandet. I små bestande med få hanner er der således risiko for, at tætheden af spermier i vandet pga. fortynding bliver så lille, at kun en brøkdel af hunnernes æg bliver befrugtet. Ifølge ref. 9.57 (citeret i ref. 9.58) er der i små bestande således større risiko for en ujævn kønfordeling.

3.2.3 Mangel på værtsfisk

Laboratorieundersøgelse i Tjekket har vist, at ud af 27 arter af potentielle værtsfisk inficeret med glochidier af tykskallet malermusling, var det kun på tre arter, at hovedparten af glochidierne blev udviklet til unge muslinger: rudskalle, elritse og hvidfinnet ferskvandsulk (*Cottus gobio*) (ref. 9.53). Desuden viste undersøgelser af en række vandløb, hvor tykskallet malermusling nu er uddød, at fiskebestandene der var uden forekomst af primære værtsfisk. I undersøgelsen konkluderes det, at tabet af primære værtsfisk i hvert fald har spillet en additiv rolle i tilbagegangen for tykskallet malermusling i Europa. Derfor bør man i større grad end hidtil undersøge og vurdere forekomst og egnethed (kompatibilitet) af primære værtsfisk i de vandløb, hvor man ønsker at fremme en bestand af tykskallet malermusling.

I den seneste vurdering af bevaringsstatus for arten i Danmark (ref. 9.7), konstateres det, at mens elritse forekommer i Odense Å, Hågerup Å og Torpe Kanal, har denne for artens overlevelse nødvendige fiskeart ikke været til stede i Ryds Å (og Stavis Å-systemet i det hele taget) siden 1960'erne. Hvis den aldrende muslingebestand i Ryds Å ellers er reproduktionsdygtig, er det formodentlig i sidste øjeblik, hvis bestanden her skal søges reddet ved udsætning af elritser.

3.2.4 Miljøfarlige stoffer

En dansk undersøgelse af hormonforstyrrende kemikalier i vandløb og deres effekter på faunaen har vist indikationer på intersex hos hanner af spids malermusling (*Unio tumidus*), der er beslægtet med tykskallet malermusling (ref. 9.54). Muslingerne kan derfor i en vis grad være påvirket af de hormonforstyrrende stoffer. Det er dog uklart i hvor høj grad det har indflydelse på muslingebestandenes trivsel og overlevelse, fordi de producerer store mængder æg og sæd, lever længe og har få naturlige fjender. For de meget små bestande i Danmark af tykskallet malermusling kan det ikke udelukkes, at en påvirkning med hormonforstyrrende kemikalier måske er et problem, hvis de medvirker til at nedsætte muslingernes reproduktionsevne.

4. Hvad skal der til for, at arten opnår god bevaringsstatus?

4.1 Størrelse og fordeling af populationer

4.1.1 Bestandstætheder

Ifølge **ref. 9.61** anses tætheder for Tykskallet malermusling i vandløb i Sydtyskland på mindst 2-6 individer/m vandløbsstrækning at være nødvendige for at en muslingebestand kan betragtes som levedygtig. I en undersøgelse af en række svenske vandløb blev der observeret bestandstætheder på 0,08 -3,5 individer/m² (**ref. 9.24**).

I Odense Å er der i 2006 observeret tætheder op til 35,2 individer/m vandløbsstrækning (=2,35 individer/m² tilløbet Hågerup Å blev observeret tætheder på op til 2,7 individer/m vandløbsstrækning (=0,73 individer/m²), (**ref. 9.4**). Disse tætheder er af samme størrelsesorden som fundet i svenske vandløb, men langt mindre end i nogle af de nordtyske vandløb.

Som vist i **Tabel 1** er der senest (2013) observeret tætheder i Odense Å på op til 9,2 individer/m vandløbsstrækning (=0,92 individer/m²) og i Hågerup Å på op til 2,8 individer/m vandløbsstrækning (=0,62 individer/m²). I forhold til resultatet fra 2006 er den nuværende observerede maksimale tæthed af muslinger i Odense Å aftaget, mens den er uændret i Hågerup Å.

I en status fra 2007 for vandløb med tykskallet malermusling i Nordtyskland (**ref. 9.32**) var den observerede maksimale individtæthed i fire undersøgte vandløb hhv. 14, 39, 67 og 70-100 individer/m² og de tilsvarende bestandsstørrelser varierede fra ca. 1000 og op til > 100.000 individer. Den samlede muslingebestand blev opgjort til ca. 1.539.000 individer fordelt på 134 km, hvilket svarer til en gennemsnitlig tæthed på ca. 11,5 individer/m vandløbsstrækning.

4.1.2 Gældende kriterier i Danmark

De gældende kriterier for gunstig bevaringsstatus for tykskallet malermusling i Danmark beskriver den for arten ønskede bestandsstørrelse og -fordeling (**ref. 8.6**). På nationalt niveau forudsætter gunstig bevaringsstatus, at arten forekommer i den kontinentale region herunder i det østlige Jylland samt på Fyn og Sjælland/Lolland/Falster og i hvert af de tre områder i én til flere levedygtige bestande. Det er ikke muligt fagligt at begrunde et bestemt antal lokaliteter med levedygtige bestande og forekomst af arten, da sådanne antal vil afhænge af udviklingen inden for de enkelte bestande med arten. Det er ligeledes en forudsætning for en bevaring og forøgelse af artens bestande, at det samlede areal af de eventuelle nuværende og egnede levesteder for arten er stigende.

På lokalt niveau forudsætter gunstig bevaringsstatus, at der på levesteder for tykskallet malermusling opretholdes/skabes gode levevilkår for arten, således at bestanden er stabil eller stigende og i øvrigt selvreproducerende. Arealet med gode levevilkår samt tilstedeværelse af egnede værtsfisk (f.eks. elritse) skal desuden være stabil eller stigende.

4.1.3 Forslag til kriterier i Danmark

De gældende danske kriterier for gunstig bevaringsstatus er blevet kritiseret for at være overordnede, upræcise og i nogle tilfælde udokumenterede (**ref. 9.4**). Derfor er der foreslået nogle mere præcise kriterier (**ref. 9.4**), der er sammenfattet i **Tabel 4**.

Tabel 4. Sammenfatning af forslag til reviderede kriterier for gunstig bevaringsstatus beskrevet i ref. 9.4. Forslaget er udarbejdet for genetisk adskilte populationer. Kriterierne bygger primært på en tolkning af data fra ref. 9.61.

Parameter	Kriterier	Udvikling
Samlet udbredelse: Km vandløb	> 3 - 5	Uændret/stigende
Samlet bestandsstørrelse: Antal individer	> 5000	
Bestandstæthed: Individer/m vandløbsstrækning	>2	
Andel af små (2-3 cm lange) muslinger: %-andel	>10 – 20	

4.2 Hvilke biotopforbedringer skal der ske?

Mulige tiltag til biotopforbedringer kan med fordel tage udgangspunkt i de gældende danske kriterier for gunstig bevaringsstatus på lokalt niveau (ref. 9.6). Her er forbedringer af muslingens levested fordelt på de tre egenskaber vandløbsstruktur, tilstedeværelse af værtsfisk og vandkvalitet. Et forslag til de dertil knyttede biotopforbedringer og deres formål er vist i Tabel 5.

Tabel 5. Forslag til biotopforbedringer og deres formål for tykskallet malermusling opstillet på baggrund af kriterier for egenskaber for levesteder, der sikrer gunstig bevaringsstatus for arten på lokalt niveau jf. ref. 9.6.

Egenskab for levested	Bemærkning	Biotopforbedring	Formål
Vandløbsstruktur	Den typiske stryg-pool-struktur sikrer en god diversitet af vanddybder, strømhastigheder og substrattyper, som er nødvendige for udviklingen af gyde- og levesteder for tykskallet malermusling.	Restaurering ved udlægning af grus, sten og dødt ved	Øgning af rumlig variation af bund/strømforhold
		Genslyngning af udrettede strækninger	Øgning af rumlig variation af bund/strømforhold
		Udplantning af træer/buske på brinkerne	Dæmpning af vandtemperatur, stabilisering af brinker
		Etablering af sandfang	Reduktion af tidlig variation af bundforhold ved reduceret transport af partikulært stof
		Etablering af udyrkede randzoner	Reduktion af tidlig variation af bundforhold ved reduceret tilførsel af partikulært stof fra ånære arealer
		Skånsom og koordineret vedligeholdelse	Reduktion af tidlig variation af bundforhold ved at reducere/tilpasse oprensning og grødeskæring, så muslingebestanden ikke skades
		Reduktion af tilførsel af partikulært materiale fra dyrkede og befæstede arealer	Reduktion af tidlig variation af bundforhold ved reduceret tilførsel af partikulært stof fra oplandet
Tilstedeværelse af værtsfisk	Muslingelarverne parasiterer i en periode på værtsfisk som f.eks. elritse, hundestejle og diverse karpefisk, hvorved de spredes til nye levesteder.	Fjernelse af faunaspærringer	Etablering af kontinuitet for værtsfisken og dermed muslingens glochidialarver
		Etablering af brednære skjul i vandløbet (f.eks. udlagte grantræer, lavvandede bassiner)	Reduktion af prædation fra rovfisk
Vandkvalitet	Vandkvaliteten er af afgørende betydning for vandløbets egnethed som levested for tykskallet malermusling. Som udgangspunkt vurderes faunaklasse 5 efter Dansk VandløbsFauna Indeks (DVF) som minimum for arten.	Reduktion af spildevandstilførsninger ved forbedret rensning / afskæring	Reduktion af tilførsel af iltforbrugende letomsætteligt organisk stof (BOD ₅), ammoniak og andre skadelige stoffer
		Reduktion af nitrat fra dyrkede arealer til vandløb ved øget nitratfjernelse (denitrifikation) på ånære arealer (kapning af dræn / midlertidig oversvømmelse med åvand)	Reduktion af nitratniveau

De i **Tabel 5** angivne forslag til biotopforbedringer er et katalog over muligheder. For det enkelte vandløb bør man nærmere indkredse hvilke biotopforbedringer, der er relevante på den givne lokalitet. F.eks. om en restaurering ved udlægning af grus og sten er nødvendigt, eller om man kan sikre en god vandløbsstruktur for såvel musling som værtsfisk ved f.eks. alene at reducere tilførslen af partikulært materiale fra oplandet og foretage vedligeholdelsen mere skånsomt og koordineret.

Eksempelvis har replikatforsøg med fire forskellige restaureringstyper til forbedring af substratforholdene i vandløb (to typer udlæg af grusmateriale, substratoprensning, etablering af strømkoncentratorer) vist, at udlæg af nyt grus medførte de største positive ændringer (**ref. 9.62**). Omvendt gav substratoprensning negative effekter på nedstrøms strækninger i form af kraftige sedimentdeposition. I alle tilfælde aftog effekten af restaureringstyperne på de fysiokemiske forhold i substratet efter ca. et år. I undersøgelsen konkluderes det, at man i stedet bør overveje indsatser overfor substrattilførslen fra oplandet og dynamikken i det eksisterende naturlige substrat.

Disse overvejelser kan være relevante for vandløbsstrækninger med eksisterende muslingebestande, hvor gennemførelsen af omfattende biotopforbedringer af vandløbsstrukturen kan skade bestanden, hvis man ikke tager sine forholdsregler. I vandløb uden nulevende muslingebestande vil der være et større råderum for den type biotopforbedringer.

Et andet aspekt er, hvordan man øger chancen for, at biotopforbedringer fører til succes. I **ref. 9.58** anbefales det således for svenske vandløb, at man prioriterer gennemførelsen af enkle restaureringstiltag i vandløb med relativt livskraftige muslingebestande fremfor mere ressourcekrævende tiltag i vandløb med meget små bestande, hvor chancen for et godt resultat er mindre.

De angivne forslag til biotopforbedringer af vandløbsstruktur svarer i store træk til de restaureringstiltag, der er foretaget i danske vandløb af hensyn til laksefiskebestandene. Det svarer til anbefalingerne i den svenske vejledning til ophjælpning af tykskallet malermusling, hvor det angives, at muslingen har gavn af de habitatforbedringer, man anvender for laksefisk (**ref. 9.2**).

Desuden er det også i Sverige vurderet, at behovet for oprensning kan reduceres ved etablering af udyrkede randzoner og udplantning af skyggegivende træer og buske langs vandløbet (**ref. 9.24**). De tiltag kan reducere erosion og den terrænnære udledning af næringsstoffer og finpartikulært materiale til vandløbet. Øget beskygning kan reducere grødevæksten og dermed sedimentationen af finpartikulært materiale på vandløbsbunden.

I forhold til biotopforbedringer af vandløbsstruktur er det formentligt langt vanskeligere at fastslå og stedfæste behovet for forbedringer af vandkvaliteten. På den ene side kan der på en strækning bedømt til faunaklasse 5 efter Dansk VandløbsFauna Indeks (DVFI) godt være vandkvalitetsproblemer for de unge muslinger et stykke nede i bundsubstratet. På den anden side viser nyere forskning som beskrevet, at man nogle steder godt kan have selvreproducerende muslingebestande ved selv relativt høje niveauer af nitrat og BOD₅. Under alle omstændigheder er det nok rationelt at vurdere behovet for forbedringer af vandkvaliteten overfor de øvrige behov for forbedringer.

Med hensyn til forslagene i **Tabel 5** om forbedring af vandkvaliteten ved reduktion af den dyrkningsbetingede tilførsel af nitrat til vandløbet, er etablering af indskudte søer bevidst valgt fra. Nye søer i vandløbet vil kunne forrykke vandtemperaturen og (via øget turbiditet) evt. bortskygge grøden på den nedstrøms vandløbsstrækning, hvilket kan skade såvel muslinger som værtsfisk.

5. Hvilke erfaringer er der med lignende projekter udenfor Danmarks grænser?

5.1 Tyskland

I grænseområdet mellem Sydtyskland og Tjekkiet blev der i 2002-2007 gennemført et EU LIFE projekt (LIFE02 NAT/D/008458) for hhv. tykskallet malermusling og flodperlemusling (**ref. 9.63**). Projektet blev udført i en række mindre vandløb med små, aldrende muslingebestande.

Projektets formål var i første omgang at forbedre habitatforholdene for såvel muslinger som værtsfisk (elritse) ved bl.a. at reducere tilførsel og aflejring af fint sediment ved etablering af sedimentfælder, åbne drænrør og frilægge rørlagte vandløb. Desuden blev der etableret brednære skjul for værtsfiskene i form af udlagte grantræer og lavvandede bassiner for at reducere prædationen fra rovfisk. Desuden blev muslingebestanden forøget ved udsætning af glochidieinficerede værtsfisk (elritse og døbel).

Effekten af de gennemførte tiltag blev fulgt via et overvågningsprogram, der dækkede såvel fysiokemiske målinger i vand og sediment som biologiske forhold. Projektet nåede sine primære mål om at forbedre habitatforholdene og der blev i tre omgange udsat elritser inficerede med glochidier, svarende til en samlet udsætning på ca. 115.000 unge muslinger. Effekterne heraf har endnu ikke kunnet vurderes.

5.2 Sverige

I Sverige er der et EU LIFE projekt (LIFE10 NAT/SE/000046) i gang for tykskallet malermusling i perioden 2012-2016 (**ref. 9.64**). Projektet vedrører 12 vandløb i Sydsverige, hvor der i de ni er små, aldrende muslingebestande (bevaringsstatus er vurderet som ugunstig jf. Habitatdirektivets artikel 17). I de resterende tre vandløb er bestandene helt uddød.

Projektets formål er at forbedre bevaringsstatus for de resterende muslingebestande og forbedre den økologiske tilstand i de vandløb, muslingerne stadig lever i. Midlerne til at opnå disse mål består af:

- Kortlægning i syv vandløb af forekomsten af egnede arter af værtsfisk
- Restaurering i alle 12 vandløb ved genslyngning, udlægning af grus og fjernelse af spærringer
- Opdræt og udsætning af unge muslinger og glochidieinficerede værtsfisk i to vandløb
- Flytning af voksne muslinger til mere egnede habitater i seks vandløb.

Sideløbende med disse tiltag er der i projektet lagt stor vægt på at informere offentligheden via bl.a. internettet for at opbygge lokal interesse og ejerskab til projektet og den fremtidige miljøforvaltning af de 12 vandløb. Udsætningen af unge muslinger (0,5 mm lange) sker ved udlægning på vandløbsbunden af såkaldte "Schneider-bokse", hvori man kan følge muslingernes overlevelse i vandløbet. Som kuriosum skal det nævnes, at projektets første opdrættede levedygtige musling (kaldet Bob) har sin egen blog på nettet ("Bob's blog")!

Samlet forventes projektet at forbedre bevaringsstatus for otte muslingebestande ved at øge rekrutteringen af unge muslinger. Tiltag i de tre vandløb med uddøde muslingebestande forventes først udført efter afslutningen af det aktuelle projekt.

5.3 Luxembourg

I Luxembourg er der et LIFE-projekt (LIFE11 NAT/LU/000857) i gang til ophjælpning af tykskallet malermusling i to vandløb i NATURA 2000-områder i perioden 2012-2018 (**ref. 9.65**). Projektet omfatter tiltag til nedbringelse af erosion og udledning af fint sediment til vandløbene, udlægning af grus, fjernelse af spærringer, bekæmpelse af invasive arter (muskusrotte) samt opdræt af muslinger, der udsættes efter 3 år som 2 cm lange muslinger. Endeligt omfatter projektet et overvågningsprogram til måling af vandkvalitetsparametre og undersøgelse af fiskebestande.

6. Hvilke muligheder er der for udvidelse af bestande, ved:

6.1 Opdræt og reintroduktion af muslinger

6.1.1 Tyskland

I grænseområdet mellem Sydtyskland og Tjekkiet blev der i 2002-2007 gennemført et EU LIFE projekt (LIFE02 NAT/D/008458) for hhv. tykskallet malermusling og Flodperlemusling (**ref. 8.61**). Projektet blev udført i en række mindre vandløb med små, aldrende muslingebestande. Som del af projektet søgte man i at forøge muslingebestanden ved udsætning af glochidieinficerede værtsfisk (elritse og døbel). Metoden hertil bestod i at indsamle fertile hun- og hanmuslinger og opbevare dem i et akvarium med vand fra det vandløb muslingerne var indsamlet fra. Efter at befrugtningen var sket, blev modningen af glochidierne i de drægtige hunmuslinger overvåget. Når glochidierne var modne til frigivelse, blev egnede værtsfisk indfanget fra samme vandløb og opbevaret sammen med hunmuslingerne i nogle timer. Når infektionsgraden hos værtsfiskene var optimal, blev de genudsat i vandløbet på nyrestaurede, opstrøms beliggende strækninger i deres hjemvandløb. Efter ca. fire uger faldt de unge muslinger af værtsfisken. På den måde blev ca. 115.000 unge muslinger udsat. I 2007 blev der i vandløbene fundet 4 år gamle muslinger, som stammede fra den første udsætning af glochidieinficerede værtsfisk i 2003.

6.1.2 Sverige

I Sverige er der et EU LIFE projekt (LIFE10 NAT/SE/000046) i gang for tykskallet malermusling i perioden 2012-2016 (**ref. 9.64**). Projektet vedrører 12 vandløb i Sydsverige. En del af projektet er reintroduktion af unge muslinger i to vandløb, hvor arten tidligere har levet. Første trin har været at identificere de værtsfisk, som muslingen parasiterer på som glochidier. Derefter er der udviklet en pålidelig metode til opdræt af unge muslinger ved at inficere indfangne egnede lokale værtsfisk (hvidfinnet ferskvandsulk) med glochidier fra drægtige hunmuslinger indsamlet fra et nabovandløb med en levedygtig muslingebestand. Udsætningen foregår i nyrestaurede vandløb, bl. a. Fyleåen i Skåne. For at overvåge om udsætningen lykkes, bliver de unge 0,5 mm lange muslinger udsat i såkaldte Schneider-bokse fordelt i vandløbet. Muslingerne kan ikke slippe ud af Schneiderboksen, og man kan derfor følge muslingens trivsel løbende. I 2013 og 2104 er der på den måde udsat hhv. ca. 2000 og 5000 unge muslinger i Fyleåen. I maj 2014 blev der fundet overlevende muslinger fra udsætningen i 2013. Dette tyder på, at de udsatte muslinger overlever, og at der kan etableres en bestand.

6.1.3 Luxembourg

I Luxembourg er der et LIFE-projekt (LIFE11 NAT/LU/000857) i gang til ophjælpning af tykskallet malermusling i to vandløb i NATURA 2000-områder i perioden 2012-2018 (**ref. 9.65**). Projektet omfatter bl.a. udsætning af opdrættede muslinger. Det foregår ved indsamling af drægtige hunmuslinger og værtsfisk (hvidfinnet ferskvandsulk, elritse) fra de pågældende vandløb. De opdrættede unge muslinger passes og fodres i 3 år, før de udsættes i vandløbene som ca. 2 cm lange muslinger. Desuden indfanges der værtsfisk, der bliver genudsat efter, at de er blevet inficeret med glochidier. Planen er i hvert vandløb at udsætte 200 inficerede værtsfisk pr. år og efter 3 år at udsætte 500-1000 muslinger pr. år.

6.1.4 Øvrige forhold

Laboratorieforsøg har vist, at den optimale vandtemperatur til opdræt af såvel tykskallet malermusling som værtsfisken elritse er 17 °C (**ref. 9.27**).

Med udgangspunkt i situationen for den stærkt truede Flodperlemusling er der rejst kritik af det hensigtsmæssige i at udsætte kunstigt opdrættede muslinger på lokaliteter med truede bestande (**ref. 9.66**). Man peger på, at udsætning ikke må erstatte habitatforbedringer og at kunstigt opdræt

af truede muslingearter kun bør betragtes som sidste udvej for prioriterede truede bestande, som ikke kan nå at få gavn af habitatforbedringer og derfor ellers står til at uddø.

6.2 Opdræt og udsætning af elritse

I den seneste status for tykskallet malermusling i Danmark bemærkes det for den aldrende muslingebestand i Ryds Å på Fyn, at hvis bestanden ellers er reproduktionsdygtig, er det formodentlig i sidste øjeblik, hvis bestanden her skal søges reddet ved udsætning af elritser (**ref. 9.7**). Så der er nogle steder behov for at reintroducere elritser i vandløb, der har mistet deres oprindelige bestande.

En eftersøgning på digitale medier af litteratur om udsætning af elritse ved enten flytning eller opdræt har dog ikke givet resultater. Ifølge **ref. 9.46** blev elritse tidligere brugt som akvariefisk, så det er muligt, at det kan lade sig gøre at opdrætte elritser til efterfølgende udsætning. Alternativet er at flytte et mindre antal elritser fra et vandløb med en god elritsebestand til et vandløb uden elritser. I begge tilfælde bør man forinden sikre sig, at habitatforholdene er tilfredsstillende for arten således, at de udsatte elritser kan reproducere sig naturligt og dermed etablere en bestand uden behov for supplerende udsætninger.

Rådgiver er bekendt med, at Odense Kommune har elfisket, indfanget og udsat elritse i Ryds Å som et forsøg, men er dog ikke videre bekendt med, om der er foretaget en opfølgning heraf i form af en effektundersøgelse af, om fisken har etableret sig i vandløbet, eller om udsætningen har afstedkommet, at muslingerne igen kan reproducere ved hjælp af en introduceret værtsfisk.

Rådgiver har i forbindelse med denne undersøgelse henvendt sig til Fyns Laksefisk, Elsesminde, som har tilkendegivet, at de gerne vil deltage i et projekt med opdræt og udsætning af muslinger i danske vandløb som led i et EU-Lifeprojekt.

6.3 Hvad betyder de genetiske forhold, er det samme slægt i danske populationer og i udenlandske?

Den nordeuropæiske form af tykskallet malermusling, som findes i Danmark, Sverige, Nordtyskland, Polen, Baltikum, Rusland og Finland tilhører den nominotypiske race (den underart (geografiske race) som er først beskrevet for en art med flere underarter) *Unio crassus crassus* Philipsson (**ref. 9.58**). Rhinen- og Donau-flodsystemerne i Mellemeuropa og en række flodsystemer i Frankrig har sine egne specifikke underarter.

For den vigtigste værtsfisk i Danmark – elritse – tyder meget på, at den selv i sin nuværende beskrevne form omfatter mere end én art (**ref. 8.45**).

6.3.1 Forligelighed mellem muslinger og værtsfisk

Som tidligere nævnt har nye undersøgelser vist et mere kompliceret samspil mellem værtsfisk og glochidier end tidligere antaget (**ref. 9.41**). Således kan egnetheden (infektionsraten) indenfor en given art af primær værtsfisk variere mellem forskellige lokale bestande af arten. Før man starter et opdræt af unge muslinger, bør man undersøge hvorvidt den lokale bestand af primære værtsfisk, der påtænkes anvendt hertil, bliver inficeret med glochidier i tilstrækkelig grad.

Ligeledes er det tidligere nævnt, at nye undersøgelser i et fragmenteret vandløbssystem i Tjekkiet har vist, at nyligt isolerede, men nært forekommende muslingebestande har forskellig evne til at infestere den samme art af værtsfisk (**ref. 9.42**). I undersøgelsen foreslås det, at man forud for projekter til ophøjning af muslingebestande anvender "kryds-tests" (small-scale cross-compatibility testing) for at undersøge, hvorvidt en given muslingebestand er i stand til at inficere en given art/bestand af værtsfisk. En sådan undersøgelse bør også udføres i Danmark for at få

bekræftet, om de nuværende lokale bestande af elritse er de bedst egnede værtsfisk for de nuværende muslingebestande.

6.4 Andre forslag til aktiviteter for konkrete forvaltningstiltag

I en status for tykskallet malermusling i Nordtyskland anbefales det, at man til vandløb med muslingebestande undgår yderligere tilførsel af nitrat og på forhånd vurderer anlægsopgaver for deres evt. effekter på muslingerne (ref. 9.32). Desuden foreslås der er række konkrete beskyttelsestiltag:

- Etablering/opbevaring af tidsserier for værtsfisk (typer/tæthed)
- Udsætning af værtsfisk kunstigt inficeret med glochidier
- Akkumulering af voksne muslinger i vandløbene for at øge sandsynligheden for befrugtning
- Identifikation, reduktion og fjernelse af kulturbetingede nitrat-kilder

I forhold til den nuværende nationale overvågning i Danmark af fiskebestande i vandløb (typisk hvert 6. år på hver lokalitet) er der behov for etablering af tidsserier for værtsfisk (elritse). Overvågningen bør dække de lokaliteter, hvor elritsen aktuelt forekommer og ikke kun der, hvor der er eller har været bestande af tykskallet malermusling. Derved kan man også få kendskab til de vandløb, der måske ikke har huset muslingen, men hvor en stor bestand af elritse kan være grundlaget for at introducere muslingen f.eks. ved at inficere indfange elritser med glochidier og derefter genudsætte værtsfiskene.

I Frankrig har man udviklet et modelværktøj (Species Distribution Models, SDM) for bl.a. arter af malermusling (slægten *Unio*) (ref. 9.67). Ud fra en række naturbetingede variable kan modellen på kort udvælge de vandløbstrækninger, hvor der sandsynligvis oprindeligt har været egnede habitatforhold for muslinger. Modellen er anvendt til at fastslå omfanget af tilbagegangen for muslingearterne ved sammenligning med den nuværende udbredelse i forhold til den modelberegne "ideelle" udbredelse. Modellen har med høj sikkerhed også kunnet udpege den nuværende udbredelse af muslinger.

Man kan forestille sig en lignende model for vandløb i Danmark anvendt til udpegning af egnede vandløb uden nogen kendt (uddød) muslingebestand, men med så store bestande af værtsfisk (elritse), at der med fordel kunne introduceres muslinger fra en anden lokalitet med henblik på at etablere en ny muslingebestand.

7. Hvordan skal man udføre overvågning?

7.1 Hvad skal der til for at vurdere virkningen af indsatser?

7.1.1 Overvågning før og efter indsats

For at kunne vurdere virkningen af indsatser skal der udføres overvågning såvel før som efter gennemførelsen af indsatser på den aktuelle vandløbsstrækning. Overvågningen før gennemførelsen af indsatser bør udføres mindst én gang. Overvågningen efter gennemførelsen af indsatser bør gentages årligt over en årrække for bl.a. at følge en evt. rekruttering hos muslingebestanden og år-til-år-udviklingen hos værtsfiskene og de forklarende fysiske/kemiske/biologiske parametre.

I Danmark foretages der en national overvågning af forekomst, tæthed og aldersfordeling af tykskallet malermusling samt forekomst, tæthed og infektionsgrad af dens værtsfisk elritse (**ref. 9.3**). Det vurderes, at den praktiske del af denne overvågning er hensigtsmæssig at anvende såvel før som efter gennemførelsen af indsatser.

Den praktiske del overvågningen består i en indledende screening for evt. forekomst af muslingen. Screeningen af hvert prøvefelt udføres med vandkikkert i perioden 1/5-15/6. Ved observeret forekomst foretages der med det samme en registrering af tætheder og aldersstruktur (måling af størrelsesfordeling) af muslingerne med vandkikkert eller dykning indenfor et afgrænset areal. Endeligt foretages der i samme periode elbefiskning efter værtsfiskens elritse for at opgøre bestandstætheden og hjemtage et mindre antal til undersøgelse for glochidier.

Før gennemførelse af indsatser bør der supplerende foretages overvågning i form af:

- Dansk VandløbsFauna Indeks (DVFI)
- Dansk Fysisk Indeks (DFI) (**ref. 9.68**)
- Måling af sedimentdeposition (f.eks. ved brug af sedimentfælder)
- Vandkvalitet [BOD₅, total-kvælstof (tot-N), nitrat (opløst NO₃-N), total-fosfor (tot-P), opløst fosfat (opløst PO₄-P), Suspenderet stof, Glødtab af suspenderet stof]

Overvågning ved DVFI og DFI foretages mindst én gang på såvel vandløbsstrækningen med indsats som strækningerne lige op- og nedstrøms.

Måling af sedimentdeposition og vandkvalitet foretages repræsentativt på vandløbsstrækningen med indsats over et længere tidsrum.

Efter gennemførelsen af indsatser bør de samme målinger (DVFI, DFI, sedimentdeposition, vandkvalitet) foretages årligt over en årrække for at kunne følge år-til-år-udviklingen og sætte den i relation til udviklingen af muslinge- og elritsebestanden. Hvis udviklingen hos bestandene efter gennemførelse af indsats ikke har været positiv, bør overvågningen samlet kunne give svar på, om det f.eks. er fordi sedimentdepositionen ikke er reduceret som forventet.

I Sverige er det vedtaget en national overvågningsstrategi for stormuslinger (bl.a. Tykskallet Malermusling), som meget detaljeret beskriver metoder til såvel screening for forekomst af arten som opgørelse af bestandsstørrelse, herunder rekrutteringsstatus for unge muslinger (**ref. 9.70**). Ifølge strategien skal overvågningen af muslingerne kombineres med vandkemiske analyser og kvantitativt elfiskeri - sidstnævnte for at overvåge forekomsten af muslingernes værtsfisk. Den i Danmark anvendte nationale overvågningsstrategi for Tykskallet Malermusling (**ref. 9.3**) svarer ret nøje til den svenske.

7.1.2 Usikkerhed ved vandkikkert-undersøgelser

En ny undersøgelse af den sæsonmæssige fordeling og bevægelse hos tre bestande af tykskallet malermusling i Sydtyskland har vist, at muslingerne om sommeren i højere grad flyttede sig og opholdt sig i overfladen af bundsubstratet (**ref. 9.69**). Desuden varierede den synlige andel af bestanden med op til 69 % bestandene imellem. I undersøgelsen anbefales det, at der udarbejdes internationale standarder for tidspunkt og type af indsamling/registrering af muslinger. Indsamlingen bør foregå i sommerperioden og for visse bestande foregå med håndsamling af muslingerne.

I Frankrig er der for nyligt foretaget en undersøgelse af 16 vandløbslokaliteter med tykskallet malermusling, hvor man sammenlignede optælling af muslinger med hhv. vandkikkert og i opgravet bundsubstrat (10 cm substratdybde) (**ref. 9.71**). Observationer med vandkikkert var tilstrækkelig til at registrere tilstedeværelse af muslinger. I forhold til at optælle muslinger i opgravet bundsubstrat, blev kun 10 % af muslingerne registreret med vandkikkert. Undersøgelsen konkluderer, at det i nogle tilfælde er nødvendigt at optælle muslingerne i opgravet bundsubstrat, hvis man ønsker et mere nøjagtigt estimat af deres tæthed og aldersfordeling, hvilket især er væsentligt for vurdering af andelen af unge muslinger i bestanden. Opgravning kan skade muslingerne og ødelægge habitatet, men kan i et vist omfang begrænses ved kun at opgrave i et antal små kvadrater på lokaliteten, der udgør en lille del af lokaliteten.

7.1.3 Overvågning af arter ved analyse af eDNA

I 2006 blev der i Sverige identificeret artsspecifikke DNA-profiler for alle arter af stormuslinger, herunder tykskallet malermusling (**ref. 9.58**). Derved blev det muligt at identificere muslingerne til art hurtigt og billigt ved brug af DNA-profilerne og udformede artsspecifikke "DNA-primers" (= specifik streng af nukleinsyrer, der fungerer som startsted for syntese af DNA). Metoden kan bruges til artsbestemmelse af glochidielarver.

Undersøgelser i Frankrig i 2011 viste for første gang, at afstødt DNA-materiale fra fisk og padder i vand kun blev detekteret op til under en måned efter, at organismerne var fjernet fra vandet (**ref. 9.72**). Observationen åbnede op for perspektiverne om at anvende "environmental DNA" (eDNA) til at detektere aktuel forekomst af specifikke arter i vandmiljøet ved DNA-sekventering, opformering af DNA-produkter ved PCR-teknik (=Polymerase Chain Reaction ('polymerasekædereaktion') og efterfølgende artsbestemmelse ved artsspecifikke markører i DNA.

Efterfølgende viste danske undersøgelser, at forekomsten af et bredt udvalg af dyrearter fra ferskvand (herunder hvirvelløse dyr) kan detekteres til nær 100 % nøjagtighed ved analyse af en vandprøve for artsspecifik eDNA (**ref. 9.73**). Ved anvendelse af qPCR-teknik ("Quantitative Polymerase Chain Reaction") kan eDNA tilmed anvendes til at kvantificere forekomsten af en given art. I undersøgelsen er det bemærket, at metoden bør fintunes mht. de enkelte typer af afstødt DNA-materiale og deres nedbrydning i vandmiljøet, samt effekterne på eDNA af miljøfaktorer (f.eks. temperatur, pH, ledningsevne, bakterier). Undersøgelsen konkluderer, at den nye metode åbner op for en hurtig, omkostningseffektiv og standardiseret overvågning af forekomst og tæthed af truede arter i ferskvand.

I **ref. 9.74** støttes denne vurdering med den tilføjelse, at metoden også er egnet til overvågning af sjældne arter, fordi hidtidige feltmetoder i nogle tilfælde kan skade arten og dens levested og derfor ikke kan anvendes. Omvendt peges der på, at der bør tilvejebringes mere viden om mulige effekter af forskellige anvendte praksis i felt og laboratorie til indsamling, forarbejdning og detektering af eDNA. De kan muligvis have betydning for, om man kan skelne mellem meget nært beslægtede arter, der måske ikke har samme behov for ophjælpning.

Sidenhen er der i Polen ved sekventering af DNA-materiale fra tykskallet malermusling for første gang udviklet specifikke mikrosatellitmarkører, der kan anvendes til bl.a. at identificere muslingerne ud fra afstødt DNA-materiale i en vandprøve (eDNA-overvågning) (**ref. 9.75**). Desuden kan man vurdere slægtskabsforhold og genetisk variation i nabobestande.

Overvågning ved anvendelse af eDNA i vandløb har den udfordring, at eDNA afstødt fra en organisme kan transporteres nedstrøms i forhold til det sted, hvor organismen lever. Nye undersøgelser udført i Schweiz viser således, at eDNA fra en sølevende slægtning til tykskallet malermusling (*Unio tumidus*) kunne detekteres i sø afløbet op til ca. 9 km nedstrøms for søen (**ref. 9.76**). Desuden varierede detektionsgraden i vandløbet af eDNA fra muslingen over året.

8. Finansieringsmuligheder – herunder LIFE

Kommunerne har tilkendegivet, at der skal etableres et større regionalt eller ligefrem nationalt projekt om tykskallet malermusling. Såfremt et projekt skal fremmes på det niveau, vil det kræve betydelige økonomiske ressourcer, der efter rådgivers opfattelse kan tilvejebringes på to måder.

8.1 Den danske Naturfond

Fonden er netop i sensommeren 2014 under etablering og det er endnu uvist hvilke konkrete aktiviteter fonden vil støtte. Det anbefales, at kommunerne holder sig opdateret med fondens fremtidige virke og indsatsområder.

EU's LIFE program

EU's LIFE program er EU's finansielle instrument for støtte til aktiviteter, der bl.a. forfølger målene i Habitatdirektivet. Eftersom tykskallet malermusling er på udpegningsgrundlaget i flere af habitatdirektivets bilag, opfylder et artsforvaltningsprojekt umiddelbart kriterierne for at kunne opnå LIFE støtte. En ansøgning styrkes, hvis projekterne ligger i Natura 2000 områder.

I henhold til LIFE forordningens (1293/2013) artikel 9 og 11 samt Bilag III (B, a, i) vil et projekt om tykskallet malermusling sandsynligvis skulle etableres som et Best Practice projekt – jf. LIFE arbejdsprogrammet for 2014-2017. Projektet vil således søge at anvende velafprøvede metoder til sikring af levesteder og med hensyn til opdræt. Arten skal desuden være i dårlig bevaringstilstand i henhold til den artikel 17 rapport, der er gældende på ansøgningstidspunktet. LIFE projekter skal som udgangspunkt have et budget på mindst 8 mio. kr.

EU's LIFE program vil kunne finansiere op til 60 % af projektomkostningerne. De resterende 40 % vil evt. kunne finansieres af Naturstyrelsens særlige LIFE pulje til national medfinansiering. Denne pulje er dog kun gældende til og med 2015 og midlerne uddeles først, når der foreligger EU tilsagn om LIFE støtte. Alternativt skal den nationale medfinansiering findes i kommunernes egne budgetter eller hos private fonde.

Ansøgning om midler fra LIFE sker via EU Kommissionens særlige internetbaserede ansøgningsportal (e-proposal). I 2014 er der ansøgningsfrist den 16. oktober. Det vurderes, at ansøgningsfristen i 2015 vil ligge lidt tidligere. Det anbefales, at arbejdet med en LIFE ansøgning startes mindst 8 mdr. før ansøgningsfristen, hvilket særligt gør sig gældende, når der er flere parter involveret, hvorved projektets kompleksitet øges.

9. Referenceliste

- 9.1. Bauer, G.: Framework and Driving Forces for the Evolution of Naiad Life Histories. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.2. Naturvårdsverket (2011): Tjockskalig målarmussla *Unio crassus*. Våglledning för svenska arter i habitatsdirektivets bilaga 2. NV-01162-10. Beslutad: 20. januari 2011.
- 9.3. Wiberg-Larsen, P. (2012): Artsovervågning af tykskallet malermusling (*Unio crassus*). Teknisk anvisning nr. V13, Version 1, 01-05-2012. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- 9.4. Larsen F.G. & Wiberg-Larsen P. (2006) Udbredelse og hyppighed af tykskallet malermusling (*Unio crassus* Philipson, 1788) i Odense Å-systemet. Flora og Fauna 112: 89-98.
- 9.5. Søgaard, B. & Asferg, T. (red.) 2007: Håndbog om arter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. – Faglig rapport fra DMU nr. 635. 226 s.
- 9.6. Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E., Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baatrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J., Aude, E. & Nygaard, B. 2005: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 457.
- 9.7. Søgaard, B., Wind, P., Elmeros, M., Bladt, J., Mikkelsen, P., Wiberg-Larsen, P., Johansson, L.S., Jørgensen, A.G., Sveegaard, S. & Teilmann, J. (2013): Overvågning af arter 2004-2011. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 240 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 50. <http://www.dmu.dk/Pub/SR50.pdf>.
- 9.8. Pihl, S. & Laursen, K. (red.) 2002: Kortlægning af arter omfattet af EF-Habitatdirektivet 1997-2000. Naturovervågning. - Danmarks Miljøundersøgelser. 144 s. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 167.
- 9.9. Hochwald, S.: Plasticity of Life-History Traits in *Unio crassus*. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.10. Petterson, E. (2012): Vilken preferens har tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) för bottensubstrat och vattenhastighet i Storån, Östergötland?. Linköpings universitet, Institutionen för fysik, kemi och biologi. Examensarbete 16 hp.

- 9.11. Lundberg, M. (2012): Habitatpreferenser hos tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) med avseende på vattendjup och beskuggning. Linköpings universitet, Institutionen för fysik, kemi och biologi. Examensarbete 16 hp
- 9.12. Bergengren, J., von Proschwitz, T. & Lundberg, S. (2002): Stormusselprojektet 2001, Del 1. Utveckling av metodik och undersökningstyp. Beskrivning av habitatval. Förekomst i fem län i södra Sverige. – Länsstyrelsen i Jönköpingslän. Meddelande 2002:19A. 129 sid.
- 9.13. Péres-Quintero, J. C. (2007). Diversity, habitat use and conservation of freshwater mollusks in the lower Guadiana River basin (SW Iberian Peninsula). *Aquatic Conserv:Mar. Freshw. Ecosyst.* 17: pp. 485-501.
- 9.14. Brown, K. M. & P. D. Banks. 2001. The conservation of Unionid mussels in Louisiana rivers: Diversity, assemblage composition and substrate use. *Aquatic Conservation*, 11:189-198.
- 9.15. M. Marzec (2010): The thick-shelled river mussel *Unio crassus* in Romincka Forest's rivers. *Folia Malacologica*. Volume 18, Issue 1, March 2010, Pages 43-46.
- 9.16. Bódis, E., Nosek, J., Oertel, N., Tóth, B., Hornung, E. & Sousa R. (2011): Spatial distribution of bivalves in relation to environmental conditions (middle Danube catchment, Hungary). *Community Ecology*, Volume 12, Number 2/December 2011, p. 210-219.
- 9.17. Zajac, K. & Zajac, T. (2011): The role of active individual movement in habitat selection in the endangered freshwater mussel *Unio crassus* Philipsson 1788. *Journal of Conchology*, Volume 40.
- 9.18. Schwalb, A. N., Pusch, M.T. (2007): Horizontal and vertical movements of unionid mussels in a lowland river. *JOURNAL- NORTH AMERICAN BENTHOLOGICAL SOCIETY*, 26, no. 2, (2007): 261-272.
- 9.19. Wächtler, K., Dreher-Mansur, M. C., & T. Richter: Larval types and Early Postlaval Biology in Naidas (Unionidae). I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.20. Zettler, M.L. & U. Jueg (1997): Vergleich von vier Populationen der Bachmuschel *Unio crassus* Philipsson 1788 (Mollusca: Bivalvia) in Mecklenburg-Vorpommern. *Schr. Malakozool.* 10, 23-33, Taf. 9-10. 1997.
- 9.21. Engel, H. (1990): Untersuchungen zur Autökologie von *Unio crassus* (Philipsson) in Norddeutschland. Diss. Univ. Hannover. 213 p. Citeret i ref. 9.4.
- 9.22. Zettler, M.L., Kolbow, D. & Gosselck, F. (1994): Die Unioniden im Warnow – Einzugsgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Bachmuschel (*Unio crassus* Philipsson 1788) (Mollusca: Bivalvia). *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* 37: 30-39. Citeret i ref. 9.4.
- 9.23. Hochwald, S.: Das Beziehungsgefüge innerhalb der Größenwachstums- und Fortpflanzungsparameter bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio crassus*

- (Phil.1788)) und dessen Abhängigkeit von Umweltparametern. Dissertation, Universität Bayreuth; 1997. BayreutherForum Ökologie Bd. 50, 1997. Citeret i ref. 9.4.
- 9.24. Nekoro, M. & Sundström, H. 2005b. Stormusslor i Södermanland 2005. Inventering av potentiella lokaler för tjockskalig målarmussla och flatdammussla i Södermanlands län.– Länsstyrelsen i Södermanlands län. Rapport 2005: 9. 29 s.
- 9.25. Hastie, L.C., Cosgrove, P. J, Ellis, N. & Gaywood, M. J. (2003): The threat of climate change to freshwater pearl mussel populations, *Ambio* Vol.32, No. 1, Feb. 2003.
- 9.26. Jansen, W., Bauer, G. & Zahner-Meike, E.: Glochidial Mortality in Freshwater Mussels. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.27. Taubert, J-E., El-Nobi, G. & Geist, J. (2014): Effects of water temperature on the larval parasitic stage of the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 24: 231–237 (2014).
- 9.28. Buddensiek, V.; Engel, H.; Fleischauer Roessing, S.; Waechtler, K. (1993): Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several northern German lowland waters II Microhabitats of Margaritifera margaritifera L, *Unio crassus* and *Unio tumidus* Philipsson. *Archiv Fuer Hydrobiologie.* 127(2): 151-166.
- 9.29. Zettler, M.L.(1996). Populationen der bachmuschel *Unio crassus* in den Einzugsgebieten der Elbe und Warnow in Mecklenburg-Vorpommern – Ein Vergleich. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1995 (Berlin), 1996, pp. 446-450.
- 9.30. Hochwald, S. (1997): Das Beziehungsgefge innerhalb der Größenwachstums- und Fortpflanzungsparameter bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio crassus* (Phil.1788)) und dessen Abhängigkeit von Umweltparametern.Dissertation, Universität Bayreuth; 1997. BayreutherForum ökologie Bd. 50, 1997.
- 9.31. Köhler, R. (2005). Observations on impaired vitality of *Unio crassus* populations in conjunction with elevated nitrate concentrations in running waters.
- 9.32. Zettler, M.L. & Jueg, U. (2007): The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca* 25 (2) 2007, p. 165-174.
- 9.33. Douda K. 2007: The Occurrence and Growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice River Basin in Respect to Water Quality. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica.* 21: 57–63.
- 9.34. Mouthon, J. (1996): Molluscs and biodegradable pollution in rivers: proposal for a scale of sensitivity of species. *Hydrobiologia* 317: 221 -229, 1996.
- 9.35. Denic, M. (2014): Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia* 2014, nr. 735, Vol. 1, 111-122.

- 9.36. Douda, K. 2010. Effects of nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20 (2010): 189-197.
- 9.37. Augspurger T, Keller A.E., Black M.C., Cope W.G., Dwyer F.J. (2003): Water quality guidance for protection of freshwater mussels (Unionidae) from ammonia exposure. *Environmental Toxicology and Chemistry* 22: 2569–2575).
- 9.38. Hus, M. Śmiałek, K. Zając, T. Zając (2006): Occurrence of *Unio Crassus* (Bivalvia, Unionidae) Depending on Water Chemistry in the Foreland of the Polish Carpathians. *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 15, No. 1 (2006), 169-172.
- 9.39. Bauer, G. & Wächtler, K.: Environmental Relationships of Naiads: Threats, Impact on the Ecosystem, Indikator Funktion. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.40. Stoeckl, K.,Taeubert, J.E., Geist, J. (2014): Fish species composition and host fish density in streams of the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) – implications for conservation. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. Article first published online: 26 MAY 2014.
- 9.41. Taeubert, J.E., Martinez, A. M. P., Gum, B., Geist, J. (2012): The relationship between endangered thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) and its host fishes. *Biological Conservation* Volume 155, October 2012, Pages 94–103.
- 9.42. Douda, K., Sell, J., Kubíková-Peláková, L., Horký, P., Kaczmarczyk, A. & Mioduchowska, M. (2014): Host compatibility as a critical factor in management unit recognition: population-level differences in mussel-fish relationships. *Journal of Applied Ecology*, Volume 51, Issue 4, pages 1085–1095, August 2014.
- 9.43. Taeubert, J.E., Gum, B., Geist, J. (2012): Host-specificity of the endangered thick-shelled river mussel (*Unio crassus*, Philipsson 1788) and implications for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Volume 22, Issue 1, pages 36–46, January 2012.
- 9.44. Wengström, N.(2009): Samspelet mellan fiskar och stormusslor. Vilka värd fiskar utnyttjas av den tjockskaliga målarmusslan *Unio crassus*? Examensarbete för naturvetenskaplig magisterexamen i Biologi. Ekologisk Zoologi, 30 hp, vt 2009. Zoologiska institutionen, Göteborgs Universitet.
- 9.45. Vicentini, H. (2005): Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus*. *Journal of Molluscan Studies* (2005) 71: p. 409–410.
- 9.46. Carl, H. (2012): Elritse *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758). I: Carl, H. & Møller, P. R. (Red.). *Atlas over danske ferskvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum, (s. 247-256).
- 9.47. Orpwood, J.E., Magurran A. E., Armstrong, J. D., Griffiths, S. W. (2008): Minnows and the selfish herd: effects of predation risk on shoaling behaviour are dependent on habitat complexity. *Animal Behaviour*, Volume 76, Issue 1, July 2008, p. 143–152

- 9.48. Bless, R. (1992): Einsichten in die Oekologie der Elritze : *Phoxinus phoxinus* (L.) : praktische Grundlagen zum Schutz einer gefährdeten Fischart. Bonn-Bad Godesberg : Bundesforschungsanstalt fuer Naturschutz und Landschaftsoekologie 1992. 57 p. Schriftenreihe fuer Landschaftspflege und Naturschutz (H. 35).
- 9.49. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – LAVES, Dez. Binnenfischerei (2011): Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Stand November 2011. Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz. Vollzugshinweise zum Schutz von Fischarten in Niedersachsen. Fischarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie und weitere Fischarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen.
- 9.50. Miljøstyrelsen (1995): Fiskenes krav til vandløbenes fysiske forhold. Et udvalg af eksisterende viden. Miljøprojekt nr. 293, 1995. Udarbejdet for Miljøstyrelsen af rådgivende biolog Jan Nielsen.
- 9.51. Naturstyrelsens hjemmeside (2014):
<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/odense-aa-og-fjord/eu-life-projekt/tykskallet/>
- 9.52. Naturstyrelsen, Odense (2014): Oplysning fra Frank Gert Larsen, Naturstyrelsen, Odense.
- 9.53. Douda, K., Horký, P., Bílý, M. (2012) Host limitation of the thick-shelled river mussel: identifying the threats to declining affiliate species. *Animal Conservation*, 15, 536-544.
- 9.54. Lassen, P., Strand, J., Dähllöf, I., Larsen, M.M., Bossi, R., Wiberg-Larsen, P., Long, M., Krüger, T. & Bonefeld-Jørgensen, E.C. 2014. Undersøgelse af hormonforstyrrende kemikalier i vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 70s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 85 <http://dce2.au.dk/pub/SR85.pdf>.
- 9.55. Bauer, G. & Wächtler, K.: Environmental Relationships of Naiads: Threats, Impact on the Ecosystem, Indikator Funktion. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.56. Lundberg, S., Pettersson, U. & Tapper, J. 2009. Genomförda naturvårdsåtgärder för bevarande av tjockskalig målarmussla *Unio crassus* i Svennevadsån-Skogaån, Örebro län, 2009. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2009:3. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.
- 9.57. Colling, M. & Schröder, E. (2005): *Unio crassus* Philipsson 1788. – [s. 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 FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Tierwelt. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 69 (1).
- 9.58. Lundberg, S., Bergengren, J. & von Proschwitz, T. (2006): Åtgärdsprogram för bevarande av tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). – Naturvårdsverket. Rapport 5658. 43 sid.

- 9.59. Patzner, R. A. & Müller, D.: Effects of Eutrophication on Unionids. I: Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionidae. G. Bauer, K. Wächtler (Eds.). ISBN 3-540-67268-0, Ecological Studies 145, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- 9.60. Abraszewska-Kowalczyk, A. (2002): Unionid bivalves of the Pilica river catchment area. *Folia Malacologica*, Vol. 10 (3) p. 99–173.
- 9.61. Henker, A., Hochwald, S., Ansteeg, O., Audorff, V., Babl, A., Krieger, B., Krödel, B., Potrykus, W., Schlumprecht, H. & Strötz, C. (2003): Zielarten-orientierte Regeneration zweier Muschelbäcke in Oberfranken. *Angewandte Landschaftsökologie* 56, 244 p.
- 9.62. Pander, J., Mueller, M., Geist, J. (2014): A comparison of four stream substratum restoration techniques concerning interstitial conditions and downstream effects. *River Research and Applications*, Article first published online: 13 JAN 2014.
- 9.63. <http://www.life.bezirk-oberfranken.de> (<http://www.life.bezirk-oberfranken.de/pics/Laienbericht600EN.pdf>).
- 9.64. <http://www.ucforlife.se>
- 9.65. <http://www.unio.lu>
- 9.66. Gum, B., M. Lange & J. Geist, 2011. A critical reflection on the success of rearing and culturing juvenile freshwater mussels with a focus on the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21: 743–751.
- 9.67. Prié, V., Molina, Q., Gamboa, B. (2013): French naiad (Bivalvia: Margaritiferidae, Unionidae) species distribution models: prediction maps as tools for conservation. *Hydrobiologia* September 2014, Volume 735, Issue 1, pp 81-94.
- 9.68. Wiberg-Larsen, P. (2013): Dansk Fysisk Indeks – DFI. Teknisk anvisning nr. V05, Version 2.0, 17-04-2013. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- 9.69. Zieritz, A., Geist, J., Gum, B. (2014): Spatio-temporal distribution patterns of three stream-dwelling freshwater mussel species: towards a strategy for representative surveys. *Hydrobiologia*, September 2014, Volume 735, Issue 1, pp 123-136.
- 9.70. Bergengren, J., von Proschwitz, T., Lundberg, S., Söderberg, H., Norrgrann, O., Österling, M. & Olsson, I. (2012): *Unio crassus* for LIFE. The monitoring handbook of large freshwater mussels. ACTION A1 DELIVERABLE: "The Monitoring Handbook". County Administrative Board of Jönköping, Västernorrland and Skåne, The Natural History Museum in Gothenburg and Stockholm, and Karlstad university and County Administrative Board of Scania.
- 9.71. Lamand, F., Beisel, J. N. (2014): Comparison of visual observation and excavation to quantify density of the endangered bivalve *Unio crassus* in rivers of north-eastern France. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* Number 413, 2014.

- 9.72.** Dejean, T., Valentini, A., Duparc, A., Pellier-Cuit, S., Pompanon, F., Taberlet, P. & Miaud C. (2011): Persistence of Environmental DNA in Freshwater Ecosystems. PLOS ONE (www.plosone.org), August 2011, Volume 6, Issue 8.
- 9.73.** Thomsen, P.F., Kielgast, J.O.S., Iversen, L.L., Wiuf, C, Rasmussen, M., et al. (2012): Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular Ecology* 21: 2565–2573.
- 9.74.** Lodge, D.M., Turner, C.R., Jerde, C.L., Barnes, M.A., Chadderton, L., Egan, S.P., Feder, J.L., Mahon, A.R. & Pfrender, M.E. (2012): Conservation in a cup of water: estimating biodiversity and population abundance from environmental DNA. *Molecular Ecology* (2012) 21, 2555-25558 (News and views).
- 9.75.** Sell, J., Mioduchowska, M., Kaczmarczyk, A. & Szyman'czak, R. (2013): Identification and Characterization of the First Microsatellite Loci for the Thick-Shelled River Mussel *Unio crassus* (Bivalvia: Unionidae). *Journal of Experimental Zoology*, 319A:p. 113–116, 2013.
- 9.76.** Deiner, K. & Altermatt, F. (2014): Transport Distance of Invertebrate Environmental DNA in a Natural River. PLOS ONE (www.plosone.org), February 2014, Volume 9, Issue 2.

Bilag 1

Lokaliteter med seneste registrering af levende individer af tykskallet malermusling (<i>Unio crassus</i>) i Danmark i perioden 2007-2013.											
Overvågningsdata er udtrukket fra Danmarks Miljøportal/Naturdata/NOVANA-artsovervågning med statuskode 300 (FDC KS) og 210 (MC godkendte data). DVFI = faunaklasse bedømt efter Dansk VandløbsFauna Indeks.											
Kommune	Habitatom-råde-nr. (0 = udenfor habitatom-råde)	ObsSted Id	Vandløb og lokalitet	Dato (ååååmmdd)	Skøn-net be-stand	Skønnet alders-fordeling	Individer /m2	Individer /m	Mindste fundne levende (længde/bredde/tykkelse i mm)	DVFI tilstand jf. forslag til Vand-plan 2013	Dansk Fysisk Indeks (DFI, normalis.). tilstand jf. Vandplan 2009-2015
Faaborg-Midtfyn	98	575767	Hågerup Å, Espe Højlodder	20130516			0,62	2,80	17/9/3	7	0,73
Faaborg-Midtfyn	98	575772	Hågerup Å, Hågerup	20130515			0,16	0,90	41/24/14	7	0,82
Faaborg-Midtfyn	98	575496	Hågerup Å, Lydinge Haver, Johannes minde	20130516			0,49	1,95	39/21/10	7	0,73
Faaborg-Midtfyn	98	465225	Hågerup Å, opstrøms Lydinge Mølle	20130828	Mange (>20/100m)	Både yngre og ældre individer	0,23	0,75	32/18/9	6	0,69
Faaborg-Midtfyn	98	575765	Hågerup Å, Stilledal	20130515			0,60	2,40	32/21/11	6	0,68
Odense	98	754268	Odense Å, Elle Mølle	20130606			0,42	5,26	44/25/15	6	0,62

Odense	98	575473	Odense Å, Fangel nedstrøms Vibækrend en	20130507			0,14	1,80	48/26/15	7	0,65
Odense	98	759313	Odense Å, Fruens Bøge	20130506			0,05	0,85	51/30/18	6	0,63
Odense	98	575802	Odense Å, Kratholm	20130506			0,12	1,75	41/23/14	5	0,74
Odense	98	575108	Odense Å, nedstrøms Damhaveb ækken	20130508			0,92	9,15	30/18/9	4	?
Faaborg- Midtfyn	98	707692	Odense Å, opstrøms Brynemad e	20120523	Få (1- 5/100m)	Overvej. ældre individer	Enkelt- fund	Enkelt- fund	65/38/25	6	0,59
Odense	0	575128	Ryds Å, Påruphalle n	20130903			0,41	1,45	64/37/30	6	0,57
Odense	0	575463	Ryds Å, Tarup (for enden af Ternevej)	20090624			0,02	0,05	69/40/30	4	0,58
Odense	0	575447	Ryds Å, Tarup nedstrøms Rugårdsvej	20130904			0,01	0,05	54/34/24	4	0,58
Odense	0	575147	Ryds Å, Villemølle, opstrøms Spangsvej	20130904			0,09	0,30	67/44/35	6	0,57
Næstved	0	575435	Torpe Kanal, opstrøms Ravnstrup Skov	20090921			0,02	0,05	77/48/29	6	0,35
Næstved	0	465288	Torpe Kanal, Skullerup Bro	20090921			0,15	0,30	41/29/17	5	0,62

Bilag 2

Lokaliteter med seneste registrering af **kun tomme skaller** af tykskallet malmusling (*Unio crassus*) i Danmark i perioden 2007-2013.

Overvågningsdata er udtrukket fra Danmarks Miljøportal/Naturdata/NOVANA-artsovervågning med statuskode 300 (FDC KS) og 210 (MC godkendte data). DVFI = faunaklasse bedømt efter Dansk VandløbsFauna Indeks.

Kommune	Habitat- område-nr. (0 = udenfor habitat- område)	ObsStedId	Vandløb og lokalitet	Dato (ååååmmdd)	Skønnet bestand	Skønnet antal tomme skaller	DVFI tilstand jf. Vandplan 2009-2015	Dansk Fysisk Indeks (DFI, normaliseret) tilstand jf. Vandplan 2009- 2015
Odense	0	465193	Ellebækken (Borreby Møllebæk), Helvede Bro	20070522	Ingen	Få (1-5/100m)	5	0,61
Assens	0	707873	Brende Å, Favrskov	20120904	Ingen	Få (1-5/100m)	7	0,74
Middelfart	0	465239	Brende Å, opstrøms Assensvej	20120904	Ingen	Alm. (5-20/100m)	7	0,76
Middelfart	0	465237	Brende Å, Tanderup	20120904	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,7
Assens	0	465241	Brende Å, Åbro	20070614	Ingen	Få (1-5/100m)	7	0,75
Næstved	0	465267	Flads Å, Rettestrup	20070530	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,52
Odense	0	465187	Geels Å, Lindevang	20070514	Ingen	Alm. (5-20/100m)	6	0,71
Kerteminde	0	465189	Geels Å, opstrøms Østergård	20070514	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,56
Kerteminde	0	707872	Geels Å, Radstrup	20120530	Ingen	Få (1-5/100m)	7	0,56
Kerteminde	0	707871	Geels Å, Tveskov	20120530	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,56
Kerteminde	0	465179	Geels Å, Østergård Skov	20120530	Ingen	Mange (>20/100m)	6	0,71
Kerteminde	0	465184	Geels Å, Østergård Skov	20090811	Ingen	Mange (>20/100m)	6	0,71

Assens	0	465195	Holmehave Bæk, Frankfri	20070522	Ingen	Alm. (5-20/100m)	4	0,79
Faaborg-Midtfyn	98	707693	Hågerup Å, Bøjdenvej	20120524	Ingen	Alm. (5-20/100m)	5	0,92
Faaborg-Midtfyn	98	465228	Hågerup Å, Lindegårde	20130828	Ingen	Mange (>20/100m)	6	0,69
Faaborg-Midtfyn	98	465231	Hågerup Å, Sundsgård	20070611	Ingen	Alm. (5-20/100m)	5	0,72
Odense	98	451632	Lindved Å, Killerup	20090812	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,66
Odense	98	465177	Lindved Å, Neder Holluf	20070522	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,66
Odense	98	707687	Lindved Å, Neder Holluf	20120906	Ingen	Alm. (5-20/100m)	7	0,66
Odense	98	465178	Lindved Å, nedstrøms Hovedvej A1.	20120524	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,68
Faaborg-Midtfyn	98	707689	Odense Å, nedstrøms Sallinge Å	20120522	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,59
Faaborg-Midtfyn	98	707690	Odense Å, Onsebakke	20120522	Ingen	Mange (>20/100m)	5	0,65
Faaborg-Midtfyn	98	707691	Odense Å, Søeng	20120522	Ingen	Mange (>20/100m)	5	0,64
Ringsted	0	465258	Ringsted Å, Engeldrupgård	20070529	Ingen	Få (1-5/100m)	4	0,67
Odense	0	465236	Ryds Å, Enghaver	20070608	Ingen	Få (1-5/100m)	7	0,63
Faaborg-Midtfyn	98	707688	Sallinge Å, Erikshåb	20120523	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,54
Faaborg-Midtfyn	98	465197	Sallinge Å, Gelskov	20120523	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,54
Faaborg-Midtfyn	98	575434	Sallinge Å, nedstrøms Sallinge	20090812	Ingen	Mange (>20/100m)	7	0,61
Faaborg-Midtfyn	98	465199	Sallinge Å, Sallinge	20070612		Alm. (5-20/100m)	7	0,61
Faaborg-Midtfyn	98	707695	Sallinge Å, Sallinge	20120523	Ingen	Mange (>20/100m)	5	0,51
Faaborg-Midtfyn	98	707694	Sallinge Å, Sallinge Lunde	20120524	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,57
Faaborg-Midtfyn	98	465196	Sallinge Å, Skrigeskov	20070612	Ingen	Alm. (5-20/100m)	6	0,63
Odense	0	575123	Stavis Å, Næsby	20090804	Ingen	Alm. (5-20/100m)	6	0,43

Middelfart	0	707681	Storå, nedstrøms Rugaardsvej	20120904	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,65
Næstved	194	465243	Suså, Assendrup	20070529	Ingen	Få (1-5/100m)	4	0,48
Næstved	194	465266	Suså, Holløse Bro	20070530	Ingen	Mange (>20/100m)	4	0,53
Ringsted	194	465244	Suså, Møllebro ved Eskildstrup Mølle	20070529	Ingen	Få (1-5/100m)	4	0,41
Næstved	194	465270	Suså, nedstrøms Lilleå (Novana st.)	20070625	Ingen	Mange (>20/100m)	4	0,8
Ringsted	194	465246	Suså, Nymølle Bro	20070629	Ingen	Alm. (5-20/100m)	4	0,41
Faxe	194	465291	Suså, Postbro ved Gisselfeld	20080611	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,77
Næstved	194	465290	Suså, Teestrup Bro	20080611	Ingen	Alm. (5-20/100m)	4	0,59
Næstved	194	465256	Suså, Vrangstrup.	20070529	Ingen	Få (1-5/100m)	4	0,47
Næstved	0	465264	Torpe Kanal, Holmen	20090921	Ingen	Mange (>20/100m)	5	0,45
Næstved	0	465261	Torpe Kanal, Regerup	20070530	Ingen	Alm. (5-20/100m)	5	0,67
Næstved	0	575446	Torpe Kanal, Tingbro	20090921	Ingen	Mange (>20/100m)	6	0,35
Næstved	0	465262	Torpe Kanal, vej Regerup-Nødholm	20070530	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,38
Næstved	0	465259	Torpe Kanal, vej til Bavelse	20070530	Ingen	Mange (>20/100m)	5	0,67
Sorø	0	465276	Tuel Å, Alsted Mølle	20070625	Ingen	Mange (>20/100m)	4	0,55
Faaborg-Midtfyn	0	465224	Vittinge Å, Lundsgård Mølle	20070612	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,49
Faaborg-Midtfyn	0	465283	Vittinge Å, Vejle Skov.	20070613	Ingen	Få (1-5/100m)	5	0,46
Faaborg-Midtfyn	0	465280	Vittinge Å, Vittinge	20070613	Ingen	Få (1-5/100m)	6	0,63
Faaborg-Midtfyn	0	465279	Vittinge Å, Vittinge.	20120906	Ingen	Alm. (5-20/100m)	6	0,63

Bilag 3

Sommer-(1/5 – 30/9) gennemsnit af BOD₅ (letomsætteligt organisk stof) og N₂+3-N (opløst nitrat-N) målt i vandløb i 2010-2013 med angivelse af antal målinger i perioden. Desuden er det angivet, om vandløbet ved den seneste overvågning i 2007-2013 indeholdt lokaliteter med enten levende individer af tykskallet malermusling eller kun tomme skaller. Data er udtrukket fra Danmarks Miljøportal.

Kommune	Vandløb	DMU st.nr.	Lokalitet	BOD ₅ (sommer- gns.) mg O ₂ /l	NO ₂ +3-N, opløst (sommer- gns.) mg N/l	BOD ₅ Antal målinger	NO ₂ +3-N Antal målinger	Bemærkning	Tykskallet malermusling	
									Levende	Kun tomme skaller
Næstved/Ringsted/Faxe	Suså, øvre	57000187	NS POSTBRO	1,8	1,36	4	6			X
Næstved/Ringsted/Sorø	Suså, mellem	57000050	NÆSBY BRO	1,7	1,48	13	40			X
Næstved	Suså, nedre (ns. Tystrup- Bavelse Sø)	57000058	S.F.HOLLØSE BRO	4,4	1,36	7	30			X
Faaborg-Midtfyn	Odense Å, øvre	45000004	NØRRE BROBY	1,6	2,04	6	27		X	
Odense	Odense Å, nedre	45000003	Kratholm	1,3	2,14	7	24		X	
Faaborg-Midtfyn	Hågerup Å, nedre	45000117	NEDSTRØMS HÅGERUP	0,9	2,33	2	3	Data fra 2002- 2005	X	
Odense	Lindved Å	45000043	1,2	1,1	1,23	6	24			X
Assens	Holmehave Bæk, øvre	45000173	NEDS. HOLMEHAVE RENSEANLÆG	-	3,40	0	1	Én sommermåling		X
Kerteminde/Odense	Geels Å	45000058	3,45	1,6	1,23	6	24			X
Assens/Middelfart	Brende Å	46000001	ST 5.3	1,5	2,19	7	26			X
Middelfart	Storå	43000001	MØLLEBRO (4.6)	1,1	2,86	6	23			X