

Svartmunnet kutling - en invaderende fremmed fiskeart på vei mot Norge

Elisabet Forsgren
Ann-Britt Florin



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Svartmunnet kutling - en invaderende fremmed fiskeart på vei mot Norge

Elisabet Forsgren
Ann-Britt Florin

Forsgren, E. & Florin, A.-B. 2018. Svartmunnet kutling – en invaderende fremmed fiskeart på vei mot Norge. NINA Rapport 1454. Norsk institutt for naturforskning

Trondheim, januar 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3185-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Trygve Hesthagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Hege Sangolt

FORSIDEBILDE

Svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, fotograf Leon Green Ekelin, Göteborgs Universitet

NØKKEWORD

- Norge, Norden, Europa
- svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, Gobiidae, fisk
- fremmed art, dørstokkart
- ferskvann, brakkvann, marint
- økologiske effekter, risiko
- spredningsveier, invasjon, ballastvann

KEY WORDS

- round goby
- alien species, invasive species, non-indigenous species
- review
- ecological effects

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Forsgren, E. & Florin, A.-B. 2018. Svartmunnet kutling – en invaderende fremmed fiskeart på vei mot Norge. NINA Rapport 1454. Norsk institutt for naturforskning

Spredning av fremmede arter er et økende problem globalt. Fremmede arter kan føre til negative effekter på stedegne arter og økosystemer, i tillegg til store økonomiske kostnader. Denne rapporten tar for seg den invaderende fiskearten svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, som er en dørstokkart på den norske svartelisten. Den hører til den artsrike familien kutlingfisker (Gobiidae), og kommer fra området omkring Kaspiahavet og Sortehavet. Svartmunnet kutling er en opportunistisk generalist og har en bred diett. Føden består ofte av virvelløse bunndyr, men også av fiskeegg og småfisk. Den er tolerant og tilpasningsdyktig, og forekommer både i ferskvann og marint. Den har siden begynnelsen av 90-tallet spredt seg over store områder i Nord-Amerika og Europa, mest sannsynlig ved hjelp av ballastvann. Etter introduksjon til et område kan den spre seg videre med andre vektorer og egenspredning. Svartmunnet kutling fins i våre naboland og over stort sett hele Østersjøen. Arten har en stor invasjonspotensiale og mange studier har påvist negative økologiske effekter, både i Nord-Amerika og Europa. Den konkurrerer med stedegne fisker om mat, samt om skjul og reirplasser. Som rovfisk påvirker den også sine byttedyr. Arten sprer dessuten parasitter og patogener. Svartmunnet kutling har vist seg å raskt kunne øke i tetthet, og har f.eks. blitt en av de mest dominerende fiskeartene i flere områder langs kysten av Østersjøen. Den har også vandret opp i ferskvann flere steder. Det fins mange mulige forvaltningstiltak for å redusere spredningen og effekten av svartmunnet kutling, og rapporten sammenstiller erfaringer fra andre land. Ved spredning av fremmede arter er tidlige tiltak mer kostnadseffektive, og derfor å foretrekke framfor å håndtere en fremmed art etter at den har etablert seg. For å kunne redusere risikoen for etablering og videre spredning, er det viktig å oppdage arten så raskt som mulig etter at den eventuelt kommer til Norge.

Elisabet Forsgren, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim,
elisabet.forsgren@nina.no

Ann-Britt Florin, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, SE-742 42 Öregrund, ann-britt.florin@slu.se

Abstract

Forsgren, E. & Florin, A.-B. 2018. Svartmunnet kutling – en invaderende fremmed fiskeart på vei mot Norge. NINA Report 1454. Norwegian Institute for Nature Research

The increasing spread of alien species and the negative impact they have on native ecosystems are pressing issues globally, and the problem is growing. This report addresses the biology and spread of a highly invasive fish species, the round goby, *Neogobius melanostomus*, which is native to the Black Sea - Caspian Sea region. It has since the early 90-ies spread widely in both North America and Europe, in both fresh water and brackish ecosystems. The most likely cause of the spread is ballast water. It is currently spreading rapidly in Europe, and has invaded large river systems of continental Europe as well as the Baltic Sea. It is, so far, not recorded in Norway, but is listed as an alien species of concern present in our neighbouring countries. This report reviews the literature and focuses on effects of the round goby on native species and potential management actions to reduce the risk of spread and establishment of the species. The round goby has a broad salinity tolerance, from fresh water to marine. It is an opportunistic generalist with a broad diet, consisting of various invertebrates, but also fish eggs, and small fish. It is highly competitive and can rapidly increase in density and cause negative ecological effects. There are many potential management options, which could reduce the spread and effects of the species. Generally, preventive and early measures are more cost-efficient and therefore should be preferred. Early detection of the species after introduction is important.

Elisabet Forsgren, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim,
elisabet.forsgren@nina.no

Ann-Britt Florin, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, SE-742 42 Öregrund, ann-britt.florin@slu.se

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Spredning av fremmede arter	8
3 Svartmunnet kutling og dens biologi.....	10
3.1 Generell biologi.....	10
3.2 Fysiologiske tålegrenser	12
4 Svartmunnet kutling som fremmed art	13
4.1 Migrasjon, spredning og vektorer	13
4.2 Konsekvenser for stedegne arter og økosystemer	16
4.2.1 Negative effekter på stedegne arter	16
4.2.2 En ny ressurs for stedegne predatorer	19
4.2.3 Effekter på biodiversitet, økosystem og økosystemtjenester	19
4.2.4 Fremtidig påvirkning – invasjon til nye områder, klimaendringer	20
5 Hvordan redusere spredning og negative effekter av svartmunnet kutling?.....	22
5.1 Hva kan vi lære av andres erfaringer?	22
5.2 Hva kan norsk forvaltning gjøre?.....	26
5.3 Kunnskapshull og forskningsbehov.....	27
6 Referanser.....	28

Forord

Fremmede arter er et økende problem globalt og en trussel mot biodiversiteten. I takt med økt globalisering, transport og handel har spredningen av fremmede arter økt i omfang, både i verden i stort, og i Norge. Dette fører med seg problemer med negative økologiske effekter og økonomiske kostnader, selv om ikke alle fremmede arter blir problematiske. Spredning av fremmede arter er relevant for arbeidet med vannforskriften og miljømålene om god økologisk tilstand, ettersom forekomst av fremmede arter forringer den økologiske tilstanden i en lokalitet. Denne rapporten omhandler en fremmed art som har status som «dørstokkart» i den norske svartelisten, og som kan få store økologiske konsekvenser for norsk vannmiljø om den kommer til landet. Svartmunnet kutling er en robust invaderende fisk med bred saltholdighetstoleranse (fra ferskvann til marint). Den har blitt introdusert, mest trolig med ballastvann, og spredt seg over store områder i Europa og Nord-Amerika. Svartmunnet kutling har etablert seg som fremmed art i våre naboland, og det er trolig bare et spørsmål om tid før den også kommer til Norge.

For å være bedre forberedt om/når arten kommer til Norge, har vi sammenstilt litteratur med spesielt fokus på forhold og kunnskap som er relevant for norsk forvaltning - dvs. kunnskap om arten, dens spredning som fremmed art, hvilke effekter den kan ha på stedegne arter, samt hvordan man eventuelt kan redusere risikoen for introduksjon, etablering og spredning. Man har relativt lang erfaring fra arbeid med svartmunnet kutling som fremmed art, både i Europa og Nord-Amerika, og vi har mye å lære av den kunnskapen.

Vi takker Ditte Hendrichsen for figur, samt Leon Green Ekelin, Jonne Kotta og Merli Pärnoja for hjelp med foto. Vi takker også Trygve Hesthagen for kvalitetssikring av rapporten. Florins deltakelse i prosjektet var mulig takket være midler fra Havs- og Vattenmyndigheten i Sverige. Vi takker Miljødirektoratet for tilskuddet til å skrive denne sammenstillingen.

Januar 2018,
Elisabet Forsgren & Ann-Britt Florin

1 Innledning

Spredning av fremmede arter er et økende problem globalt (Ricciardi 2007), og ses som en stor trussel mot biodiversiteten (Primack 2010). I takt med økende globalisering, handel og transport har også spredning av fremmede arter hatt en kraftig økning (Perrings mfl. 2005, Hulme 2009). De pågående klimaendringene kan også påvirke spredning og etablering av fremmede arter (Walther mfl. 2009). Fremmede arter er et fokusområde for forskning og naturforvaltning internasjonalt (Mack mfl. 2000).

For å nå miljømålene i vannforskriften om god økologisk tilstand, er det viktig med fokus på problematikken omkring spredning av fremmede arter (Anonym 2013, Sandlund mfl. 2013). Fremmede arter er en viktig biologisk påvirkningsfaktor som kan ha betydelig negativ effekt på stedegne arter og økosystemer (Hesthagen & Sandlund 2007, Hendrichsen mfl. 2015). Ved klassifisering av miljøtilstand i vann fører forekomst av fremmede arter med høy risiko til at tilstanden i et vann automatisk flyttes ned et trinn (Anonym 2013, Sandlund mfl. 2013). Denne rapporten fokuserer på en invaderende fremmed art som kan få store negative konsekvenser for norsk vassmiljø om den kommer til Norge.

Svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, er en robust og konkurransedyktig invaderende fiskeart som er fremmed i både Eurasia og Nord-Amerika. Den kommer fra området kring Svartehavet og det Kaspiske hav, og har siden 1990-tallet spredt seg og invadert ulike akvatiske økosystemer i Europa og Nord-Amerika (Kornis mfl. 2012). Arten har spredt seg over store områder i Europa, både i brakkvann og ferskvann (Florin 2011, Kornis mfl. 2012, Ojaveer mfl. 2015). Svartmunnet kutling er på listen over de 100 mest invaderende artene i Europa (DAISIE, <http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do>). Arten er i Norge kategorisert som en «dørstokkart» med høy risiko, og er med i «Svartelista» til Artsdatabanken (Gederaas mfl. 2012). «*En dørstokkart er en art som ikke tidligere er funnet i Norge, men som man tror kan komme til å etablere seg her fra et naboland (såkalt sekundær introduksjon). Alternativt kan en dørstokkart være en art som det er sannsynlig at vil komme til Norge ved menneskets hjelp.*» (Gederaas mfl. 2012). En oppdatert vurdering av fremmede arter fra Artsdatabanken er på vei og kommer ut i 2018. Målet med denne rapporten er å sammenstille forvaltningsrelevant kunnskap om denne dørstokkart, dvs. kunnskap om dens biologi, spredning, effekt på stedegne arter samt hva forvaltningen evt. kan gjøre for å redusere risikoen for introduksjon, etablering og spredning.

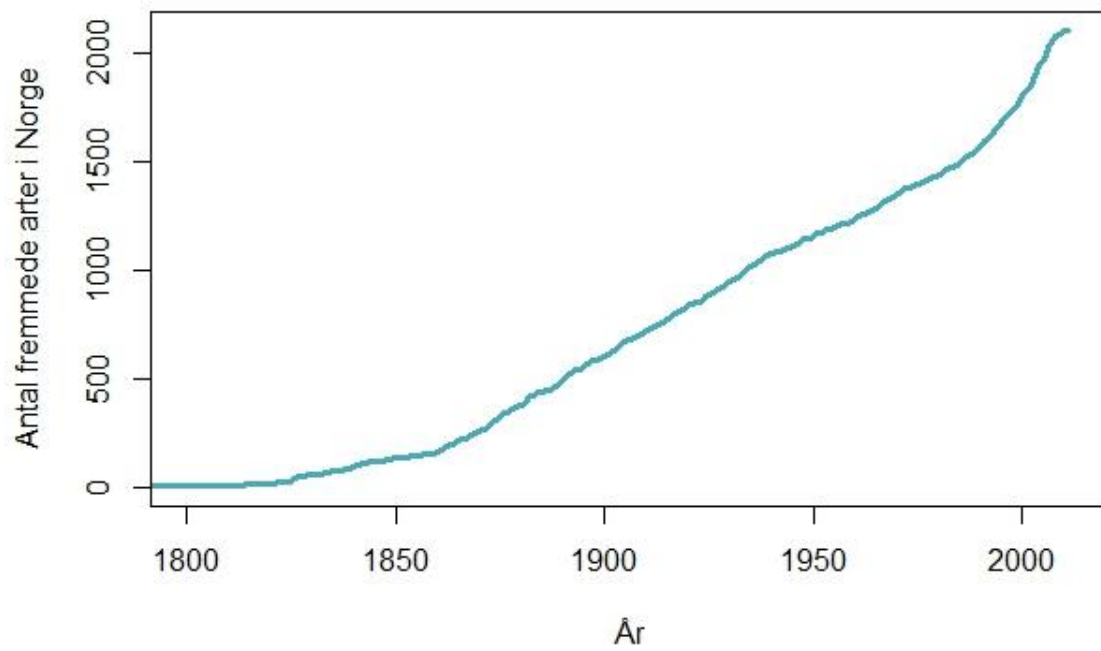
2 Spredning av fremmede arter

Selv om spredning av arter og biologiske invasjoner forekommer naturlig og har forekommet i førhistorisk tid, så er menneskets forflytning av arter av et mye større omfang og fører til store globale endringer (Ricciardi 2007). Spredning av fremmede arter anses å være blant de viktigste menneskeskapte truslene mot biodiversiteten (Primack 2010). En fremmed art er en art som har blitt introdusert av mennesker, aktivt eller passivt, utenfor sitt naturlige leveområde (IUCN, <https://www.iucn.org/theme/species/our-work/invasive-species>). Mange fremmede arter klarer seg ikke på det nye stedet, eller de kan ikke reproducere der, mens andre etablerer seg, reproducerer og kan spre seg videre. Av disse er det noen som sprer seg raskt og øker kraftig i antall (Richardson & Pysek 2006). Ikke alle fremmede arter får negative konsekvenser for stedeegne arter og økosystemer (Ricciardi & Cohen 2007), men omtrent 5-20% har vist seg å bli problematiske, så kalte invaderende fremmede arter (IUCN, <https://www.iucn.org/theme/species/our-work/invasive-species>). Invaderende fremmede arter er "...species whose introduction and/or spread outside their natural past or present distribution threatens biological diversity" (Biodiversitetskonvensjonen).

Spredning og introduksjon av fremmede arter kan deles inn i flere trinn, og vanligvis deler man dem inn i 1) transport, 2) ankomst/introduksjon, 3) etablering, 4) spredning, og 5) effekt på økosystemet. For at en art/populasjon skal komme seg videre til neste trinn i prosessen, så må ulike barrierer brytes, f.eks. klare å rømme, overleve, reproducere, spre seg (Blackburn mfl. 2011). For å forhindre etablering av fremmede arter kan man ty til ulike forvaltningstiltak tilpasset de ulike fasene i prosessen. Det handler ofte om å prøve å forhindre introduksjon, utrydde arten (etter introduksjon), eller å kontrollere den (etter etablering og spredning). Jo tidligere i prosessen man gjør tiltak desto bedre, ettersom tidlige tiltak er mer kostnadseffektive (Hulme 2006). Når fremmede arter har etablert seg i et nytt område kan det være veldig vanskelig å fjerne dem, og kostnaden ved en eventuell utrydding (hvis det er mulig) er ofte mye høyere enn forebyggende tiltak (Leung mfl. 2002, Keller mfl. 2007). Sannsynligheten (risikoen) for at en ny fremmed art skal etablere seg i en ny region øker generelt med antall individer som introduseres («propagule pressure», Lockwood mfl. 2009, Simberloff 2009, Wonham mfl. 2013), men er også avhengig av artens egenskaper og hvor velegnet det nye miljøet er, med tanke på både abiotiske og biotiske faktorer (Blackburn mfl. 2011).

Introduksjon av fremmede arter kan skje både tilsiktet (f.eks. utsatt) eller utilsiktet (f.eks. som blindpassasjer), eller det kan skje via en korridor (f.eks. kanal) eller gjennom sekundær spredning fra et naboland der arten er fremmed. Det vil si at fremmede arter introduseres og spres ved hjelp av mange ulike spredningsveier (prosesser) og vektorer/mekanismer (f.eks. båt) (Hulme mfl. 2008). Den viktigste spredningsveien for marine fremmede arter er som blindpassasjer med skipsfart (Nunes mfl. 2014). Ballastvann og begroing kan spre akvatiske arter langt. I marint miljø fins få barrierer, og videre spredning kan være vanskelig å stoppe (Johnsen mfl. 2010). I limnisk miljø er den viktigste spredningsveien for fremmede fiskearter at de blir satt ut og spredt av mennesker (Johnsen mfl. 2010, Hesthagen & Sandlund 2016). For mer om fremmede arter og spredningsveier viser vi til Hendrichsen mfl. (2015).

Registrering av fremmede arter påvirkes av innsatsen for å oppdage dem, samt hvor enkelt det er å oppdage en art. Det er kjent at overvåking og undersøkelser ikke vil oppdage alle fremmede arter (Yoccoz mfl. 2001, Issaris mfl. 2012). Antall fremmede arter i Norge øker og er nå over 2000 (Gederaas mfl. 2012, Hendrichsen mfl. 2015, **figur 1**). I tillegg er drøyt 200 arter klassifisert som dørstokkarter, dvs. fremmede arter i våre naboland som kan komme inn og reproducere i norsk natur (Gederaas mfl. 2012). Hvor stor risiko en fremmed art utgjør avhenger av hvor store negative økologiske effekter arten har, samt deres invasjonspotensial (Sandvik mfl. 2013). Artsdatabanken kommer i 2018 ut med en oppdatert oversikt over fremmede arter i Norge, med økologisk risikovurdering.



Figur 1. Antall fremmede arter i Norge i perioden 1800-2012 (tilpasset fra Hendrichsen mfl. 2015).

3 Svartmunnet kutling og dens biologi

3.1 Generell biologi

Svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, hører til den artsrike familien kutlingfisker (Gobiidae). Den har en grå-brun til svart farge, utstående øyne, og sammenvokste bukfinner. Et kjennetegn er den sorte flekken i bakkant av den første ryggfinnen (**figur 2**). For en utførlig oversikt om arten, se Kornis mfl. (2012). Arten kommer opprinnelig fra området omkring Svartehavet, Azovhavet og det Kaspiske hav, inklusive vassdrag som renner ut der. Det betyr at det fins naturlige populasjoner i både brakkvann og ferskvann. Svartmunnet kutling er stort sett en bunnfisk som oftest fins på grunne områder på sand, mudder, grus og steinbunn (**figur 3**). På vinteren holder den til på dypere vann, ca. 30 m. Selv om svartmunnet kutling normalt er en bunnfisk så kan den også forekomme i de pelagiske vannmassene (Juza mfl. 2016). Den kan bli oppimot 6-7 år og oppnå en lengde på bortimot 25 cm (Kornis mfl. 2012). Dermed er den mye større enn våre stedegne kutlinger. Av våre stedegne kutlinger er den nærmest beslektet med sortkutling, *Gobius niger* (Thacker 2015). Sortkutlingen kan lett forveksles med svartmunnet kutling, men en forskjell er at sortkutling har en mørk flekk i framkant av første ryggfinne.



Figur 2. Kjønnsmoden hunn av svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, fanget i Göteborgs havn (Klippan) i mai 2015 (Foto: Leon Green Ekelin, Göteborgs universitet).



Figur 3. Svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus*, ved Estonias kyst (Foto: Merli Pärnoja).

Svartmunnet kutling blir kjønnsmoden etter ca. 2-4 år, hunnene som regel tidligere enn hannene (Kornis mfl. 2012). Det er knyttet noe usikkerhet til aldersbestemmelse hos arten da resultatet kan påvirkes av hvilken metode som er benyttet (Florin mfl. 2017). Svartmunnet kutling kan reprodusere gjentatte ganger under parringssesongen i løpet av våren og sommeren (Gertzen mfl. 2016). Sør i Østersjøen pågår parringssesongen fra begynnelsen av mai til slutten av september (Sapota 2004). Eggene legges på et hardt substrat, f.eks. en stein, et muslingskall eller et trespykke (**figur 4**). Etter parringen passer hannen på eggene, vokter dem og vifter oksygenrikt vann over dem til de klekker (Meunier mfl. 2009). En hunn kan legge over 1000 egg per kull (avhengig av hennes størrelse), og en hann kan vokte egg fra flere hunner samtidig i reirplassen (Kornis mfl. 2012). Etter klekking er larvene pelagiske, selv om det er uklart hvor pelagiske de er - i hvor stor grad og hvor langt de kan spres med havstrømmer. Man vet at larvene foretar en døgnmigrasjon mellom grunt og dypere vann, noe som gjør at det er en større risiko for at de tas med inn med ballastvann i skipstanker nattetid (Hensler & Jude 2007).

Svartmunnet kutling er en opportunistisk generalist med høy spiserate og en bred diett, inkludert zooplankton, bunndyr, fiskeegg, fiskelarver og småfisk (Kornis mfl. 2012, Borcharding mfl. 2013, Nurkse mfl. 2016, Schrandt mfl. 2016). Den vanligste føden er ofte virvelløse bunndyr (invertebrater) som muslinger, krepsdyr og flerbørstemark. Fødevalget avhenger av kutlingens størrelse/alder. Eksempelvis var zooplankton den vanligste føden for den yngste fisken i Lake Erie, mens dreissenid-muslinger var den vanligste føden hos eldre individer (Johnson mfl. 2005a). I Gdansk-bukta var krepsdyr (*Idotea* sp.) vanligst hos mindre kutlinger (29-45 mm), mens den vanligste føden hos de største individene (>16 cm) var muslingen *Mytilus trossulus* (Skora & Rzeznik 2001). Lignende mønster fant man også i andre deler av Østersjøen (Lettland), hvor små individer (3-5 cm) spiste zooplankton, mens mysider (pungreker) og tifotkreps dominerte føden for mellomstore individer (7-14 cm), mens muslinger og fisk var vanlig hos de største individene (15-21 cm) (Ustups mfl. 2016). Svartmunnet kutling tilpasser seg også hvilke byttedyr som er mest tallrike i området (Skora & Rzeznik 2001, Nurkse mfl. 2016).



Figur 4. Egg fra svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus* (Foto: Yuriy Kvach, Wikimedia commons, CC-BY-SA-3.0).

3.2 Fysiologiske tålegrenser

Svartmunnet kutling er generelt en tolerant og tilpasningsdyktig art som kan leve i mange ulike livsmiljøer (Kornis mfl. 2012). Den har en stor fenotypisk plastisitet som muliggjør en adaptiv respons til stressfaktorer, og som trolig er med på å forklare dens store invasjonspotensial (Wellband & Heat 2017). Arten har en bred saltholdighetstoleranse og har spredd seg til både ferskvann, brakkvann og marine områder, selv om den så langt ikke har etablert seg med reproduserende populasjoner i havvann med full oseanisk salinitet. Svartmunnet kutling klarer seg dårligere i høy (oseanisk) saltholdighet og viser reduksjon av ulike fysiologiske funksjoner, hvilket man har sett i eksperimenter med voksen fisk (Behrens mfl. 2017). Man påviste også lavere overlevelse i oseanisk havvann, men selv om overlevelsen var lavere så var det likevel relativt stor overlevelse (ca. 60%) også i høy saltholdighet (30 PSU) (Behrens mfl. 2017). Man fant også stor variasjon mellom individer, hvilket er interessant med tanke på mulighetene for tilpasning til mer saltholdig vann, men flere studier er nødvendig for å undersøke hvorfor noen individer er mer robuste (Behrens mfl. 2017). I et annet eksperiment ble det funnet høy overlevelse (100%) hos juvenile kutlinger, men redusert fødeinntak og lavere vekst i den høyeste saliniteten (30 PSU) (Hempel & Thiel 2015). Begge disse studiene ble utført i brakkvannspopulasjoner, og ferskvannspopulasjoner ser ut å ha en vesentlig lavere saltholdighetstoleranse (se Hempel & Thiel 2015). Hvordan reproduksjon og overlevelse i tidlige livshistoriefaser påvirkes av høy salinitet er usikkert, men forskning pågår.

Svartmunnet kutling har en bred temperaturtoleranse (ca. 0 - 30 grader) (Kornis mfl. 2012), men bioenergetisk optimum ser ut å ligge omkring 25 grader (Lee & Johnson 2005). Etableringsmønsteret av svartmunnet kutling i området i og omkring De store sjøer i Nord-Amerika, tyder på at de er begünstiget av varmere vann (Kornis mfl. 2012). I eksperimenter fant man at individer takler store og raske temperaturendringer på en adaptiv måte, både ved forhøyet og senket temperatur (Wellband & Heat 2017). Dette ser ut å avhenge av høy plastisitet i fiskens gentranskripsjon, og forskerne så at svartmunnet kutling har en mye mer adaptiv respons på temperaturendringer sammenlignet med en annen fremmed kutling (tubenose goby, *Proterorhinus semilunaris*), som man utførte de samme eksperimentene på. Wellband og Heat (2017) foreslår at denne forskjellen kan være med på å forklare hvorfor svartmunnet kutling har en vesentlig høyere invasjonspotensial enn tubenose goby.

Svartmunnet kutling er også tolerant overfor lave oksygennivåer, men prøver å unngå områder med oksygennivåer lavere enn ca. 4 mg/l (Arend mfl. 2011, Kornis mfl. 2012).

4 Svartmunnet kutling som fremmed art

4.1 Migrasjon, spredning og vektorer

Svartmunnet kutling har blitt spredt som fremmed art over store områder i både Nord-Amerika og Eurasia (oppsummert i Corkum mfl. 2004, Kornis mfl. 2012, **figur 5**). Det finnes mange introduserte populasjoner og den har hatt en rask spredning og økning av sin utbredelse. Den ble først oppdaget i Europa i 1990 (Gdansk-bukta, Polen). Samme år ble den også oppdaget i Nord-Amerika i De store sjøer. I 2008 kom den til Sverige (Karlskrona) og Danmark (Bornholm). I dag finnes svartmunnet kutling stort sett over hele Østersjøen, samt også på svenske vestkysten (i Göteborgs havn) og på Sjælland. Se Kotta mfl. (2016) for kart over spredning i Østersjøen over tid. Arten har også etablert seg i flere av de store elvene i Europa, f.eks. Rhinen og Donau (Roche mfl. 2013).



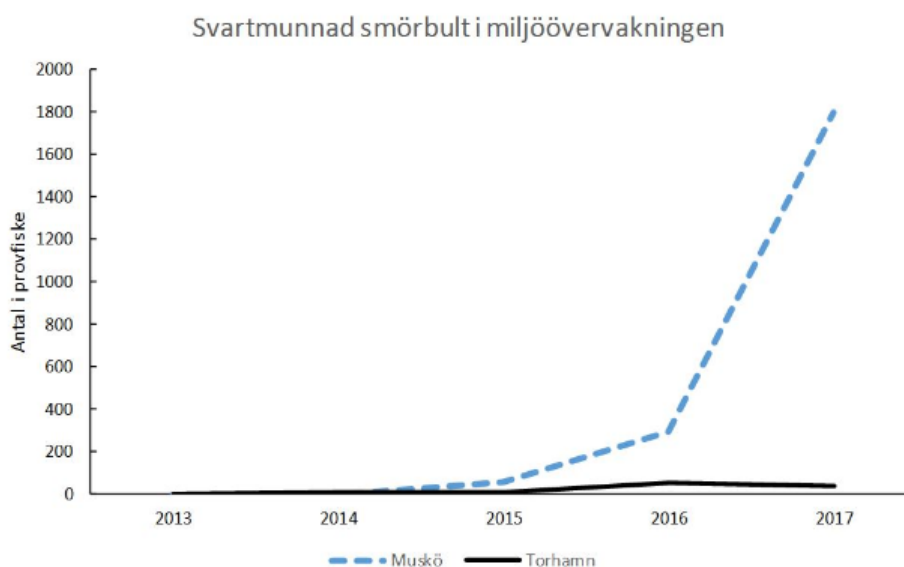
Figur 5. Utbredelsen til svartmunnet kutling i Eurasia og Nord-Amerika (De store sjøer, øverst til høyre). Kartet viser det naturlige utbredelsesområdet (grønt) og introduserte forekomster (rødt). (Fra Kwach 2014, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0). (Kommentar: Det er vist færre funn i De store sjøer i dette kartet enn vist i Kornis mfl. 2012. Den nordlige forekomsten på svenske vestkysten er ikke verifisert.)

Spredningen av svartmunnet kutling til De store sjøer og Østersjøen har høyst sannsynlig skjedd med ballastvann fra store skip (Brown & Stepien 2009, Corkum mfl. 2004, Kornis mfl. 2012, Kotta mfl. 2016). Andre vektorer for spredning av arten er båttrafikk, menneskeskapte kanaler, spredning som levende agn, og sekundær spredning (Kornis mfl. 2012). Det er potensielt mulig for eggene å kunne få «haik» med f.eks. rekreasjonsbåttrafikk om hunnen ved paringen fester eggene til båt bunnen, anker, eller lignende. Så langt vi vet er ikke dette verifisert i naturen. Men man har i eksperimenter vist at festede kutling-egg sitter godt fast og kan stå imot sterk vannstrøm, og til og med tåle å komme opp av vannet i oppimot 24 timer uten at det vesentlig reduserer klekkbarheten (Hirsch mfl. 2016a).

Vi kan nevne at Wonham mfl. (2000) sammenstilte resultater fra over 50 undersøkelser av ballastvann, og fant at de vanligst forekommende fiskfamiliene i ballast-tanker var Gobiidae, Clupeidae, og Gasterosteidae. De familier som dominerte listen over introduksjoner av fremmede arter med ballastvann var Gobiidae (13 arter), Blenniidae (6 arter), og Pleuronectidae (2 arter). Kutlinger og tangkvabbevisker (Blenniidae) var de som hadde størst invasjonssuksess og oftest lyktes i å etablere seg (Wonham mfl. 2000).

I Østersjøen ble svartmunnet kutling først oppdaget i Gdansk-bukta i Polen i 1990, hvilket er et brakkvannsområde (7 PSU) med et par store havner. Det kan nevnes at det går skipstrafikk mellom én av disse havnene (Gdynia) og Karlskrona, hvor arten først ble oppdaget i Sverige. Starten av koloniseringen i Gdansk-bukta var karakterisert av et lavt antall individer og en begrenset utbredelse (Sapota 2004). Etter noen år (1994) skjedde en rask ekspansjon og det var en stor økning i antall individer, først i grunne områder, og etter det også på dypere områder (Sapota 2004). Fisken koloniserte stein og grusbunn først, men begynte etter hvert også å spre seg til sandbunn. I 1999 var svartmunnet kutling en av de vanligste fiskene på grunne områder av Gdansk-bukta. Samtidig som tettheten økte i de først koloniserte områdene (oppimot 30 individer / m²), så spredde arten seg også til nye områder. I 2001 hadde svartmunnet kutling f.eks. spredt seg langt opp i Vistula-vassdraget (Sapota 2004).

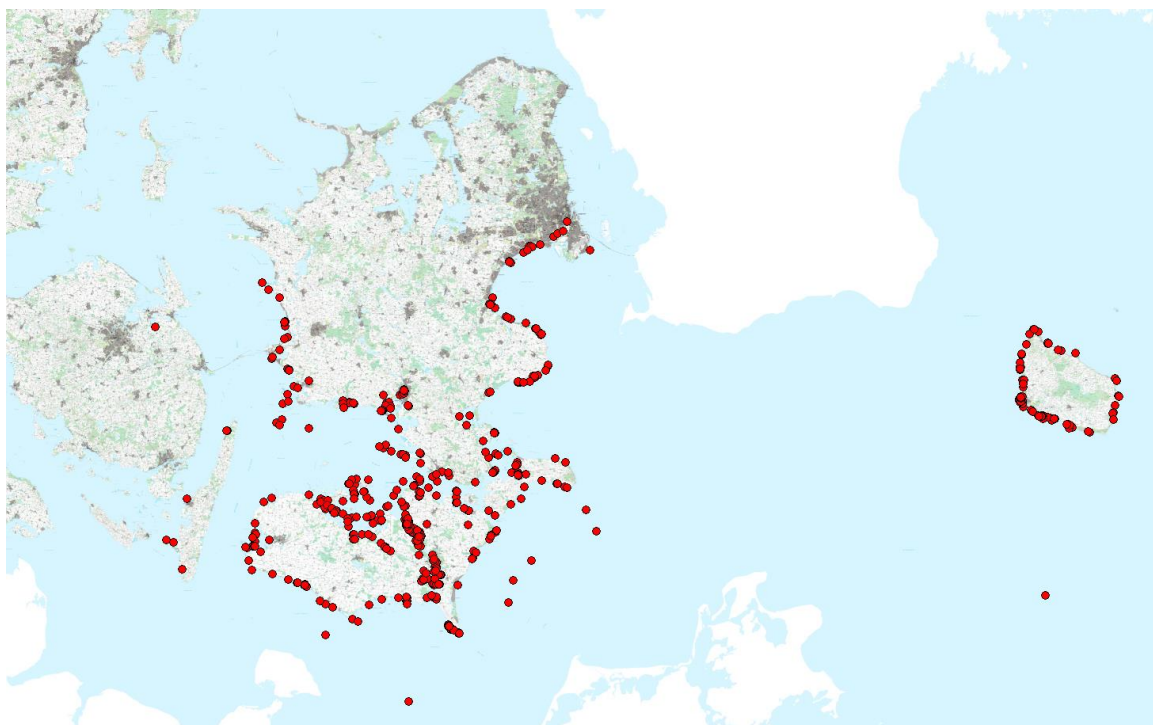
Det synes å ta noen år etter at fisken har blitt introdusert til et nytt område før den øker i tetthet, men da kan økningen være veldig rask, nesten eksplosjonsartet på egnede lokaliteter. Dette har man f.eks. sett i prøvefiske fra ulike steder på østkysten i Sverige (**figur 6**).



Figur 6. Antall svartmunnet kutling *Neogobius melanostomus* fanget ulike år i Stockholms skjærgård (Muskö) og Karlskrona (Torhamn) i samband med prøvefiske ved SLU Aqua (data og figur fra Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser).

Svartmunnet kutling har vist stor kapasitet til å spre seg videre etter at den har blitt introdusert til et nytt område. Man har sett spredning langs kysten av Danmark på 30 km per år (Azour mfl. 2015), og i elver ved De store sjøer i Nord-Amerika har man sett oppstrøms spredning på ca. 500 m/år (Bronnenhuber mfl. 2011). I Danmark har arten raskt økt i tetthet og ekspandert over store områder, først og fremst i brakkvann, men også opp i ferskvann (**figur 7**). Fra at den først ble oppdaget på Bornholm i 2008, så opptrådte den i store mengder etter bare et par år. I 2010 fikk yrkesfiskerne i et begrenset område på Sjælland (Guldsborg) fangster på flere tonn, og i

2012 ble bestanden i dette området estimert til ca. 200 tonn (Carl mfl. 2016). I Østersjøen har svartmunnet kutling spredt seg opp i ferskvann, og man har funnet den i flere lakseelver i Estland (Verliin mfl. 2017). Også i Sverige har man nylig, i 2016, gjort de første funnene av svartmunnet kutling i ferskvann. Disse ble gjort i et vassdrag (Hauån) nord på Gotland (<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=94&artikel=6480537>, <https://www.sportfiskarna.se/Om-oss/Aktuellt/ArticleID/5619>).



Figur 7. Sikre registreringer av svartmunnet kutling i Danmark (fra Fiskeatlassets database 2008-2016, figur fra Carl mfl. 2016).

I danske undersøkelser har man sett at fisk i spredningsfronten vokser raskere og har bedre kondisjon, enn i områder med mer etablerte populasjoner der tettheten er høyere (Azour mfl. 2015). I mer etablerte områder var aldersfordelingen bred og kjønnsratioen var nær 1:1, men i spredningsfronten var kjønnsratioen hannskjev og fisken var av intermediær alder (Azour mfl. 2015). I andre studier har man også funnet evidens for at individer i spredningsfronten er mer modige og aktive enn individer i områder der populasjoner har vært tilstede over lenger tid, og at spredningsmotivasjonen henger sammen med fiskens personlighet (Thorlacius mfl. 2015, Hirsch mfl. 2017). Slik kunnskap kan forbedre modellering av spredning over barrierer i elver (Hirsch mfl. 2017).

At svartmunnet kutling hatt en så rask og omfattende spredning, samt vist seg å være en suksessrik invaderende art, kan trolig forklares med flere faktorer. Den har en bred salinitets- og temperaturløselighet, høy fekunditet, den reproducerer flere ganger per sesong, den har en bred diett, og den er konkurransedyktig. I tillegg har genetiske undersøkelser vist at arten har blitt introdusert ved flere tilfeller fra flere grunnlegger-populasjoner, med et stort antall individer (propaguler), og at den kjennetegnes av stor genetisk variasjon (Brown & Stepien 2009, Björklund & Almqvist 2010a). Den kan leve i mange ulike livsmiljøer og ser ut å være tilpasningsdyktig til nye lokale forhold (Kornis et al. 2012). Etableringen og ekspansjonen i Gdansk-bukta kan trolig i tillegg også forklares ved at det stort sett ikke var rovfisk i det området, samt at det var en høy tetthet av muslinger, som er en viktig føde for svartmunnet kutling (Skora & Rzeznik 2001, Sapota 2004).

4.2 Konsekvenser for stedegne arter og økosystemer

4.2.1 Negative effekter på stedegne arter

Svarthmunnet kutling kan påvirke stedegne arter på mange måter, fremfor alt gjennom predasjon og konkurranse (oppsummert i Kornis mfl. 2012, Poos mfl. 2010). Svarthmunnet kutling er først og fremst en predator på bunnlevende invertebrater (epibenthos) som muslinger (Mollusca), krepsdyr (Crustacea) og flerbørstemark (Polychaeta) (f.eks. Skora & Rzeznik 2001, Lederer mfl. 2008, Skabeikis & Lesutiene 2015, oppsummert i Kornis mfl. 2012). Den spiser også småfisk, og laboratorieforsøk i Østersjøen har f.eks. vist at den kan spise små flyndrer (skrubbe, Schrandt mfl. 2016). Laboratorieforsøk og feltstudier i Nord-Amerika har vist at den også spiser fiskeegg og fiskelarver som tilhører flere ulike arter, f.eks. ulike laksefisker (Chotowski & Marsden 1999, Fitzsimons mfl. 2009, se **tabell 1**).

En viktig negativ påvirkning som svarthmunnet kutling kan ha på stedegne fisker, er ulike former for konkurranse. Det kan være konkurranse om føde, habitat, skjulplasser, reirplasser eller forstyrrelser i samband med reproduksjon (se Poos mfl. 2010, Kornis 2012, Hirsch mfl. 2016b, **tabell 1** og **2**). Svarthmunnet kutling har vist seg å være aggressiv og revirhevdende i laboratorieforsøk (Dubs & Corkum 1996, Balshine mfl. 2005). Kutlingene tok ofte over reirplassene til Nordamerikanske ulker og abborfisker (Janssen & Jude 2001, Balshine mfl. 2005), hvilket resulterte i at nesten ingen egg overlevde (Janssen & Jude 2001). Man kan forvente slik konkurranse også mellom svarthmunnet kutling og europeiske fisker med en lignende nisje, som f.eks. vår sortkutling. Det skal nevnes at det også fins studier som ikke har påvist effekt av svarthmunnet kutling på andre fiskearter. I et vassdrag i Tsjekkia som renner ut i Danube sammenlignet man fiskefaunaen før og etter invasjon av svarthmunnet kutling ved hjelp av elfiske. Man kunne ikke påvise forskjeller i habitatutnyttelse eller forekomst hos årsunger av stedegen fisk (Janac mfl. 2016). En forklaring til det kan være at svarthmunnet kutling der utnyttet en ledig nisje, dvs. lite ressurskonkurranse med stedegen fisk (Janac mfl. 2016).

Konkurranse om føde er forventet med stedegne bunnlevende fisker med en lignende diett. Mageanalyser har vist diettoverlapp mellom svarthmunnet kutling og stedegne fisker fra De store sjøer (oppsummert i Poos mfl. 2010). I en studie basert på mageanalyser av svarthmunnet kutling i Østersjøen (Gdansk-bukten) peker forskerne på at arten kan komme til å bli en konkurrent til en rekke stedegne fisker, f.eks. rødspotte, ål, abbor, mort og vimme (Skóra & Rzeznik 2001). Et relativt velstudert eksempel på en europeisk fiskeart som er utsatt for konkurranse fra svarthmunnet kutling er flyndrefisken skrubbe. Skrubbe, som fins langs Europas kyst, er kommersielt viktig i Østersjøen og Kattegat. Både mageanalyser, stabile isotopanalyser samt sammenfallende byttepreferanser indikerer høy ressurskonkurranse med svarthmunnet kutling (Karlsson mfl. 2007). Fangstdata styrker denne konklusjonen og de fremmede kutlingene ser ut til å begrense flyndrenes mattilgang og utbredelse (Karlsson mfl. 2007). Resultater fra en annen studie basert på mageanalyser før og etter invasjonen av svarthmunnet kutling i Østersjøen, viser økt ressurskonkurranse etter invasjonen for både juvenil skrubbe og piggvar (Ustups mfl. 2016).

Svarthmunnet kutling kan også spre parasitter og patogener (Kornis mfl. 2012, Huyse mfl. 2015). Den er f.eks. en vektor for Clostridium-bakterier, og ser ut å kunne bidra til utbrudd av botulisme hos fiskespisende fugl (se Kornis mfl. 2012). Svarthmunnet kutling kan også ha negative indirekte effekter på ferskvannsmuslinger som er avhengig av fisk under larvestadiet, hvis fisken påvirkes negativt av kutlingen (Poos mfl. 2010).

Svarthmunnet kutling kan forekomme i meget høye tettheter (>100 individer/m², Fitzsimons mfl. 2009), og kan bli den dominerende fisken på grunne områder (Sapota & Skora 2005). Det fins ulike typer av bevis som tilsier at tilstedeværelsen av svarthmunnet kutling kan føre til redusert rekruttering, lavere tetthet og endret utbredelse av stedegne populasjoner (oppsummert i Kornis mfl. 2012, **tabell 1** og **2**). I flere tilfeller har man sett at en økning i tettheten av svarthmunnet kutling sammenfaller med redusert tetthet av stedegne europeiske fisker (Sapota & Skora 2005,

Jurajda mfl. 2005). I Nord-Amerika fins gode data på populasjonsreduksjon hos stedegne fiskearter etter invasjon av svartmunnet kutling (Lauer mfl. 2004), og til og med lokal utryddelse av en ulke (Janssen & Jude 2001). I en studie på spesielt artsrike områder i elver ved De store sjøer i Nord-Amerika, så kombinerte man felt- og litteraturundersøkelser for å estimere effekten av svartmunnet kutling på stedegen fauna (Poos mfl. 2010). Man kom fram til at den fremmede kutlingen hadde, eller kunne mistenkes å ha, negative effekter på 89% (17/19) av de bunnlevende fiskene, samt 17% (6/36) av muslingene i områdene, hvorav flere var truede arter (Poos mfl. 2010). De økologiske effektene av svartmunnet kutling kan altså potensielt være store. Samtidig viser en litteratursammenstilling at interaksjoner med stedegne arter er komplekse og ikke alltid like enkle å forutsi (Hirsch mfl. 2016b).

Tabell 1. Effekter av svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus* (*N.m.*) på stedege arter i Nord-Amerika.

Hvor	Påvirkning	Stedege art	Resultat (data)	Ref.
Great Lakes, Lake Michigan	Konkurranse (skjul-plasser, revir)	mottled sculpin	<i>N.m.</i> mer aggressiv (lab.)	Dubs & Corkum 1996
Great Lakes, Lake Michigan	Populasjonsnedgang, konkurranse (habitat, reirplasser, forstyrret reproduksjon, rekruttering) og eggpredasjon	mottled sculpin	Populasjonsnedgang (utdød) etter <i>N.m.</i> invasjon, rekruttering opphør (felt), <i>N.m.</i> tar over reirplasser og spiser eggene (lab.)	Janssen & Jude 2001
St. Clair river, Michigan	Mulig konkurranse (føde, habitat)	bunnfisker	Diettoverlapp noen plasser, <i>N.m.</i> okkuperer grunne områder (felt)	French & Jude 2001
Great Lakes, Lake Michigan	Populasjonsnedgang	mottled sculpin, johnny darter	Rask nedgang i populasjonene til stedege fisker etter invasjon av <i>N.m.</i> (fangstdata, tidsserie felt)	Lauer mfl. 2004
Great Lakes, Hamilton harbour	Konkurranse (habitat, skjulplasser)	logperch	<i>N.m.</i> mer aggressiv, vinner skjulplasser (lab.), <i>N.m.</i> øker i abundans mens logperch tenderer å minke, men ikke signifikant (felt elfiske før – etter invasjon)	Balshine mfl. 2005
Great Lakes	Fødekonkurranse (vekttap)	logperch, spoon-head sculpin, slimy sculpin	logperch og spoonhead (men ikke slimy) tapte vekt når de var sammen med <i>N.m.</i> som økte i vekt (lab.eksperiment)	Bergstrom & Mensinger 2009
Great Lakes	Eggpredasjon	lake trout, rainbow trout	<i>N.m.</i> spiser egg og larver (lab.eksperiment)	Chotowski & Marsden 1999, Fitzsimons mfl. 2006
Great Lakes, St. Clair river	Eggpredasjon	lake sturgeon	<i>N.m.</i> spiser egg, økt eggoverlevelse om man ekskluderer eggpredator (felteksperiment)	Nichols mfl. 2003
Great Lakes, Lake Erie	Eggpredasjon	small mouth bass	<i>N.m.</i> kan raskt spise alle eggene i et reir om den voktende hannen tas bort (felteksperiment)	Steinhart mfl. 2004
Great Lakes, Lake Ontario	Eggpredasjon, rekruttering	lake trout	Lav tetthet/overlevelse av egg og larver etter invasjon av <i>N.m.</i> (modell og feltdata før – etter invasjon)	Fitzsimons mfl. 2009
Elveområder ved Great Lakes	Konkurranse, predasjon og indirekte effekter	bunnfisker og muslinger	Estimerer at 89% (17/19) av fiskene og 17% (6/36) av muslingene påvirkes negativt av <i>N.m.</i> (litteratur + felt)	Poos mfl. 2010
Great Lakes, Lake Michigan	Predasjon	bunnfauna (invertebrater)	Reduksjon i tetthet, økning i klorofyll (felteksperiment)	Kuhns & Berg 1999
Great Lakes, Lake Erie	Predasjon	muslinger (<i>Dreissena</i>) og Amphipoda	Reduksjon i tetthet med >80% i løpet av 3 år med økning av <i>N.m.</i> (felt)	Barton mfl. 2005
Great Lakes, Lake Michigan	Predasjon	muslinger (<i>Dreissena</i>) og andre makroinvertebrater	Reduksjon i tetthet i løpet av 3 år med <i>N.m.</i> -invasjon (felt)	Lederer mfl. 2008

Tabell 2. Effekter av svartmunnet kutling, *Neogobius melanostomus* (*N.m.*) på stedegne arter i Europa.

Hvor	Påvirkning	Stedegen art	Resultat (data)	Ref.
Gdansk-bukta, Polen	Mulig fødekongkurranse (overlapp i føde)	rødspette, sortkutling, ålkvabbe, ål, abbor, mort, vimme	Diett hos <i>N.m.</i> (felt mageanalyser)	Skóra & Rzeznik 2001
Gdansk-bukta, Polen	Nedgang i tetthet (antall og biomasse)	trepigget stingsild	<i>N.m.</i> øker mens stingsild minker (felt fangstdata)	Sapota & Skóra 2005
Donau, Slovakia	Nedgang i tetthet, forekomst ble borte	steinulke, sandkrypere, smerling	Invasjon av <i>N.m.</i> samtidig som stedegne bunnfisker forsvinner (felt elfiske)	Jurajda mfl. 2005
Gdansk-bukta, Polen	Ressurskongkurranse (habitat og føde)	skrubbe	Diettoverlapp og negativ korrelasjon mellom artenes tetthet/utbredelse (felt fangstdata, mageanalyser, isotopanalyse, fødepreferanse i eksperiment)	Karlsson mfl. 2007
Finskebukta, Estland	Mulig fødekongkurranse	skrubbe	Noe diettoverlapp (felt mageanalyser)	Järv mfl. 2011
Kuriske sjøen, Litauen	Mulig fødekongkurranse (trofisk overlapp)	hork	Trofisk overlapp (felt isotopanalyser)	Raukaskas mfl. 2013
Østersjøen, Latvia	Fødekongkurranse, populasjonsnedgang, rekruttering	piggvar og delvis skrubbe (resultatene på diettoverlapp)	Nedgang i abundans, diettoverlapp, lavere fødesuksess, nedgang i byttedyr Mysider (sammenligning før-etter invasjon av <i>N.m.</i> , lang tidsserie i felt)	Ustups mfl. 2016
Åland, Finland	Predasjon	skrubbe	<i>N.m.</i> spiser små skrubber, (lab.eksperiment)	Schrandt mfl. 2016

4.2.2 En ny ressurs for stedegne predatorer

Det fins flere eksempler på at svartmunnet kutling har blitt en ny og viktig matressurs for stedegne rovdyr, både i Nord-Amerika og i Eurasia (oppsummert i Kornis mfl. 2012). I Østersjøen har den blitt et meget viktig byttedyr for fisk som torsk og abbor (Almqvist mfl. 2010), samt for fugl som skarv og gråhegre (Bzoma 1998, Jakubas 2004). Det samme gjelder gjørs i Kiel-kanalen, hvor man etter invasjonen av svartmunnet kutling har sett en økning i deres tilveksthastighet og kondisjon (Hempel mfl. 2016). Dette kan trolig forklares med den gode tilgangen på svartmunnet kutling som en ny føderessurs.

4.2.3 Effekter på biodiversitet, økosystem og økosystemtjenester

Som vi har sett ovenfor så kan en invasjon av svartmunnet kutling påvirke mange ulike arter på ulike måter. Det kan være både negative effekter, først og fremst ved predasjon og konkurranse, men også positive effekter når den fremmede kutlingen utgjør en ny føderessurs som byttedyr. Dette kan føre til endringer i artssammensetning, biodiversitet og direkte eller indirekte effekter på økosystemnivå, men det er mangelfull kunnskap om dette.

I et felteksperiment i Lake Michigan der svartmunnet kutling ble utestengt respektive ikke utestengt fra plasser i 10 uker, ble det vist at kutlingene hadde kapasitet til å forandre bunndyrsamfunnet gjennom predasjon (Kuhns & Berg 1999). I en annen studie, i et sidevassdrag til Lake Erie, sammenlignet man bunn- og fiskefaunen mellom områder som var invadert av svartmunnet kutling med ikke-invaderte områder (Krakowiak & Pennuto 2008). Forskerne fant flere forskjeller

mellom bunndyrsamfunnene (invertebrater) mellom områdene. Flere mål på biodiversitet (men ikke alle), var lavere i sideelver med svartmunnet kutling. Eventuelle effekter på fiskesamfunnet var litt uklare - det ble ikke påvist forskjeller i biodiversitet, men enkelte arter abborfisker fantes bare i elver uten svartmunnet kutling (Krakowiak & Pennuto 2008).

I et vassdrag i Tsjekkia sammenlignet man fiskefaunen (18 arter) før og etter kolonisering av svartmunnet kutling, men forskerne kunne ikke påvise noen systematiske forskjeller i artsdiversitet for fisk før og etter invasjonen (Janac mfl. 2016). De tolket resultatene til at det ikke var stort nisjeoverlapp mellom svartmunnet kutling og de stedegne fiskeartene i vassdraget, og/eller at det ikke var ressursknapphet i studieområdet.

Svartmunnet kutling har også potensial til å påvirke økosystemprosesser. Den er en viktig lenke mellom bunnen og vannmassene. Man har sett at arten kan påvirke energistrømmen i næringsnett gjennom høy predasjon på muslinger, og at den utgjør en ny lenke fra muslinger til toppredatorer, både i Østersjøen og i De store sjøer (Johnson mfl. 2005a, Almqvist mfl. 2010). Det er også diskutert i hvor stor grad svartmunnet kutling bidrar til overføring og akkumulering av gifter («biocontaminants») oppover i næringskjeden og man har pekt på at dette potensielt kan være en negativ effekt av svartmunnet kutling (f.eks. Hogan mfl. 2007, oppsummert i Kornis mfl. 2012).

Det er kjent at enkelte fiskearter kan påvirke økosystemtjenester som vannkvalitet, og det gjelder også svartmunnet kutling. Muslinger er under høyt predasjonstrykk fra svartmunnet kutling (Barton mfl. 2005, Lederer mfl. 2008, Skabeikis & Leustine 2015), og dette kan føre til dårligere vannkvalitet ettersom muslinger filtrerer vann. En desimering av muslingbestander ser ut å være i ferd med å skje i områder langs Estlands kyst der hele rev med blåskjell nå har blitt borte (Jonne Kotta, University of Tartu, pers. med.). Vannkvaliteten kan også forverres ved at kutlingen graver fordyper i bunnen slik at planter rives opp og næringsstoffer frigjøres (nevnt i Carl mfl. 2016). Dessuten, i felteksperimenter har man vist at predasjon av svartmunnet kutling på «invertebrate grazers» reduserer tettheten av disse og dermed fører til økt algevekst (Kuhns & Berg 1999).

I noen områder vil svartmunnet kutling kunne utnyttes økonomisk som en ny fiskeressurs og dermed bidra til økosystemtjenester. I Baltikum har svartmunnet kutling blitt en viktig art for rekreasjons- og yrkesfiske. I Latvia, ble det fanget over 100 tonn av fisken i 2014 (Elina Knospina, BIOR, Riga, pers. med.). I andre områder kan tilstedeværelsen av arten gjøre det vanskeligere for fiskerne å utnytte fiskeressursene de ønsker å utnytte. Svartmunnet kutling var den mest tallrike i fangsten til danske fiskere ved Guldborgsund, og i perioder kunne fangsten være 1 tonn kutlinger om dagen per fisker (Carl mfl. 2016). Den ble derfor omtalt som en trussel mot ruse- og bunngarnsfiskerne i området. I Sveits er man bekymret for at svartmunnet kutling skal forringe fritidsfiske etter laksefisk (Hirsch mfl. 2016b).

4.2.4 Fremtidig påvirkning – invasjon til nye områder, klimaendringer

Det er stor usikkerhet omkring framtidens spredning, etablering og effekt av svartmunnet kutling (Kornis mfl. 2012). Lokale forhold kan for eksempel påvirke risikoen for at arten etablerer seg (Florin mfl., in press). En litteratursammenstilling peker på at selv om de negative effektene på stedegne fiskearter i mange tilfeller kan være store, så er ikke påvirkningen nødvendigvis sammenlignbar mellom studier og økosystemer (Hirsch mfl. 2016b). Den samlede kunnskapen vi har viser likevel at svartmunnet kutling er en meget konkurransedyktig art som har stor kapasitet å spre og etablere seg i nye områder. Arten har brede fysiologiske tålegrenser, og er tilpasningsdyktig til ulike miljøforhold. Den viser stor genetisk variasjon i introduserte populasjoner (Brown & Stepien 2009), hvilket tyder på potensiale for evolusjonære tilpasninger til nye miljøer. Genetiske studier indikerer også at den har store muligheter for genetisk tilpasning over relativt kort tid (Björklund & Almqvist 2010b, Cerwenka mfl. 2014). Arten har også et usedvanlig stort mitokondrie-genom, faktisk blant de største man kjenner til hos fisk (Adrian-Kalchauer mfl. 2017).

For flere fremmede arter så kan klimaendringene forenkle spredning og etablering, samt føre til større negative effekter (Rahel & Odden 2008, Walther mfl. 2009). Ettersom svartmunnet kutling ser ut å fremmes av varmere temperaturer, så tror man at arten vil bli begunstiget av de pågående klimaendringene (Kornis mfl. 2012).

Når det gjelder nye introduksjoner av svartmunnet kutling, så trådte ballastvannkonvensjonen i kraft høsten 2017, noe som forhåpentlig vil redusere spredningen. Konvensjonen gjelder for skip som går i internasjonal trafikk, og nye skip må ha godkjent renseutstyr for ballastvann installert, mens eksisterende skip må få installert renseutstyr i løpet av den første IOPPC-fornyelsen (International Oil Pollution Certificate) etter september 2019 (www.rederi.no). Denne spredningsveien vil likevel mest sannsynlig ikke forsvinne helt, og det vil ta tid før skip får nødvendig utstyr. Dessuten kan egg fortsatt spres ved hjelp av skip og båter ved at de festes utenpå båtskroget. Man kan heller ikke se bort fra risikoen for at levende fisk blir introdusert til Norge for å brukes som levende agn, selv om risikoen for det nok ikke er så stor.

Svartmunnet kutling har et stort potensial for egenspredning når den har blitt introdusert i et nytt område. Man kan si at det i dag pågår et naturlig eksperiment siden arten har etablert seg i Göteborgs havn og i Danmark. Vil arten kunne spre seg videre nordover til Skagerrak og Nordsjøen, med høyere saltholdighet, og i så fall hvor raskt? Med dagens spredningshastighet er det ikke umulig at den kommer til Nordsjøen omkring 2019 (Behrens mfl. 2017). Man har nylig gjort funn av svartmunnet kutling i rekordhøy salinitet (29 PSU) utenfor Göteborgs havn¹.

¹ <https://science.gu.se/aktuellt/nyheter/Nyheter+Detalj/frammande-fisk-funnen-i-rekordhog-salthalt.cid1410305>

5 Hvordan redusere spredning og negative effekter av svartmunnet kutling?

5.1 Hva kan vi lære av andres erfaringer?

I prosessen for biologisk invasjon så er tidlige tiltak mer kostnadseffektive, og forebyggende tiltak er derfor å foretrekke framfor ulike måter å håndtere en fremmed art etter at den har etablert seg (Leung mfl. 2002). I konvensjonen for biologisk mangfold fins en tretrinns modell for hvordan negative effekter av fremmede arter kan reduseres: 1) tiltak for å forebygge introduksjon, 2) hvis man har mislyktes med å hindre etablering så er tidlig oppdagelse og utryddelse nødvendig, 3) hvis utryddelse ikke er mulig, skal man iverksette tiltak for å redusere effektene og unngå videre spredning. De samme prinsippene følges av det nylig implementerte "European directive for invasive species (Regulation No 1143/2014/EU).

I Østersjøen har flere tiltak blitt foreslått for å begrense spredningen av svartmunnet kutling, som f.eks. pålegg om å ta fanget svartmunnet kutling til land, håndtering av ballastvann og behandling av båtskrog både for kommersielle skip og fritidsbåter (Ojaveer mfl. 2015). Ingen av disse tiltakene er per idag implementert i forvaltningen. Håndtering av ballastvann vil forandres etter at ballastvannkonvensjonen ble ratifisert i september 2017. Dette vil medføre høyere krav på skipenes håndtering av ballastvann.

I en risikoanalyse fra Belgia, der svartmunnet kutling fins i elver, mener man at håndtering av ballastvann og forbud mot å bruke fisken i akvariehandel og som levende agn, er de viktigste tiltakene for å unngå videre introduksjon og spredning (Verreycken 2013). I De store sjøer i Nord-Amerika har man innført mange tiltak for å hindre spredning av svartmunnet kutling, både i Canada og i USA, f.eks. forbud mot å inneha og transportere levende individer av arten, og det er satt opp informasjonsskilt ved flere vann (**figur 8**). Se også retningslinjer fra Minnesota der det bl.a. er beskrevet hvordan man skal behandle utstyr for å forhindre spredning mellom vann (<http://www.seagrant.umn.edu/ais/roundgoby>). I flere land fins også et generelt forbud mot utsetting av fremmede fisker hvilket også er tilfelle i Norge.

Tidlig oppdagelse er meget viktig for å forhindre store effekter av svartmunnet kutling (Lehtiniemi mfl. 2015, Ojaveer mfl. 2015). Overvåkingen av kystnære fiskearter som i dag skjer i Østersjøen innenfor rammene for nasjonal og internasjonal miljøovervåking, er imidlertid ikke tilpasset for å oppdage fremmede arter tidlig (Lehtiniemi mfl. 2015). For eksempel, fra at man hadde gjort de første funnene av svartmunnet kutling i Sverige, utenfor Karlskrona i 2008, så tok det fem år før arten ble funnet i et prøvefiske (A.-B. Florin, upubl.). For å oppnå tidlig oppdagelse kreves undersøkelser i høyrisiko-områder, som havner og skipsleier (Lehtiniemi mfl. 2015). HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission) har tatt fram prosedyrer for overvåking av fremmede arter (HELCOM 2013), og Sverige har dessuten en nasjonalt tilpasset protokoll (Granhag 2016). Miljø-DNA (eDNA), der man undersøker hvilken DNA som fins i miljøet, f.eks. i vannprøver, kan også brukes for å oppdage fremmede arter (f.eks. Fossøy mfl. 2017). Man har utviklet metoder for å detektere svartmunnet kutling med miljø-DNA i vannprøver, både i Europa (Sveits), i Rhinen (Adrian-Kalchauer & Burkhardt-Holm 2016), og i De store sjøer i Nord-Amerika (Nathan mfl. 2015). Protokollene fra Sveits er laget for å oppdage Neogobius-arter i ferskvann (Kalchauer & Burkhardt 2016), og metoden kan utvikles for Østersjø/Nordsjø-forhold der vi har flere stedegne marine kutlinger.

a)

LAWS TO HELP STOP THE SPREAD OF INVADING SPECIES

Harmful introduced species are often spread unknowingly. As an angler or boater, you should always take precautions to help stop the spread of invading species. The following laws are in place to prevent unauthorized introductions.

POSSESSING LIVE FISH

It is illegal to possess live invasive fish, including Round Goby, Tubenose Goby, Grass Carp, Bighead Carp, Black Carp, Silver Carp, Rudd, Ruffe and any species of snakehead. If any of these species are caught, they should be destroyed and not released back into any waters.

MOVING LIVE FISH

Many new populations of fish have been established through unauthorized stocking. This practice is illegal and can cause great harm to existing fisheries and aquatic ecosystems. **A licence is required for all fish (including live spawn) transfers and stocking into Ontario waters, and a licence is required to ship or transport live fish, other than baitfish, taken from Ontario waters.** Also, take care when cleaning smelt. Do not rinse equipment or dump entrails into a lake or river. Fertilized smelt eggs can easily invade new waters.

AQUARIUM FISH

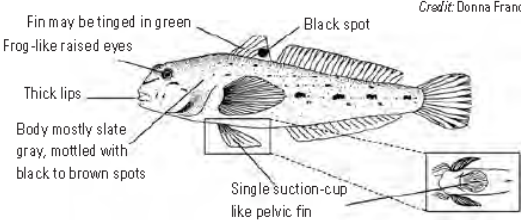
Never release or flush pets, plants or water from aquaria, backyard ponds or water gardens. It is illegal and can harm the environment. If you have an unwanted aquarium pet, you can return it to a local pet store, donate it to a school or contact the Fish Rescue Program at 905-839-6764.

CRAYFISH

Crayfish can only be used for bait in the waterbody in which they were caught and they cannot be transported overland.

ROUND GOBY

The Round Goby is frequently caught by anglers. It is just one of the many serious threats to North American waters. Since its discovery in the St. Clair River in 1990, this bottom-dwelling fish has rapidly spread to many areas of the Great Lakes and inland waters. The Round Goby can displace native fish from optimal habitat, eat their eggs and young, and spawn multiple times a season. Anglers should know how to identify the Round Goby - these aggressive fish are easily caught by hook and line.



WHAT YOU CAN DO...

- Report new sightings. If you catch a Round Goby it should be destroyed and not released back into any waters.
- Always dispose of your unwanted bait and the contents of your bait bucket or bait bucket water on land or in the trash. It is illegal to dump the contents of a bait bucket into any waters or within 30 metres of any waters.
- Never use gobies as bait. It is against the law to use gobies as bait or have live gobies in your possession.

For more information or to report a sighting, call the **Invading Species Hotline 1-800-563-7711** or visit www.invadingspecies.com.

BY SPREADING THE WORD AND TAKING ACTION AGAINST INVADING SPECIES YOU CAN HELP CONSERVE ONTARIO'S HEALTHY FISHERIES!

b)



c)



Figur 8. Tiltak for å forhindre spredning av svartmunnet kutling og andre fremmede arter i Nord-Amerika. a) Utsnitt fra dokument utgitt av forvaltningen for å forhindre spredning av fremmede arter i Canada. https://files.ontario.ca/environment-and-energy/fishing/2016/2016_Licence_Information_and_Fees_English.pdf. b) Informasjonsskilt ved vann i Ontario. (Wikimedia Commons, Fungus guy CC-BY-SA-3.0). c) «Round goby watch card» fra Sea Grant, Minnesota (<http://www.seagrant.umn.edu/publications/X36>).

Det fins også andre metoder, både for å oppdage arten og for overvåking av populasjoner. En studie i Lake Michigan fant at feller med agn ("minnow traps") var en bra metode, som dessuten var kostnadseffektiv (Diana mfl. 2006). Visuelle metoder som undervannstransektorer med video-filming viste seg også å være en bra metode for overvåking av størrelse og tetthet av svartmunnet kutling på ulike substrat (Johnson mfl. 2005b). Andre muligheter er fiske med krok og agn (se f.eks. Gutowsky mfl. 2011), andre typer av feller, ruser, garn, tråling og elfiske i ferskvann. Hvilken metode som er best egnet kan f.eks. avhenge av tid på året (Diana mfl. 2006).

Det er også viktig å engasjere interessenter slik som fritids- og yrkesfiskere for å raskere rapportere fremmede arter (Lehtiniemi mfl. 2015, Ojaveer mfl. 2015). I både Finland (<http://www.vieraslajit.fi/fi>) og Sverige (www.artportalen.se) fins system for allmenheten å rapportere funn av svartmunnet kutling. I Norge meldes artsobservasjoner inn på Artskart ved Artsdatabanken (<https://artskart.artsdatabanken.no>). I Minnesota i USA har man gitt ut et "round goby watch card" som man kan ha med seg i lommeboken og som hjelper til med artsidentifisering og beskriver hva man skal gjøre om man fanger svartmunnet kutling (**figur 8**).

Elektriske barrierer har vist seg å være effektive mot svartmunnet kutling, men da de ble testet i Mississippi i USA så var det dessverre for seint for å hindre spredning (Steingraeber & Thiel 2000, Kornis mfl. 2012). Dette understreker hvor viktig det er med tidlig oppdagelse og rask respondering med tiltak.

Det ble gjort et forsøk å utrydde svartmunnet kutling med rotenon i et tilløp til Lake Simcoe i USA, men det var ikke vellykket, og man forhindret ikke kutlingene å nå fram til innsjøen (Kornis mfl. 2012). Rotenon er dessuten en metode som har stor negativ påvirkning på hele økosystemet. Tiltak for å utrydde fisken vil også innebære store økonomiske kostnader. Marginalkostnaden for å finne individer øker jo færre individer som er igjen, og de kan bli enormt store for å finne de siste individene. Myers mfl. (1998) viste at hvis man prøver å utrydde en pestart, så kan det koste omtrent like mye å finne og fjerne de siste 10% som de første 90% av individene.

En kombinasjon av feltforsøk og modellering viser at det er teoretisk mulig å fiske bort svartmunnet kutling fra et område med bur og eggfeller men at det tar lang tid (N'Guyen mfl. 2018). Hvis man begynner bekjempelsestiltak rettet mot både egg og voksne snart etter å ha oppdaget fisken så kan det ta 13 år for å oppnå utryddelse i 95% av tilfellene. Om man derimot venter med tiltak inntil populasjonen har nådd maksimal lokal størrelse (carrying capacity), tar det lenger tid for å oppnå samme resultat. Hvis man bare tar bort voksne individer tar det 20 respektive 29 år før man oppnår utryddelse (i 95% av tilfellene). Arbeidsinnsatsen for å ta bort egg og voksne var anslått til 5 timer/m² per år, mens å ta bort bare voksne individer innebar <2 timer/m² per år, og tiltaket å fange bare voksne individer ble derfor sett på som mer kostnadseffektivt (N'Guyen mfl. 2018).

For svartmunnet kutling, og de fleste fremmede arter, er utryddelse ofte bare mulig hvis det gjøres tidlig etter at populasjonen er introdusert, og om tilførselen av nye individer kan forhindres (N'Guyen mfl. 2018). Å fjerne en fremmed art kan være et aktuelt tiltak noen ganger, for eksempel ved tidlig oppdagelse av en introduksjon i et begrenset område, og at arten har begrenset spredningskapasitet. Utryddelse av svartmunnet kutling i Østersjøen er ikke lenger realistisk, men populasjonskontroll for å redusere ytterligere spredning og kolonisering av nye områder bør være mulig (Ojaveer mfl. 2015). For å få til det er internasjonalt samarbeid om overvåking og tiltak viktig (Ojaveer mfl. 2015).

Predatorer, som rovfisk og fiskespisende fugl, kan også utøve biologisk kontroll der predatorene reduserer økningshastigheten av byttedyret og holder populasjonen på et lavt nivå. Dette synes å være tilfelle i Lake Erie der man i en bioenergetisk modell sammen med tråldata har vist at lake spiste svartmunnet kutling i tilstrekkelig høy grad for å potensielt kunne regulere arten (Madenjian mfl. 2011). Å ha gode rovfiskbestander er altså meget viktig. I Danmark har man dessuten gjort forsøk med å sette ut piggvar med håp om at en styrking av den stedegne

rovfiskbestanden skulle hjelpe til med å holde tettheten av kutlinger nede (<http://www.fiskepleje.dk/Nyheder/2014/09/Pighvar-udsaetning-6okt2014>).

Svartmunnet kutling er en matfisk i sitt opprinnelige utbredelsesområde, og skulle derfor kunne utnyttes også i områder der den er fremmed. I Latvia har yrkesfiskernes fangst av arten økt dramatisk i en periode, fra et fåtall individer til flere hundre tonn svartmunnet kutling per år, og det fins også et marked for arten der (Elina Knospina, BIOR, Riga, pers. med.). Også i Danmark har forekomsten av svartmunnet kutling økt eksplosjonsartet etter det første funnet på Bornholm i 2008 (Azour mfl. 2015). Per idag fins det ikke et marked for fisken i Danmark, men det pågår prosjekt på DTU Aqua om mulighetene for å utnytte svartmunnet kutling kommersielt, hvilket også skulle kunne begrense dens negative effekter².

² [http://orbit.dtu.dk/en/projects/sustainable-use-of-the-invasive-round-goby-in-favour-for-the-fishery-and-the-environment-sortmund-39336\(b8174fcf-c160-4d59-a963-bf438159d237\).html](http://orbit.dtu.dk/en/projects/sustainable-use-of-the-invasive-round-goby-in-favour-for-the-fishery-and-the-environment-sortmund-39336(b8174fcf-c160-4d59-a963-bf438159d237).html)

5.2 Hva kan norsk forvaltning gjøre?

Med bakgrunn i erfaringer fra andre land så oppsummerer vi her helt kort ulike muligheter for å redusere effekten av dørstokkarten svartmunnet kutling. Hvordan kan man redusere risikoen for at den fremmede arten blir introdusert? Hvis den blir introdusert, kan man da forhindre at den etablerer og sprer seg videre? Hvis den etablerer seg, kan man redusere de negative økologiske effektene som arten kan få? Dette er sammenfattet i **tabell 3**. For å forhindre introduksjon av arten til Norge, er det viktig å støtte og følge opp internasjonalt arbeid for å forhindre spredning av fremmed arter, som ballastvannkonvensjonen. Å forhindre egenspredning av arten via sjøvegen fra Sverige og Danmark, er trolig svært vanskelig. Tidlig oppdagelse av arten etter introduksjon er essensielt og overvåking av høyrisikoområder som store havner med f.eks. miljø-DNA er et viktig tiltak. Det er også viktig å få folk til å melde inn funn av arten, gjerne i Artskart. For å øke kunnskapen og interessen for dette kan man spre målrettet informasjon til f.eks. sportsdykkerklubber, sportsfiskere, inkludert Norges Jeger- og Fiskerforbund. Man kan også inspireres av et samarbeid mellom Sportfiskarna og forskere fra Göteborgs universitet som ordnet en sportsfiskekonkurranse etter svartmunnet kutling i Göteborg³. Hvis arten blir oppdaget i Norge er det viktig med en rask respons, og man kan da prøve å utrydde den ved hjelp av utfisking, med feller etc. Samtidig er det viktig å prøve å forhindre videre spredning. Det vil si at tiltak som elektriske barrierer og båtvask kan prøves. Man bør også opplyse sportsfiskere om arten, og informere om risikoen knyttet til den og at det er forbudt å spre fisken som levende agn. Ettersom svartmunnet kutling kan finnes i både brakkvann/marint og i ferskvann, så kan den potensielt spre seg til mange ulike økosystemer og naturtyper. Overvåking for å følge med på spredningen og oppdage nye forekomster er viktig. Hvis arten skulle etablere seg i Norge med livskraftige populasjoner, så er det trolig veldig vanskelig å utrydde den helt. Man kan eventuelt prøve å redusere tettheten av den fra områder der den potensielt kan gjøre størst skade, f.eks. ved hjelp av feller og utfisking, samt innføre forbud om utkast av fisken etter fangst. Det er også viktig å verne om rovfiskbestandene, slik at de kan hjelpe til med å holde kutlingene nede og redusere de negative effektene. Man kan også vurdere utsetting av stedegen rovfisk på utvalgte steder. Hvis svartmunnet kutling skulle etablere seg i store tettheter, som f.eks. i Danmark, så kan man undersøke mulighetene for å utnytte fisken kommersielt.

Tabell 3. Prosess for biologisk invasjon, spredningsveier, mulige tiltak og eksempler på tiltak for å begrense effekten av svartmunnet kutling.

Prosess for biologisk invasjon	Spredningsvei	Tiltak	Eksempel
1. Transport, ankomst, introduksjon	- Skips- og båttrafikk (ballastvann, begroing) - Egenspredning fra naboland	Forhindre introduksjon	- Ballastvannkonvensjonen - Vask/inspeksjon av båtskrog
2. Etablering		Tidlig oppdagelse, rask respons, utryddelse	- Overvåking spesielt i store havner, miljø-DNA, fiske - Få folk å rapportere funn
3. Videre spredning	- Båttrafikk - Levende agn - Egenspredning	Begrense, kontrollere	- Overvåking – miljø-DNA, fiske, feller, snorkeling - Få folk å rapportere funn - Spre informasjon, spesielt til sportsfiskere - Vask/inspeksjon av båtskrog - Elektriske barrierer, feller, utfisking
4. Effekt på økosystemer		Redusere effekter, begrense skader	- Utfisking, feller

³ <https://science.gu.se/aktuellt/nyheter/Nyheter+Detalj/sportfisketavling-bidrar-till-forskningsprosjekt.cid1399582>

5.3 Kunnskapshull og forskningsbehov

Selv om svartmunnet kutling er en relativt velstudert art, så er det fortsatt veldig mye man ikke vet. Vi kan ikke gi en uttømmende gjennomgang her, men vil nevne noen eksempler på områder der det er viktig med mer kunnskap. Det er fortsatt mange kunnskapshull hva gjelder både biologien og toleransen til svartmunnet kutling. Et helt grunnleggende spørsmål som er meget relevant er om arten kan reprodusere i havvann med høy saltholdighet, samt hvordan klekkbarhet og tidlig overlevelse påvirkes av høy salinitet? Et annet interessant spørsmål er hvor stor potensiale svartmunnet kutling har for å tilpasse seg endrede miljøforhold som høy salinitet? Det er også mange spørsmål omkring spredningsveier og vektorer, samt atferd og spredning. Det er f.eks. uklart i hvor stor grad larver kan spres med havstrømmer. Når individer er blitt introdusert til et nytt område, f.eks. en havn med brakkvann, hvordan ser spredningsmønsteret derfra ut? Har fiskene en preferanse for å gå mot lavere eller høyere salinitet? Er en eventuell preferanse avhengig av hvilket opphav fiskene har, dvs. om de kommer fra ferskvanns- eller brakkvannspopulasjoner? Kan man se en økende ekspansjonshastighet i spredningsfronten, slik man f.eks. har sett på fremmede invaderende padder i Australia (Philips mfl. 2006). Hvor er det mest sannsynlig at fisken etablerer seg? Hvordan ser utbredelsen ut mht. dyp - hvor er fisken og når?

Når og hvor kan man forvente at svartmunnet kutling kommer til Norge? Arten er så langt ikke registrert her i landet, men vi kan ikke utelukke at fisken allerede kan ha blitt introdusert. Uansett så er identifisering av høyrisikoområder og overvåkning for å raskt oppdage arten, viktig. Det er også viktig med mer kunnskap om ulike forvaltningstiltak etter en introduksjon. F.eks. hvor effektive er feller og spredningsbarrierer? Hvilke tiltak er mest egnet i ulike områder?

Det er uklart hvilke økologiske effekter svartmunnet kutling vil få om/når den kommer til Norge. Hvordan vil stedege arter påvirkes av svartmunnet kutling? Hvilke arter påvirkes mest? Vil laksefisk (egg og yngel) bli negativt påvirket hvis kutlingene går opp i lakseelver? Er noen naturtyper og økosystemer spesielt sårbare? Hvor kan svartmunnet kutling forårsake størst problemer? Man har sett at effekten av nærvær av svartmunnet kutling kan variere stort mellom områder, men hvorfor det er slik har man mangelfull kunnskap om.

Her finnes mange interessante problemstillinger å ta tak i som vil øke vår kunnskap om denne invaderende arten, og som også er viktige for vår forståelse av invasjonsbiologi i et større perspektiv. Slik kunnskap vil også være nyttig fra et anvendt perspektiv, og sentral for utfordringer som forvaltningen vil kunne stå overfor i nær framtid.

6 Referanser

- Adrian-Kalchhauser, I. & Burkhardt-Holm, P. 2016. An eDNA assay to monitor a globally invasive fish species from flowing freshwater. *PLOS ONE* 11: 1, e0147558.
- Adrian-Kalchhauser, I., Svensson, O., Kutschera, V.E., Rosenblad M.A., Pippel, M., Winkler, S., Schloissnig, S., Blomberg, A. & Burkhardt-Holm, P. 2017. The mitochondrial genome sequences of the round goby and the sand goby reveal patterns of recent evolution in gobiid fish. *BMC Genomics* 18: article no. 177.
- Almqvist, G., Strandmark, A.K. & Appelberg, M. 2010. Has the invsive round goby caused new links in the Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes* 89: 79-93.
- Anonym. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratetsgruppe for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Arend, K.K., Beletsky, D., DePinto, J.V., Ludsin, S.A., Roberts, J.J., Rucinski, D.K., Scavia, D., Schwab, D.J. & Höök, T.O. 2011. Seasonal and interannual effects of hypoxia on fish habitat quality in Lake Erie. *Freshwater Biology* 56: 366-383.
- Azour, F., van Deurs, M., Behrens, J., Carl, H., Hüsey, K., Greisen, K., Ebert, R. & Møller, P.R. 2015. Invasion rate and population characteristics of the round goby *Neogobius melanostomus*: effects of density and invasion history. *Aquatic Biology* 24: 41-52.
- Balshine S., Verma, A., Chant, V. & Theysmeyer, T. 2005. Competitive interactions between round gobies and logperch. *Journal of Great Lakes Research* 31: 68-77.
- Barton, D.R., Johnson, R.A., Campbell, L., Petruniak, J. & Patterson, M. 2005. Effects of round gobies (*Neogobius melanostomus*) on dreissenid mussels and other invertebrates in eastern Lake Erie, 2002-2004. *Journal of Great Lakes Research* 31: 252-261.
- Behrens, J., van Deurs, M. & Christensen, E.A.F. 2017. Evaluating dispersal potential of an invasive fish by the use of aerobic scope and osmoregulation capacity. *PLOS ONE* 12(4): e0176038.
- Bergstrom, M.A. & Mensinger, A.F. 2009. Interspecific resource competition between the invasive round goby and three native species: logperch, slimy sculpin, and spoonhead sculpin. *Transactions of the American Fisheries Society* 138: 1009-1017.
- Björklund, M. & Almqvist, G. 2010a. Is it possible to infer the number of colonisation events from genetic data alone? *Ecological Informatics* 5: 173-176.
- Björklund, M. & Almqvist, G. 2010b. Rapid spatial genetic differentiation in an invasive species, the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Biological Invasions* 12: 2609-2618.
- Blackburn, T.M., Pysek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan, R.P., Jarosik, V., Wilson, J.R.U. & Richardson, D.M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 333-339.
- Bronnenhuber, J.E., Dufour, B.A., Higgs, D.M & Heath, D.D. 2011. Dispersal strategies, secondary range expansion and invasion genetics of the nonindigenous round goby, *Neogobius melanostomus*, in Great Lakes tributaries. *Molecular Ecology* 20: 1845-1859.
- Brown, J.E. & Stepien, C.A. 2009. Invasion genetics of the Eurasian round goby in North America: tracing sources and spread patterns. *Molecular Ecology* 18: 64-79.
- Borcherding, J., Dolina, M., Heermann, L., Knutzen, P., Kruger, S., Matern, S., van Treeck, R. & Gertzen S. 2013. Feeding and niche differentiation in three invasive gobies in the Lower Rhine, Germany. *Limnologica* 43: 49-58.
- Bzoma, S. 1998. The contribution of round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1811) to the food supply of cormorants (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus, 1758) feeding in the Puck Bay. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute, Gdynia* 2: 39-48.
- Carl, H., Behrens, J. & Møller, P.R. 2016. Statusrapport vedr. udbredelsen af ikke-hjemmehørende fiskearter i danske kystvande (2016). Statens Naturhistoriske Museum, Rapport 2016 – 1, 35 s.

- Cerwenka, A.F., Brandner, J., Geist, J. & Schliewen U.K. 2014. Strong versus weak population genetic differentiation after a recent invasion of gobiid fishes (*Neogobius melanostomus* and *Ponticola kessleri*) in the upper Danube. *Aquatic Invasions* 9: 71–86.
- Chotowski, M.A. & Marsden, J.E. 1999. Round goby and mottled sculpin predation on lake trout eggs and fry: field predictions from laboratory experiments. *Journal of Great Lakes Research* 25: 26–35.
- Corkum, L.D., Sapota, M.R. & Skora, K.E. 2004. The round goby, *Neogobius melanostomus*, a fish invader on both sides of the Atlantic Ocean. *Biological Invasions* 6: 173–181.
- Diana, C.M., Jonas, J.L., Claramunt, R.M., Fitzsimons, J.D. & Marsden, J.E. 2006. A comparison of methods for sampling round goby in rocky littoral areas. *North American Journal of Fisheries Management* 26:514–522.
- Dubs, D.O.L. & Corkum, L.D. 1996. Behavioral interactions between round gobies (*Neogobius melanostomus*) and mottled sculpins (*Cottus bairdi*). *Journal of Great Lakes Research* 22: 838–844.
- Fitzsimons, J.D., Williston, B., Williston, G., Bravener, G., Jonas, J.L., Claramunt, R.M., Marsden, E. & Ellrott, B.J. 2006. Laboratory estimates of salmonine egg predation by round gobies (*Neogobius melanostomus*), sculpins (*Cottus cognatus* and *C. bairdi*), and crayfish (*Oronectes propinquus*). *Journal of Great Lakes Research* 32: 227–241.
- Fitzsimons, J.D., Clark, M. & Keir, M. 2009. Addition of round gobies to the prey community of Lake Ontario and potential implications to thiamine status and reproductive success of lake trout. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 12: 296–312.
- Florin, A.-B. 2011. Svartmunnad smörbult – risk eller resurs, s. 49–51. I: Lewander, M., Karlsson, M., Lundberg, K. (red.) - Havet 2011 – om miljötillståndet i svenska havsområden.
- Florin, A.-B., Hüssy, K., Blass, M., Oesterwind, D., Puntila, R., Ustups, D., Albrecht, C., Heimbrand, Y., Knospina, E., Koszarowski, K. & Odelström, A. 2017. How old are you—Evaluation of age reading methods for the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814). *Journal of Applied Ichthyology* 2017;00:1–6. <https://doi.org/10.1111/jai.13596>
- Florin, A.-B., Reid, D., Sundblad, G. & Näslund, J. In press. Local conditions affecting current and potential distribution of the invasive round goby – Species distribution modelling with spatial constraints. *Journal of Estuarine, Coastal and Sea Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.10.005>
- Fossøy, F., Dahle, S., Birkeland Eriksen, L., Hagen Spets, M., Karlsson, S. & Hesthagen, T. 2017. Bruk av miljø-DNA for overvåking av fremmede fiskearter – utvikling av artsspesifikke markører for gjedde, mort og ørekyt. NINA Rapport 1299. Norsk institutt for naturforskning.
- French, J.R.P. & Jude, D.J. 2001. Diets and diet overlap of nonindigenous gobies and small benthic native fishes co-inhabiting the St. Clair River, Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 27: 300–311.
- Gederaas, L., Moen, T.L., Skjelseth, S. & Larsen, L.-K. (red.) 2012. Fremmede arter i Norge – med norsk svarteliste 2012. Artsdatabanken, Trondheim.
- Gertzen, S., Fidler, A., Kreische, F., Kwabek, L., Schwamborn, V. & Borchering, J. 2016. Reproductive strategies of three invasive Gobiidae co-occurring in the Lower Rhine (Germany) *Limnologia* 56: 39–48.
- Granhag, L. 2016. Metoder för övervakning av främmande arter. Protokoll för övervakning i farleder och hamnar. Havs-och Vattenmyndighetens rapport 2016:13.
- Gutowsky, L.F., Brownscombe, J.W. & Fox, M.G. 2011. Angling to estimate the density of large round goby (*Neogobius melanostomus*). *Fisheries Research* 108: 228–231.
- HELCOM 2013. HELCOM ALIENS 2 - Non-native species port survey protocols, target species selection and risk assessment tools for the Baltic Sea. 34 pp.
- Hempel, M., Neukamm, R. & Thiel, R. 2016. Effects of introduced round goby (*Neogobius melanostomus*) on diet composition and growth of zander (*Sander lucioperca*), a main predator in European brackish waters. *Aquatic Invasions* 11: 167–178.

- Hempel, M. & Thiel, R. 2015. Effects of salinity on survival, daily food intake and growth of juvenile round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) from a brackish water system. *Journal of Applied Ichthyology* 31: 370-374.
- Hendrichsen, D., Åström, J., Forsgren, E. & Skarpaas, O. 2015. Fremmede arter, spredningsveier og økologisk risiko. NINA Rapport 1091. Norsk institutt for naturforskning.
- Hensler, S. & Jude, D. 2007. Diel vertical migration of round goby larvae as a potential mechanism for advective dispersal and ballast water transport. *Journal of Great Lakes Research* 33: 295–302.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2007. Non-native freshwater fishes in Norway: history, consequences and perspectives. *Journal of Fish Biology* 71 (Supplement D): 173–183.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2016. Spredning av ferskvannsfisk i Norge. En fylkesvis oversikt og nye registreringer i 2015. NINA Rapport 1205. Norsk institutt for naturforskning.
- Hirsch, P.E., Adrian-Kalchhauser, I., Flämig, S., N'Guyen, A., Defila, R., Di Giulio, A. & Burkhardt-Holm, P. 2016a. A tough egg to crack: recreational boats as vectors for invasive goby eggs and transdisciplinary management approaches. *Ecology and Evolution* 6: 707-715.
- Hirsch, P.E., N'Guyen, A., Adrian-Kalchhauser, I. & Burkhardt-Holm, P. 2016b. What do we really know about the impacts of one of the 100 worst invaders in Europe? A reality check. *Ambio* 45: 267-279.
- Hirsch, P.E., Thorlacius, M., Brodin, T. & Burkhardt-Holm, P. 2017. An approach to incorporate individual personality in modeling fish dispersal across in-stream barriers. *Ecology and Evolution* 7: 720-732.
- Hogan, L.S., Marschall, E., Folt, C. & Stein, R.A. 2007. How non-native species in Lake Erie influence trophic transfer of mercury and lead to top predators. *Journal of Great Lakes Research* 33: 46-61.
- Hulme, P.E. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. - *Journal of Applied Ecology* 43: 835–847.
- Hulme, P.E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46:10-18.
- Hulme, P.E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kuehn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pysek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W. & Vila, M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45: 403-414.
- Huyse, T., Vanhove, M.P.M, Mombaerts, M., Volckaert, F.A.M. & Verreycken, H. 2015. Parasite introduction with an invasive goby in Belgium: double trouble? *Parasitology Research* 114: 2789-2793
- Issaris, Y., Katsanevakis, S., Salomidi, M., Tsiamis, K., Katsiaras, N. & Verriopoulos, G. 2012. Occupancy estimation of marine species: dealing with imperfect detectability. *Marine Ecology Progress Series* 453: 95-106.
- Jakubas, D. 2004. The response of the grey heron to a rapid increase of the round goby. *Waterbirds* 27: 304-307.
- Janac, M., Valova, Z, Roche, K. & Jurajda, P. 2016. No effect of round goby *Neogobius melanostomus* colonisation on young-of-the-year fish density or microhabitat use. *Biological Invasions* 18: 2333-2347.
- Janssen, J. & Jude, D.J. 2001. Recruitment failure of mottled sculpins *Cottus bairdi* in Calumet harbour, southern Lake Michigan, induced by the newly introduced round goby *Neogobius melanostomus*. *Journal of Great Lakes Research* 27: 319-328.
- Johnsen, T., Sandlund, O.T., Often, A., Jelmert, A. & Hobæk, A. 2010. Kartlegging og overvåking av fremmede skadelige arter i Norge. NIVA Rapport 5969-2010.
- Johnson, T.B., Bunnell, D.B. & Knight, C.T. 2005a. A potential new energy pathway in Central Lake Erie: the round goby connection. *Journal of Great Lakes Research* 31: 238–251.

- Johnson, T.B., Allen, M., Corkum, L.D. & Lee, V.A. 2005b. Comparison of methods needed to estimate population size of round gobies (*Neogobius melanostomus*) in western Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research* 31: 78-86.
- Jurajda, P., Cerny, J., Polacik, M., Valova, Z., Janac, M., Blazek, R. & Ondrackova, M. 2005. The recent distribution and abundance of non-native *Neogobius* fishes in the Slovak section of the river Danube. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 319-232.
- Juza, T., Zemanova, J., Tuser, M., Sajdlova, Z., Baran, R., Vasek, M., Ricard, D., Blabolil, P., Wagenvoort, A.J., Ketelaars, H.A.M. & Kubecka, J. 2016. Pelagic occurrence and diet of invasive round goby *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii, Gobiidae) juveniles in deep well-mixed European reservoirs. *Hydrobiologia* 768: 197-209.
- Järv, L., Kotta, J., Kotta, I. & Raid, T. 2011. Linking the structure of benthic invertebrate communities and the diet of native and invasive fish species in a brackish water ecosystem. *Ann. Zool. Fennici* 48: 129-141.
- Karlson, A., Almqvist, G., Skora, K.E. & Appelberg, M. 2007. Indications of competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64: 479-486.
- Keller, R.P., Lodge, D.M. & Finnoff, D.C. 2007. Risk assessment for invasive species produces net bioeconomic benefits. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 104: 203-207.
- Kornis, M.S., Mercado-Silva, N. & Vander Zanden, M.J. 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. - *Journal of Fish Biology* 80: 235-285.
- Kotta J., Nurkse, K., Puntila, R. & Ojaveer, H. 2016. Shipping and natural environmental conditions determine the distribution of the invasive non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in a regional sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 169: 15-24.
- Krakowiak, P.J. & Pennuto, C.M. 2008. Fish and macroinvertebrate communities in tributary streams of Eastern Lake Erie with and without round gobies (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814). *Journal of Great Lakes Research* 34: 675–689.
- Kuhns, L.A. & Berg, M.B. 1999. Benthic invertebrate community responses to round goby (*Neogobius melanostomus*) and zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion in Southern Lake Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 25: 910-917.
- Lauer, T.E., Allen, P.J. & McComish, T.S. 2004. Changes in mottled sculpin and Johnny darter trawl catches after the appearance of round gobies in the Indiana waters of Lake Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 185-189.
- Lederer, A.M., Janssen, J., Reed, T. & Wolf, A. 2008. Impacts of the introduced round goby (*Apollonia melanostoma*) on Dreissenids (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*) and on macroinvertebrate community between 2003 and 2006 in the littoral zone of Green Bay, Lake Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 34: 690–697.
- Lee, V.A. & Johnson, T.B. 2005. Development of a bioenergetics model for the round goby (*Neogobius melanostomus*). *Journal of Great Lakes Research* 31: 125-134.
- Lehtiniemi, M., Ojaveer, H., David, M., Galil, B., Gollasch, S., McKenzie, C., Minchin, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Olenin, S. & Pederson, J. 2015. Dose of truth – monitoring marine non-indigenous species to serve legislative requirements. *Marine Policy* 54: 26-35.
- Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., Shogren, J.F., Lewis, M.A. & Lamberti, G. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society B* 269: 2407-2413.
- Lockwood, J.L., Cassey, P. & Blackburn, T.M. 2009. The more you introduce the more you get: the role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. *Diversity and Distributions* 15: 904-910.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.

- Madenjian, C.P., Tapanian, M.A., Witzel, L.D., Einhouse, D.W., Pothoven, S.A. & Whitford, H.L. 2011. Evidence for predatory control of the invasive round goby. *Biological Invasions* 13: 987–1002.
- Meunier, B., Yavno, S., Ahmed, S. & Corkum, L.D. 2009. First documentation of spawning and nest guarding in the laboratory by the invasive fish, the round goby (*Neogobius melanostomus*). *Journal of Great Lakes Research* 35: 608-612.
- Myers, J.H., Savoie, A. & van Randen, E. 1998. Eradication and pest management. *Annual Review of Entomology* 43: 471-491.
- Nathan, L.R., Jerde, C.L., Budny, M.L. & Mahon, A.R. 2015. The use of environmental DNA in invasive species surveillance of the Great Lakes commercial bate trade. *Conservation Biology* 29: 430-439.
- N'guyen, A., Hirsch, P.E., Bozzuto, C., Adrian-Kalchchauser, I., Horkova, K. & Burkhardt-Holm, P. 2018. A dynamic model for invasive round goby populations reveals efficient and effective management options. *Journal of Applied Ecology* 55: 342-352.
- Nichols, S.J., Kennedy, G., Crawford, E., Allen, J., French J., Black, G., Blouin, M., Hickey, J., Chernyak, S., Haas, R. & Thomas, M. 2003. Assessment of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) spawning efforts in the lower St. Clair River, Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 29: 383-391.
- Nunes, A.L., Katsanevakis, A., Zenetos, A. & Cardoso, A.C. 2014. Gateways to alien invasions in the European seas. *Aquatic Invasions* 9: 133-144.
- Nurkse, K., Kotta, J., Orav-Kotta, H. & Ojaveer, H. 2016. A successful non-native predator, round goby, in the Baltic Sea: generalist feeding strategy, diverse diet and high prey consumption. *Hydrobiologia* 777: 271-281.
- Ojaveer, H., Galil, B.S., Lehtiniemi, M., Christoffersen, M., Clink, S., Florin, A.-B., Gruszka, P., Puntila, R. & Behrens, J. 2015. Twenty five years of invasion: management of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Management of Biological Invasions* 6: 329-339.
- Perrings, C., Dehnen-Schmutz, K., Touza, J. & Williamson, M. 2005. How to manage biological invasions under globalization. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 212-215.
- Phillips, B.L., Brown, G.P., Webb, J. & Shine, R. 2006. Invasion and the evolution of speed in toads. *Nature* 439: 803.
- Poos, M., Dextrase, A.J. & Schwalb, A.N. 2010. Secondary invasion of the round goby into high diversity Great Lakes tributaries and species at risk hotspots: potential new concerns for endangered freshwater species. *Biological Invasions* 12: 1269-1284.
- Primack, R.B. 2010. *Essentials of conservation biology*. 5th edition. Sinauer, Sunderland, USA.
- Rahel, F.J. & Olden, J.D. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22:585-592.
- Rakauskas, V., Putys, Z., Dainys, J., Lesutiene, J., Lozys, L. & Arbaciauskas, K. 2013. Increasing population of the invader round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), and its trophic role in the Curonian lagoon, SE Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 43: 95-108.
- Ricciardi, A. 2007. Are modern biological invasions an unprecedented form of global change? *Conservation Biology* 21: 329-336.
- Ricciardi, A. & Cohen, J. 2007. The invasiveness of an introduced species does not predict its impact. *Biological Invasions* 9: 309–315.
- Richardson, D. M. & Pysek, P. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30: 409-431.
- Roche, K.F., Janac, M. & Jurajda, P. 2013. A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor – geopolitical change as a driver for invasion. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 411: 01.

- Sandlund, O.T., Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T.O., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T.H., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem. Trondheim: Miljødirektoratet 2013 59 s. Rapport/Miljødirektoratet (M22-2013).
- Sandvik, H., Sæther, B.E., Holmern, T., Tufto, J., Engen, S. & Roy, H.E. 2013. Generic ecological impact assessments of alien species in Norway: a semi-quantitative set of criteria. *Biodiversity and Conservation* 22: 37-62.
- Sapota, M.R. 2004. The Round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdańsk—a species introduction into the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 514:219–224
- Sapota, M.R. & Skóra, K.E. 2005. Spread of alien (non-indigenous) fish species *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdansk (south Baltic). *Biological Invasions* 7: 157-164.
- Schrandt, M.N., Stone, L.C., Klimek, B., Mäkelin, S., Heck Jr. K., Mattila, J. & Herlevi, H. 2016. A laboratory study of potential effects of the invasive round goby on near shore fauna of the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 11: 327-335.
- Simberloff, D. 2009. The Role of Propagule Pressure in Biological Invasions. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 40: 81-102.
- Skabeikis, A. & Lesutiene, J. 2015. Feeding activity and diet composition of round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) in the coastal waters of SE Baltic Sea. *International Journal of Oceanological and Hydrobiological Studies*. 44: 508-519.
- Skora, K.E. & Rzeznik, J. 2001. Observations on diet composition of *Neogobius melanostomus* Pallas 1811 (Gobiidae, Pisces) in the Gulf of Gdansk (Baltic Sea). *Journal of Great Lakes Research* 27: 290-299.
- Steingraeber, M.T. & Thiel, P.A. 2000. The round goby (*Neogobius melanostomus*): another unwelcome invader in the Mississippi river basin. *Transactions of the 65th North American Wildlife and Natural Resources Conference* (McCabe, R. E. & Loos, S. E., eds), pp. 328–344. Washington, DC: Wild life Management Institute.
- Steinhart, G.B., Marschall, E.A. & Stein, R.A. 2004. Round goby predation on smallmouth bass offspring in nests during simulated catch-and-release angling. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 121-131.
- Thacker, C.E. 2015. Biogeography of goby lineages (Gobiiformes: Gobioidae): origin, invasions and extinction throughout the Cenozoic. *Journal of Biogeography* 42: 1615–1625.
- Thorlacius, M., Hellström, G. & Brodin, T. 2015. Behavioral dependent dispersal in the invasive round goby *Neogobius melanostomus* depends on population age. *Current Zoology* 61: 529-542.
- Ustups, D., Bergström, U., Florin, A.B., Kruze, E., Zilniece, D., Elferts, D., Knospina, E. & Uzars, D. 2016. Diet overlap between juvenile flatfish and the invasive round goby in the central Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 107: 121-129.
- Verliin, A., Kesler, M., Svirgsden, R., Taal, I., Saks, L., Rohtla, M., Hubel, K., Eschbaum, R., Vetemaa, M. & Saat, T. 2017. Invasion of round goby to the temperate salmonid streams in the Baltic Sea. *Ichthyological Research* 64:155–158
- Verreycken, H. 2013. Risk analysis of the round goby, *Neogobius melanostomus*, risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.42). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Walther, G., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pysek, P. mfl. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24:686-693.
- Wellband, K.W. & Heat, D.D. 2017. Plasticity in gene transcription explains the differential performance of two invasive fish species. *Evolutionary Applications* 10: 563-576.
- Wonham, M.J., Byers, J.E., Grosholz, E.D. & Leung, B. 2013. Modeling the relationship between invasion risk and propagule pressure to inform invasion policy. *Ecological Applications* 23: 1691-17.

- Wonham, M.J., Carlton, J.T., Ruiz, G.M. & Smith, L.D. 2000. Fish and ships: relating dispersal frequency to success in biological invasions. *Marine Biology* 136: 1111-1121.
- Yoccoz, N.G., Nichols, J.D. & Boulinier, T. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 446-453.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3185-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger