

Edelkreps (*Astacus astacus*)

Naturfaglig utredning og forslag til samordning av
overvåkingsprogrammene for edelkreps og krepsepest

Stein Ivar Johnsen & Trude Vrålstad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs 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 Kortrapport

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

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. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. 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.

Edelkreps (*Astacus astacus*)

Naturfaglig utredning og forslag til samordning av
overvåkingsprogrammene for edelkreps og krepsepest

Stein Ivar Johnsen
Trude Vrålstad

Johnsen, S.I. & Vrålstad, T. 2017. Edelkreps (*Astacus astacus*) - Naturfaglig utredning og forslag til samordning av overvåkingsprogrammene for edelkreps og krepsepest - NINA Rapport 1339. 39 s.

Lillehammer, Mars 2017

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3043-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Stein I. Johnsen

KVALITETSSIKRET AV

Jon Museth

ANSVARLIG SIGNATUR

Jon Museth

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

[xx]

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Tomas Holmern

FORSIDEBILDE

Edelkreps (Børre Dervo), Signalkreps (Stein I. Johnsen), Krepsepest (David Strand).

NØKKEWORD

- Norge
- Edelkreps (*Astacus astacus*), *Aphanomyces astaci* (krepsepest), Signalkreps (*Pasifastacus leniusculus*)
- Naturfaglig utredning
- overvåkingsprogram for edelkreps og krepsepest

KEY WORDS

[se nøkkelord]

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

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Johnsen, S.I. & Vrålstad, T. 2017. Edelkreps (*Astacus astacus*) - Naturfaglig utredning og forslag til samordning av overvåkingsprogrammene for edelkreps og krepsepest – NINA Rapport 1339. 39 s.

Edelkreps (*Astacus astacus*) er en av fem arter ferskvannskreps som finnes naturlig i Europa. Edelkreps er også den eneste arten av ferskvannskreps som ansees å ha vandret naturlig inn i skandinaviske vann og vassdrag. Siden edelkreps er regnet som en delikatess og følgelig er meget ettertraktet som fangstobjekt, er den også satt ut i mange lokaliteter i Norge. De første utsettingene ble trolig foretatt av munkene for flere hundre år siden. Primært på grunn av klima og vannkvalitet, er edelkrepsens utbredelse begrenset til de sørøstlige deler av Norge, med enkelte spredte bestander på Vestlandet og i Trøndelag. Resultatet fra en spørreundersøkelse gjennomført av NINA i 2011-2012, førte til at antall edelkrepslokaliteter i Norge økte med 84 sammenlignet med kartleggingen i 1992-1995. Dette høres positivt ut, men økningen skyldes ikke bedre forhold eller framtidsutsikter for edelkreps, men kun at arten er bedre kartlagt. Det viste seg også at det er vanskelig å konstatere om en art er utdødd eller ikke. 35 av bestandene man trodde var utdødd kom tilbake på listen over eksisterende bestander. Selv om det er knyttet en del usikkerhet til om edelkreps fortsatt finnes i en del lokaliteter, må utbredelsen til edelkreps sies å være relativt godt kartlagt. Dette fordi edelkreps ansees å være en delikatess, og fiske etter edelkreps har lange tradisjoner. Dette medfører at forekomst av edelkreps ofte er godt kjent, sammenlignet med arter som ikke beskattes. Det er i dag registrert 470 edelkrepslokaliteter i Norge. I tillegg er det registrert 14 lokaliteter hvor edelkreps relativt nylig er satt ut, og hvor det er noe usikkerhet om den vil etablere seg.

Selv om edelkreps fortsatt finnes i mange europeiske land har forekomst og fangst blitt dramatisk redusert. Trolig er uttaket av edelkreps blitt redusert med over 90 % i forhold til tidligere tiders fangster. I Sverige regner man med at 97 % av alle edelkrepsbestander er blitt utryddet de siste 115 årene. Årsaken til tilbakegangen er sammensatt, og omfatter trusler fra fremmede arter som krepsepest, signalkreps og vasspest, samt forurensning, nedslamming og fysiske inngrep. I Norge har også forekomst og fangst av edelkreps gått kraftig tilbake siden 1960-tallet. Den årlige fangsten av edelkreps har de siste årene ligget på 10-12 tonn, noe som tilsvarer en reduksjon på 75 % sammenlignet med 1966. Selv om det også har vært en betydelig nedgang i Norge, har den voldsomme nedgangen i Europa ført til at Norges edelkrepsbestander har blitt svært viktige i europeisk sammenheng. Edelkreps er klassifisert som sterkt truet (EN) på Norsk rødliste for arter 2015. Denne rapporten gir en oversikt over de viktigste trusselfaktorene til edelkreps i Norge.

Edelkreps har hatt et eget overvåkingsprogram siden 2001. Da overvåkingsprogrammet ble igangsatt, var det særlig interesse knyttet til overvåking av de vassdragene der krepsebestandene ble forsøkt reetablert etter at de ble utryddet eller redusert av krepsepest eller forsuring. Av de opprinnelige 28 lokalitetene i overvåkingsprogrammet er nå ti lokaliteter slått ut av krepsepest. Da antall overvåkingslokaliteter er kraftig redusert, er det naturlig å revidere overvåkingsprogrammet for edelkreps. I tillegg til å innlemme nye lokaliteter, er det også naturlig å utnytte mulighetene som ligger i å kombinere klassiske bestandsundersøkelser, med vannbasert overvåking av miljø-DNA (eDNA) fra edelkreps og dens største trusler; krepsepest og signalkreps. Overvåking av krepsepest gjennomføres i dag av Veterinærinstituttet på oppdrag fra Mattilsynet, som i 2016 implementerte eDNA overvåking av krepsepest. I dette programmet, som i 2016 - 2017 utføres i samarbeid med pågående forskning ved Veterinærinstituttet og NINA, testes det ut eDNA overvåking av krepsepest, edelkreps og signalkreps fra samme vannprøver. Det er et stort potensiale forbundet med samordnede overvåkingsprogrammer med hensyn på innsats og kostnadsdeling av større fellesaktiviteter som feltarbeid og eDNA analyser. I denne rapporten presenteres det derfor et forslag til felles samordning av overvåkingsprogrammene av edelkreps og krepsepest. Forslaget er overordnet, og detaljer for eventuell samordning må drøftes i fellesskap mellom alle involverte parter.

Stein Ivar Johnsen, Fakkeltgården 2624 Lillehammer, stein.ivar.johnsen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Naturfaglig utredning	9
2.1 Biologi og økologi.....	9
2.1.1 Systematikk og morfologi.....	9
2.1.2 Habitatkrav og begrensende faktorer.....	10
2.1.3 Reproduksjon, yngelpleie og vekst.....	10
2.1.4 Økologi.....	11
2.2 Utbredelse og bestandsstatus.....	12
2.2.1 Utbredelse i Europa.....	12
2.2.2 Utbredelse i Norge.....	12
2.2.3 Status på Norsk rødliste for arter 2015.....	15
2.3 Trusselfaktorer.....	15
2.3.1 Krepsepest.....	16
2.3.1.1 Utbrudd i Europa.....	16
2.3.1.2 Utbrudd i Norge.....	17
2.3.2 Signalkreps.....	20
2.3.2.1 Signalkreps i Norge.....	20
2.3.3 Vasspest.....	23
2.3.4 Forsuring.....	23
2.3.5 Eutrofiering, klimaendringer og fysiske inngrep.....	23
2.3.6 Vassdragsreguleringer.....	24
2.3.7 Andre sykdommer.....	25
2.3.7.1 Saprolegnia infeksjoner.....	25
2.3.7.2 Porselensyke.....	25
2.3.7.3 Psorospermium haeckeli.....	25
2.3.7.4 Virus.....	25
3 Overvåking av edelkreps	27
3.1 Edelkreps - nytteverdien av overvåking.....	27
3.2 Overvåking av edelkreps.....	28
3.3 Overvåking av krepsepest.....	31
3.4 Samordnede overvåkingsprogrammer for edelkreps og krepsepest?.....	32
Referanser	35

Forord

De siste årene er det jobbet for å få på plass et styrende dokument for forvaltningen av edelkreps. I forbindelse med dette arbeidet er det viktig å få på plass en naturfaglig utredning som presenterer edelkrepsens biologi, bestandsstatus og trusselfaktorer. I tillegg til å gi en oppdatert naturfaglig utredning for edelkreps, presenteres det i denne rapporten et forslag til et revidert overvåkingsprogram for edelkreps (nye lokaliteter og ny metodikk). Videre skisseres muligheten for å samordne overvåkingsprogrammet for edelkreps med overvåkingsprogrammet for krepsepest.

Rapporten er skrevet av Stein I. Johnsen (NINA) og Trude Vrålstad (Veterinærinstituttet). Vi ønsker å takke Tomas Holmern hos Miljødirektoratet (oppdragsgiver) for god kommunikasjon gjennom arbeidet med rapporten.

Lillehammer 29.03.17

Stein Ivar Johnsen

1 Innledning

Edelkreps (*Astacus astacus*) er en av fem arter av ferskvannskreps innen familien Astacidae som finnes naturlig i Europa. Det er den eneste opprinnelige ferskvannskrepsen i Skandinavia. Edelkreps er forbundet med sterke tradisjoner og har høy økonomisk og rekreasjonsmessig verdi. Den spiller også en svært viktig økologisk rolle som omnivor (altetende), strukturerende nøkkelart i mange ferskvannshabitater. I dag står edelkreps på den norske rødlista i kategorien sterkt truet (<http://artsdatabanken.no/Rodliste>). Den har også status som sårbar på rødlista til IUCN (International Union for Conservation of Nature). Selv om faktorene som truer edelkreps er sammensatte skyldes den drastiske nedgangen i edelkrepsbestandene i Europa i vesentlig grad introduksjonen av nordamerikansk kreps som er bærer av krepspest. Krepsepest medfører opp til 100 % dødelighet av edelkreps i rammede lokaliteter, og smitter videre via infisert kreps, vann, utstyr brukt i vann og andre vektorer (Vrålstad et al. 2006).

På 1800-tallet medførte økt etterspørsel etter edelkreps i Sverige, også et omfattende krepsefiske i Norge. Det meste av krepsen ble eksportert til Sverige fram til 1970-tallet. I toppåret 1966, ble 30 tonn eksportert av en totalfangst på ca. 40 tonn. Deretter utviklet det seg sterke tradisjoner med krepsefangst også i Norge. I dag konsumeres krepsefangsten hovedsakelig innenlands. Dette skyldes imidlertid ikke bare økt etterspørsel i Norge, men snarere den sterke tilbakegangen av norske edelkrepsbestander. Årsaken til tilbakegang er bl.a. fremmede arter (krepsepest, signalkreps og vasspest), forurensning (forsuring, eutrofiering og annen forurensning), nedslamming, og fysiske inngrep. Den årlige fangsten av edelkreps har de siste årene ligget på 10-13 tonn, noe som tilsvarer en reduksjon på 75 % sammenlignet med 1966 (Taugbøl og Eriksen 1991, Johnsen et al. 2009).

Beskatning i Norge er godt regulert og står ikke på lista over trusselfaktorer. Tvert imot er godt regulert beskatning et insitament for grunneiere for å føre tilsyn med sine edelkrepsbestander (Taugbøl 2004b). Dette gjelder også kontroll av at regler for smittevern (desinfeksjon av utstyr) og maskeviddebruken overholdes.

I Europa er tilbakegangen av edelkreps mye større enn i Norge selv om arten foreløpig kun har status som sårbar på IUCN rødlista. Det skyldes at edelkreps fremdeles har vid utbredelse i Europa, men forekomst og fangst har blitt dramatisk redusert (Westman et. al 1990, Taugbøl & Skurdal 1996, Holdich et. al 2009). I følge Westman et al. (1990) hadde fangstene av edelkreps blitt redusert med nær 90 % i forhold til tidligere tiders fangster. Trolig er reduksjonen enda større i dag, da flere nye vassdrag har blitt rammet av krepsepest. Selv om det også har vært en betydelig nedgang i Norge, har den voldsomme nedgangen i Europa ført til at Norges edelkrepsbestander har blitt svært viktige i Europeisk sammenheng. Edelkreps omfattes også av Bernkonvensjonens liste III og EUs Habitat Direktiv. Det innebærer at den er fredet, men regulert uttak tillates. I motsetning til de fleste land i Europa har Norge hele tiden praktisert et forbud mot introduksjon av fremmede ferskvannskreps, inkludert nordamerikansk kreps som har vist seg å være bærer av krepsepest. I mange andre land er nordamerikanske krepsearter introdusert lovlig eller ulovlig som erstatning for naturlige krepsearter som er svært sårbare for krepsepest. På den måten har Europa innført en rekke smittereservoarer for krepsepest, som i sin tur har akselerert antall krepsepestutbrudd i naturlige krepsebestander. Eksempelvis er bestandene av edelkreps i Sverige redusert med om lag 97 %. Selv om det er flere årsaker til dette, skyldes nedgangen i første rekke introduksjon og videre spredning av krepsepest fra og med 1907 og en storstilt introduksjon av krepsepestbærende nordamerikansk signalkreps som startet i 1969 (Edsman & Schrøder 2009). Det var en ønsket, lovlig utsetting fra myndighetenes side, men som raskt eskalerte videre med ukontrollerte, ulovlige utsettinger. Dette ga og gir fortsatt en kjedereaksjon av krepsepestutbrudd i gjenværende svenske bestander av edelkreps. Det representerer også en trussel for norsk edelkreps, spesielt i grensevassdragene. I Sverige har det siden 1994 vært ulovlig å sette ut signalkreps i nye lokaliteter.

Inntil 2006 var Norge ansett som ett av Europas siste land uten introdusert signalkreps. De siste 10 årene er det imidlertid oppdaget ulovlig introdusert smittebærende signalkreps i seks områder

i Norge. Bestandene i to av disse områdene er utryddet kjemisk. De øvrige bestandene, som befinner seg i Øymarksjøen og Rødenessjøen i Haldenvassdraget (Akershus og Østfold), Store Le (Østfold), Skittenholvatnet og Oppsalvatnet i Hemne (Sør-Trøndelag) og Kvesjøen i Lierne kommune (Nord-Trøndelag) er mindre aktuelle å utrydde, da vannsystemene er for store og komplekse. Funn av signalkreps i blant annet Store Le og i Haldenvassdraget (Øymarksjøen og Rødenessjøen) kunne forklare krepsepestutbruddene og massedød av edelkreps i disse lokalitetene. I Glomma og Vrangselva er det kun påvist massedød av edelkreps som følge av krepsepest, men her er kilden til utbruddene ukjent.

Denne rapporten gir en beskrivelse av edelkrepsens biologi/økologi, oppdatert bestandsstatus for edelkreps i Norge og en beskrivelse av edelkrepsens trusselfaktorer. Av trusselfaktorer gis det særlig oppmerksomhet til krepsepest og signalkreps. Innholdet i denne rapporten vil kunne brukes som en naturfaglig utredning til bruk i fremtidige handlingsplaner eller forvaltningsplaner.

Fram til 2015 ble overvåking av krepsepest utført ved hjelp av burforsøk med levende edelkreps. I flere år har dette vært utført av Utmarksavdelingen i Akershus og Østfold, på oppdrag fra Mattilsynet. Ved mistenkelig dødelighet i buret ble krepsen sendt Veterinærinstituttet for diagnostikk. Fra 2016 ga Mattilsynet Veterinærinstituttet ansvaret for design og utførelse av overvåkningsprogrammet. I 2016 har programmet både benyttet burforsøk og eDNA analyser av vann, mens i programmet for 2017 utføres kun eDNA analyser av vannprøver.

De nye mulighetene som ligger i å kunne påvise tilstedeværelsen av edelkreps og dens største trusselfaktorer (krepsepest og signalkreps) gjennom vannprøver (eDNA) åpner for å innlemme denne metodikken i overvåkingen av edelkreps. Siden overvåkingsprogrammet for edelkreps startet i 2001, har edelkrepsbestanden i 10 (av 28) lokaliteter gått tapt som følge av krepsepest. Avslutningsvis i rapporten presenteres et forslag til et revidert overvåkingsprogram for edelkreps. Det nye programmet inneholder nye lokaliteter, samt lokaliteter for vannprøvetaking (eDNA) som et supplement til tradisjonell overvåkingsmetodikk.

2 Naturfaglig utredning

2.1 Biologi og økologi

2.1.1 Systematikk og morfologi

Av nærmere 600 arter av ferskvannskreps i verden utgjør edelkreps *Astacus astacus* L. én av kun fem naturlige arter i Europa. Disse tilhører familien Astacidae, hvor slektene *Austropotamobius* og *Astacus* har henholdsvis to og tre arter. Edelkreps kan nå lengder på over 15 cm, men er vanligvis mindre. Fargen kan variere, men den er ofte relativt mørk. Klørne er ofte rødlige på undersiden. Edelkreps kan forveksles med nordamerikansk signalkreps *Pasifastacus leniusculus* (figur 1).



Figur 1. Forskjeller og likheter mellom edelkreps (venstre) og signalkreps (høyre). Sammenlignet med edelkrepsen har signalkrepsen et glattere og brunere skall (noen mørkere eksemplarer kan forekomme). Signalkrepsen mangler også en karakteristisk tagg (A) ved furen bak hodeskjoldet. Signalkrepsen har også noe større klør i forhold til kroppsstørrelsen sammenlignet med edelkrepsen, og har vanligvis en hvit til turkis flekk (B) på klørne. Illustrasjoner: Linda Nyman. NB. fargeforskjellen på denne figuren er større enn i naturen.

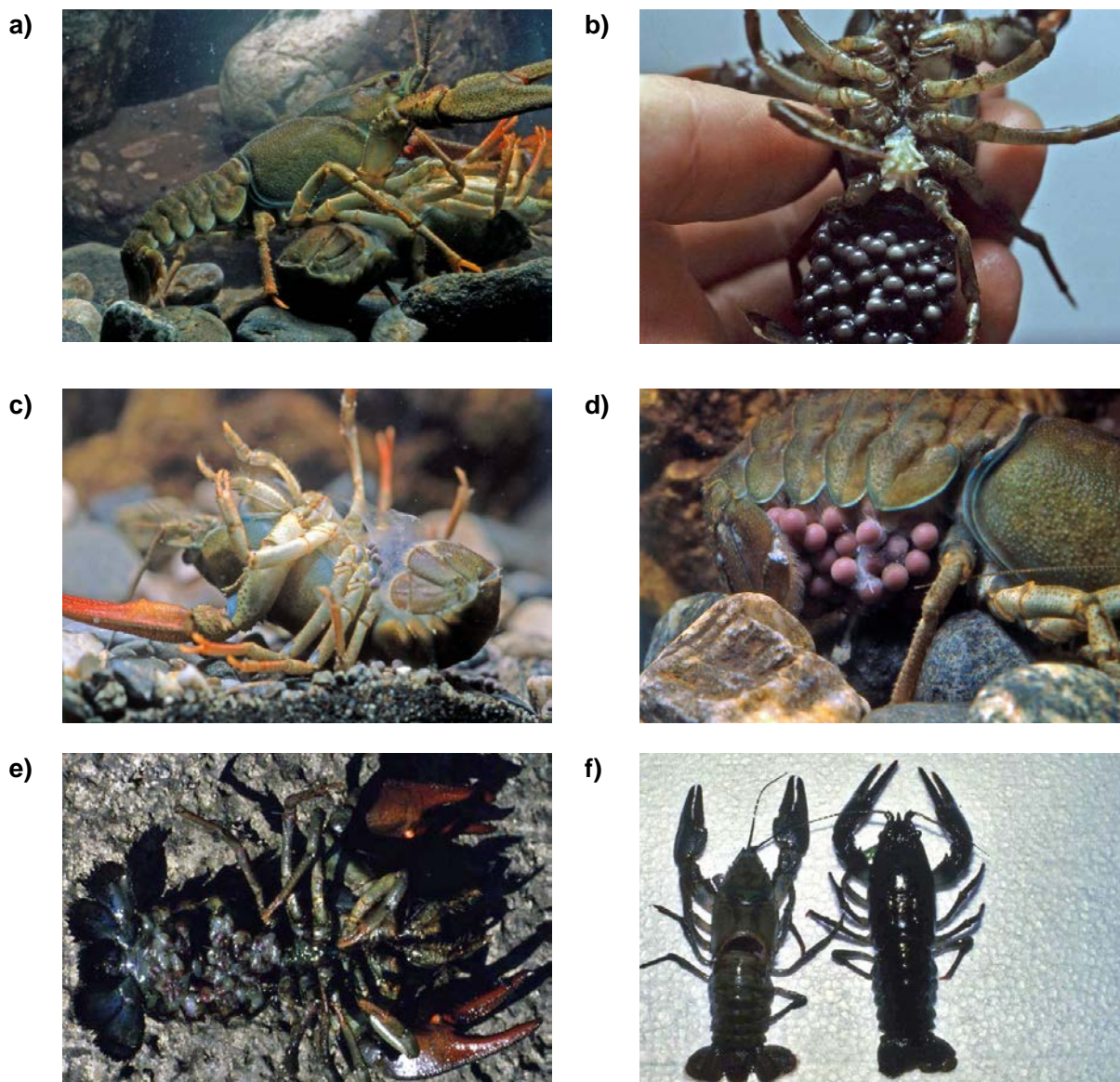
2.1.2 Habitatkrav og begrensende faktorer

Edelkreps forekommer i bekker, elver, innsjøer og dammer. De viktigste faktorene som begrenser utbredelsen er temperatur, vannkjemi og predasjon fra ål. I tillegg vil naturlige begrensende faktorer som konkurranse, predasjon, tilgang på skjul og næringstilgang være avgjørende både for etablering av og størrelsen på bestanden. I en studie av Nyström et al. (2006) ble det funnet at næringstilgangen i innsjøer og elver var avgjørende for kroppsstørrelse hos kreps. Videre hadde skjul/egnet substrat størst betydning for tetthet av kreps i innsjøer uavhengig av predatorbestandens størrelse (abbor). I elver var både skjul/egnet substrat og predasjon avgjørende for tettheten. Steinsfjorden som er en av Norges viktigste edelkrepslokaliteter, har god tetthet av kreps selv med en stor abborbestand. Dette skyldes trolig god tilgang på skjul.

2.1.3 Reproduksjon, yngelpleie og vekst

Edelkreps blir kjønnsmoden ved en størrelse på 6-8 cm. Dette tilsvarer en alder fra 3-6 år. Rogn og spermier utvikles og modnes fra slutten av juli og ut september. Hannene gyter som regel hvert år etter kjønnsmodning. Ved gunstige forhold kan også hunner produsere rogn hvert år, men det er vanligere at hunnene bare gyter annethvert eller tredje hvert år. Parringen skjer i slutten av september eller i oktober (**figur 2 a**). Hannen plasserer spermiekapsler i nærheten av hunnens kjønnsåpning (**figur 2 b**). Befruktingen skjer når hunnen gyter, én til seks uker etter parringen (**figur 2 c**). Rognantallet øker med hunnens størrelse og antall indre rogn kan være opptil 500. Rognstørrelsen er fra 2.8 - 3.1 mm i diameter, men varierer noe mellom bestander. Ved gyting blir rogn festet til halebeina og bæres til de klekkes neste sommer (**figur 2 b, d**). I løpet av gytingen og perioden fram til klekking går en del rogn tapt, slik at antall ytre rogn i forhold til indre rogn ved klekking gjerne er redusert med 40 – 60 %. Rogntapet er mindre for de større hunnene, noe som tolkes som at disse er flinkere til å passe på rogn enn de mindre hunnene. Rogn har en svært lang utviklingstid, 2,5 ganger utviklingstiden til laks og ørret. Klekkingen skjer i slutten av juni og begynnelsen av juli, avhengig av temperaturforholdene (**figur 2 e**). Yngelen forlater moren omlag tre uker etter klekking for å begynne sitt eget selvstendige liv. De har da skiftet skall to ganger og er omlag 13 mm lange.

Tilveksten hos kreps foregår gjennom skallskifter (**figur 2 f**). Veksten er bestemt av vekst per skallskifte og frekvens av skallskifter. Skallskiftfrekvens avtar med alder, og kjønnsmoden edelkreps skifter skall bare 1 - 2 ganger per sommer. Yngel kan trolig skifte skall opptil 7 ganger i løpet av en sommer. Veksten avhenger i stor grad av næringstilgang og temperatur. Hannene vokser raskere enn hunnene. For voksen kreps er vektøkningen større for hanner enn for hunner på grunn av klostørrelsen. Voksen, kjønnsmoden edelkreps vokser fra 2-8 mm per skallskifte. Selv om et skallskifte gir liten relativ lengdeøkning med inntil 10 %, kan vektøkningen etter ett skallskifte være opptil 40 – 50 %. Det tar 4 - 8 år før minstemålet for fangst på 9.5 cm nås under naturlige forhold. Det er sjelden edelkreps blir større enn 13 cm, men det er registrert edelkreps på 17 - 19 cm. Alder på kreps kan nå bestemmes ved bruk av alderspigmentet lipofuscin (Belchier et al. 1998). Det er ikke gjort lipofuscinanalyser på edelkreps, men det antas at edelkreps kan bli rundt 20 år (Taugbøl & Skurdal 1996).



Figur 2. a) Parring av edelkreps, b) spermkapsler plassert ved hunnens kjønnsåpning, c) edelkreps hunn som gyter, d) rogn som er festet til halebeina, e) edelkreps som klekker, og f) edelkreps som har skiftet skall (tomt skall til venstre). Foto Børre Dervo (a-d) og Trond Taugbøl (e-f).

2.1.4 Økologi

Edelkreps har en viktig økologisk rolle i akvatiske økosystem. Her bidrar den til å vedlikeholde et vassdrag ved å omsette store mengder dødt organisk materiale. Uten kreps vil dette i større grad hope seg opp og øke gjengroingstakten. Krepsen kan også beite ned og kontrollere vegetasjonen, spesielt i mindre vann og dammer. Det finnes flere eksempler på at dammer har grodd raskt igjen etter at krepsbestanden forsvant. Krepsen er sårbar for de fleste typer forurensning. Dersom kreps finnes i et vann, er det en god indikasjon på at vannets helsetilstand er tilfredsstillende.

I tillegg har mange studier vist at ferskvannskreps også har en nøkkelrolle i forhold til å strukturere flora og fauna i litorale områder i innsjøer og i rennende vann. Krepsen spiser snegler og andre invertebrater og regulerer dermed tettheten av disse (Nyström 1999; Wilson et al. 2004).

Beiting og predasjon fra kreps kan også indirekte bidra til å øke tettheten av ulike plante- og dyrearter ved at konkurranse- og predator/bytterelasjoner forskyves (Charlebois & Lamberti 1996, Stenroth & Nyström 2003). Krepsen kan i stor grad påvirke makrovegetasjon, både ved beiting og ved ren mekanisk ødeleggelse uten at planten utnyttes som næring (Lodge & Lorman 1987, Chambers et al. 1990, Charlebois & Lamberti 1996, Nyström og Strand 1996). Det er mange eksempler på at makrovegetasjonen øker etter at krepsen blir borte fra et vann, for eksempel etter utbrudd av krepsepest (Abrahamsson 1966, Matthews & Reynolds 1992), eller blir redusert etter at kreps blir introdusert til lokaliteten (Chambers et al. 1990, Elser et al. 1994, Wilson et al. 2004).

Sammenlignet med studier på amerikanske og andre europeiske arter, er det publisert relativt lite om hvordan edelkrepsen påvirker og strukturerer litoral flora og fauna. En generell oppfatning er imidlertid at edelkrepsen i store trekk inntar samme økologiske rolle som andre krepsearter. Den har dermed en nøkkelfunksjon når det gjelder å strukturere littoralsamfunnet. Det synes imidlertid klart at de europeiske krepseartene er langt mindre aggressive og "grådige" enn sine amerikanske slektninger. De påvirker og strukturerer dermed også i noe mindre grad andre arter i miljøet (Matthews & Reynolds 1992, Söderbäck 1993).

Krepsen kan også spille en viktig rolle i økosystemet ved at den omsetter og bryter ned dødt, organisk materiale. Ved omsetning og nedbrytning av organisk materiale vil det imidlertid også frigjøres næringsstoffer (fosfor) som kan bli tilgjengelig for ny algevekst. Sammenlignet med fisk og zooplankton frigjør imidlertid krepsen kun neglisjerbare mengder fosfor. Totalt sett i eutrofieringssammenheng har derfor krepsen en positiv rolle som nedbryter (Hessen & Skurdal 1989, Hessen et al. 1993). I Steinsfjorden fører den gode edelkrepsbestanden i vannet til at bunnsedimentene blir godt mineralisert, til tross for at innsjøen er relativt næringsrik med høy produksjon av organisk materiale (Hessen & Skurdal 1989).

2.2 Utbredelse og bestandsstatus

2.2.1 Utbredelse i Europa

Edelkrepsens opprinnelige utbredelse omfatter Nord- og Sentral Europa med unntak av Storbritannia. I dag er edelkreps registrert i 39 europeiske land. På grunn av tap og forringelse av habitat, forurensing, overfiske, klimaendringer og krepsepestbærende nordamerikansk ferskvannskreps, har imidlertid antall populasjoner med edelkreps gått dramatisk tilbake (Holdich 1999, Taugbøl & Skurdal 1999, Holdich et al. 2009, Kouba et al. 2014).

2.2.2 Utbredelse i Norge

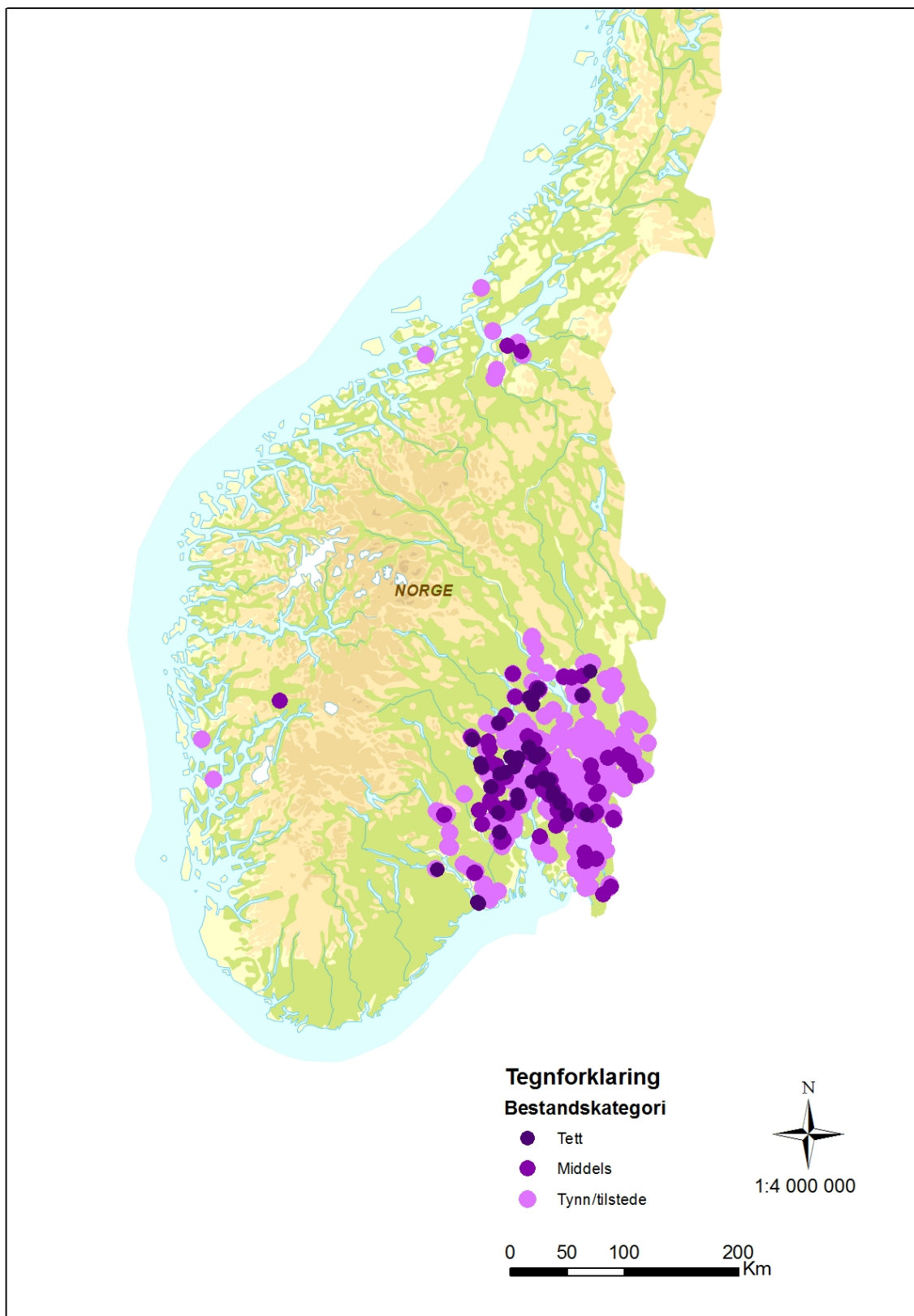
Den norske bestanden av edelkreps er antatt til å utgjøre 1-5 % av europeisk bestand (Norsk rødliste for arter 2015). Tidligere ble det antatt at edelkreps opprinnelig var satt ut i Sverige og Norge. Nyere forskning viser imidlertid at edelkreps mest sannsynlig vandret naturlig inn i Skandinavia via Ancylussjøen for 8 000-9 500 år siden (Edsman & Schröder 2009). Edelkreps kan derfor regnes å være naturlig utbredt i vassdrag i de sørøstlige delene av Norge. I følge Huitfeldt-Kaas (1918) kan edelkreps være naturlig utbredt i Store Le, Vrangselva og Glommavassdraget nedstrøms Kongsvinger.

Imidlertid er edelkreps, som ørret, meget ettertraktet som fangstobjekt. Mange norske edelkrepsbestander er et resultat av utsettinger. De første utsettingene ble trolig foretatt av munkene for flere hundre år siden. Det finnes skriftlige kilder som dokumenterer at edelkreps har vært en del av norsk fauna i hvert fall i nærmere 300 år (Pontoppidan 1752). I første rekke på grunn av klima og vannkvalitet, er edelkrepsens utbredelse begrenset til de sørøstlige deler av Norge, med enkelte spredte bestander på Vestlandet og i Trøndelag.

Totalt er det registrert 670 edelkrepselokaliteter i Norge i NINAs database. Akershus og Oslo er fylkene med flest lokaliteter, fulgt av Østfold og Hedmark (**tabell 1**). Av disse finnes det fortsatt edelkreps i 465 lokaliteter etter at lokaliteter med mislykkede utsetninger og lokaliteter med utdødde bestander er tatt bort (se **figur 3**). I tillegg er edelkreps relativt nylig utsatt i 12 lokaliteter, hvor det fortsatt er usikkert om den etablerer en reproduserende bestand. Siste større kartlegging av utbredelse ble gjort i 2011-2012 (gjennomført av NINA). Denne kartleggingen baserer seg delvis på egne feltregistreringer, men i all hovedsak på spørreundersøkelser til kommuner, Fylkesmenn, jeger- og fiskeforeninger og andre organisasjoner eller ressurspersoner med kjennskap til kreps. Kartleggingen førte til at antall bestander økte med 90 sammenlignet med kartleggingen i 1992-1995. Dette høres positivt ut, men økningen skyldes ikke bedre forhold eller framtidsutsikter for edelkreps, men kun at arten er bedre kartlagt. Det viste seg også at det er vanskelig å konstatere om en art er utdødd eller ikke. 38 av bestandene man trodde var utdødd kom tilbake på listen over eksisterende bestander, mens 10 lokaliteter som hadde edelkreps i 1992-1995 ble registrert som utdødd i 2011-2012. I tillegg til ble det registrert 55 nye lokaliteter i forbindelse med spørreundersøkelsen.

De 465 registrerte lokalitetene med edelkreps er fordelt på til sammen 80 kommuner i 10 fylker. Med unntak av noen få lokaliteter i Hordaland og Sør-Trøndelag, er edelkrepsens utbredelse i Norge begrenset til de åtte sørøstlige fylkene Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold og Telemark (**tabell 1, figur 3**). Her finnes 454 av de 465 edelkrepslokalitetene i Norge. Edelkreps har blitt satt ut i en rekke lokaliteter over hele landet, men mange av utsettingene har vært mislykkede, og ikke ført til bestandsetablering (**tabell 1**).

Selv om det er knyttet en del usikkerhet til om edelkreps fortsatt finnes i en del lokaliteter, må utbredelsen til edelkreps sies å være relativt godt kartlagt. Dette fordi edelkreps ansees å være en delikatess, og fiske etter edelkreps har lange tradisjoner. Dette medfører at forekomst av edelkreps ofte er godt kjent, sammenlignet med arter som ikke beskattes. Data fra denne undersøkelsen er eksportert til Artskart (<http://artsdatabanken.no>).



Figur 3. Geografisk plassering av edelkrepsbestander i Norge. Bestandskategorier er basert på egne fangstdata og data fra spørreundersøkelse gjennomført i 2011.

Tabell 1. Fylkesvis oversikt over registrerte edelkrepslokaliteter i ulike kategorier i Norge. De seks hovedfylkene er markert med uthevet tekst. Utdyping av kategori: ¹Tilstede (status ukjent, sannsynligvis tynn), ² Ukjent (sannsynligvis utdødd), ³ Mislykket utsetting (aldri etablert), ⁴ Nylig utsatt (uvist om etablering).

Fylke	Bestandskategori								Totalt antall lokaliteter
	Utdødd	Tynn	Middels	Tett	Tilstede ¹	Ukjent ²	Mislykket utsetting ³	Nylig utsatt ⁴	
Akershus/Oslo	30	106	17	15	57	22	2	12	259
Østfold	45	48	7	1	5			1	107
Hedmark	21	25	10	3	27	1	5		92
Oppland		23	11	8	10	1	4		57
Buskerud	2	12	18	8	6	1	1		48
Telemark		10	5	2	4		14	1	36
Vestfold	1	1	2		13	4	8		29
Sør-Trøndelag	1	4	2		2		3		12
Hordaland				1	2		7		10
Aust-Agder							6		6
Møre og Romsdal							4		4
Nord-Trøndelag							4		4
Rogaland							3		3
Sogn og Fjordane							2		2
Troms							1		1
Sum	100	229	72	38	126	29	64	12	670

2.2.3 Status på Norsk rødliste for arter 2015

Edelkreps er klassifisert som sterkt truet (EN) på Norsk rødliste for arter 2015. Den har også status som sårbar på rødlista til International Union for Conservation of Nature (IUCN). Edelkreps var tidligere oppført på norsk svarteliste (2007) med bakgrunn i at arten trolig var utsatt i Norge for flere hundre år siden. Etter revisjon av kriteriene for fremmede arter med fastsetting av år 1800 som grense bakover i tid (Gederaas m.fl. 2012), blir edelkrepsen ikke lenger betraktet som fremmed art. Som nevnt regnes imidlertid arten som naturlig forekommende i innlandsvassdrag på Østlandet.

2.3 Trusselfaktorer

Faktorer som truer edelkreps i Norge og resten av Europa er sammensatt. Det inkluderer fremmede arter, sykdommer, forsurening, eutrofiering, fysiske inngrep, og vassdragsreguleringer. Hard beskatning kan også være en del av trusselbildet for noen europeiske land. Dette er imidlertid godt regulert i Norge. Reguleringen omtales seinere i dokumentet. Krepsepest og pestbærende kreps utgjør de mest alvorlige trusselfaktorene både i Norge og Europa, og er hovedansvarlig for at edelkreps er utrydningstruet. I Europa har fangsten av edelkreps blitt redusert med omlag 90 % i forhold til tidligere tiders fangster (Westman et al. 1990). Selv om faktorer som forurensning og fysiske inngrep i vassdragene i sterk grad også har bidratt til denne reduksjonen, var det krepsepesten som i første rekke ødela de store krepsefiskeriene i slutten av forrige og begynnelsen av dette århundret.

2.3.1 Krepsepest

Krepsepest forårsakes av eggsporesoppen *Aphanomyces astaci* Saprolegniaceae, Oomycota, og står på listen over verdens 100 verste invaderende arter (Lowe et al., 2004). Dette er en spesialisert og relativt harmløs parasitt som lever i skallet på Nordamerikansk ferskvannskrebs, men opptrer som en dødelig patogen på ferskvannskrebs fra alle andre kontinenter fordi disse mangler et naturlig utviklet immunforsvar mot parasitten. Da *A. astaci* uforvarende ble introdusert til Europa for nesten 160 år siden resulterte det i en massedød av ferskvannskrebs. Sykdomsbilde fikk snart betegnelsen krepsepest (Söderhäll & Cerenius 1999). Sykdommer hos viltlevende akvatiske dyr reguleres av LOV 2003-12-19 nr. 124: Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven). Matloven omfatter alle forhold vedrørende plante- og dyrehelse, herunder produkter, gjenstander og organismer som kan føre med seg smitte. Med hjemmel i matloven har myndighetene fastsatt [FOR 2008-06-17 nr. 819](#): Forskrift om omsetning av akvakulturdyr og produkter av akvakulturdyr, forebygging og bekjempelse av smittsomme sykdommer hos akvatiske dyr (omsetnings- og sykdomsforskriften). Her er krepsepest definert som liste 3 sykdom – nasjonal sykdom. Dette innebærer at det kan utarbeides nasjonale strategier for smitteforebyggende tiltak og bekjempelse av sykdommen. Norske myndigheter kan selv velge hvor strenge disse restriksjonene skal være så lenge det ikke påvirker handel med andre land i EØS. Dersom restriksjonene vil påvirke handelen skal tiltakene godkjennes av ESA. Krepsepest er også en sykdom som er listet i OIE (World Organization for Animal Health), men ikke lenger i EU. I Europa for øvrig er vernet om edelkreps betydelig lavere prioritert enn i Norge.

A. astaci reproducerer og sprer seg med svømmende zoosporer som også fungerer som det infeksjøs stadium av organismen. Sporene lokaliserer kreps ved hjelp av kjemiske signaler. Hos nordamerikansk kreps infiseres kun små områder i skallet hvorpå krepsen raskt får kontroll over infeksjonen. Siden parasitten overlever i skallet og avgir sporer fungerer infisert nordamerikansk kreps som kroniske smittebærere (Söderhäll & Cerenius 1999). Signalkreps avgir konstant krepsepestsporer til omgivelsene uavhengig av skallskifte og død, og både ved varme og kalde vanntemperaturer (Strand et al. 2012). Nyere forskning har også avslørt at ferskvannskrabber som invaderende Kinesisk ullhåndskrabbe (*Eriocheir sinensis*) og tyrkisk Potamaonkrabbe (*Potamon potamios*) kan være bærere av krepsepest dersom de har sameksistert i lokaliteter med smittet Amerikansk kreps (Svoboda et al. 2014). Dette øker det potensielle spekteret av smittereservoarer for krepsepest, selv om ullhåndskrabbe foreløpig ikke er et problem i Norge. Hos mottakelige krepsearter som edelkreps vokser *A. astaci* uhindret gjennom skallet og videre inn i nervesystem og kroppshule. Klassiske symptomer på krepsepest inkluderer at kreps blir aktive om dagen, får en ustabil, stolpret gange og kan vandre opp på land. Krepsen dør vanligvis bare noen få dager etter smitte, men dette kan avhenge av temperaturen i vannet. Krepsens død initierer en masseoppblomstring av infeksjøs zoosporer som raskt kan eliminere store krepsepopulasjoner (Söderhäll & Cerenius 1999).

2.3.1.1 Utbrudd i Europa

Det første utbruddet av krepsepest går tilbake til Italia i 1859. Det neste utbruddet kom i Frankrike i 1874. Deretter spredte pesten seg raskt videre gjennom Europa sannsynlig via krepsehandel og krepsefiske. Introduksjon av den nordamerikanske arten *Orconectes limosus* i Tyskland i 1890 representerer den første kjente ferskvannskrebs som er bærer av *A. astaci* i Europa. Denne arten spredte seg raskt i Sentral Europa og representerer her et kronisk reservoar av krepsepestsmitte (Souty-Grosset et al. 2006). Kilden til den første introduksjonen av krepsepest i Europa er ikke kjent, og årsaken ble lenge ikke forstått. Shikora beskrev *A. astaci* som mulig årsak til sykdommen i 1903, men først i 1934 lyktes det en svensk forsker (Nyberlin) å isolere *A. astaci* i kultur og demonstrere at den forårsaket krepsepest (Söderhäll & Cerenius 1999). Opprinnelsen til *A. astaci* ble først forstått da Unestam (1972) lyktes i å isolere *A. astaci* fra symptomfri nordamerikansk signalkreps fra innsjøen Tahoe i California. Dette viste at nordamerikansk ferskvannskrebs er naturlige verter for *A. astaci*, og at smitten opprinnelig kom fra det nordamerikanske kontinentet. Oppdagelsen kom for sent til å hindre en ny bølge av krepsepestutbrudd

som resultat av storskalaintroduksjon av signalkreps i Sverige i 1969, med etterfølgende introduksjoner i en rekke Europeiske land. Fra midten av 1980 tallet har alle europeiske land med kreps vært berørt av krepsepest. Signalkreps finnes i 29 europeiske land/territorier (Holdich et al. 2009, Kouba et al. 2014). Det er beskrevet totalt 5 genotype grupper av *A. astaci*, som har noe ulik virulens. Gruppe A var den første som kom til Europa, hvor den opprinnelige amerikanske vertsarten ikke er kjent og ikke etablert i Europa. Det er antagelig hovedårsaken til at *A. astaci* Gruppe A i økende grad rapporteres som ikke-dødelig for Europeiske arter som et resultat av ko-evolusjon, og både edelkreps og tyrkisk kreps kan ha kroniske infeksjoner uten at dødelighet oppstår (Viljamaa-Dirks et al. 2013, Jussila et al. 2014). De 4 andre genotypene (B-E) er innført med Amerikansk kreps (B og C med *P. leniusculus*, D med *P. clarkii* og E med *O. limosus*) (Grandjean et al. 2014). Alle disse er svært aggressive, og har mindre press på evolusjonær tilpassing til Europas arter da de har sin opprinnelige vertsart med seg.

2.3.1.2 Utbrudd i Norge

I Norge har totalt 7 vassdrag blitt rammet av krepsepestutbrudd en eller flere ganger (se **figur 4**). Det inkluderer Vrangselva/Veksa (1971), Glommavassdraget (1997 og 2003), Store Le (1989), Haldenvassdraget (1989, 2005, 2014), Lysakerelva (1998), Buåa (2010) og Mosseassdraget (2016) (**figur 4**). I tillegg har ytterligere fire lokaliteter vært (eller er) regnet for krepsepest-sone pga. ulovlig utsatt og pestsmittet signalkreps (se 2.4 under). Under gir vi en situasjonsbeskrivelse for utvalgte vassdrag.

Vrangselva /Veksa

Grensevassdraget Vrangselva /Veksa sørøst for Kongsvinger ble rammet i 1971 via oppstrøms smitte fra Sverige. Undersøkelser av historisk materiale har vist at dette skyldes *A. astaci* Gruppe A, den første genotype gruppen av krepsepest som kom til Europa (Vrålstad et al. 2014). Dette er det eneste kjente utbruddet av krepsepest i Norge som ikke er en følge av *A. astaci* Gruppe B (innført med signalkreps). Edelkrepsen har reetablert seg i vassdraget (Taugbøl 1994), og vassdraget har fram til 2016 vært fritt for krepsepest. I 2016 ble det påvist krepsepest på svensk side i Vrangselva, og Mattilsynet innførte forskrift om kontrollområde ([FOR-2016-08-17-972](#)) for å begrense krepsepest i hele Eidskog kommune. Oppfølgende undersøkelser med teinefiske og vannanalyser viste imidlertid at Vrangselva på norsk side ennå ikke er rammet. Det ble funnet levende edelkreps i et lengre trekk på norsk side, og det ble kun påvist eDNA fra *A. astaci* i vannprøver i Sverige nedstrøms vandringshinderet i Billaelva (<http://www.vetinst.no/nyheter/ingen-tegn-pa-aktiv-krepsepestsmitte-i-vrangselva>).

Glomma

Glommavassdraget ble rammet i juli 1987. Edelkrepsen ble utryddet på hele strekningen fra Kirkenær i Solør og videre nedstrøms inkludert Vingersjøen og Storsjøen/Opstadåa (Taugbøl 2001, Taugbøl et al. 1993). Miljøforvaltningen og grunneierne samarbeidet om å reetablere edelkreps i vassdraget (Taugbøl 2001). Fram til og med sommeren 2002 var bestandene i positiv utvikling (Taugbøl 2004a). Imidlertid rammet krepsepesten på nytt vassdraget trolig sommeren 2003. Da krepsefiske igjen skulle åpne i Glomma i august 2003 var vassdraget krepsetomt. Siden den tid har sykdommen blitt overvåket ved hjelp av burforsøk med edelkreps på utvalgte lokaliteter i vassdraget. Veterinærinstituttet har påvist krepsepest hos slik kreps både i 2005 og hvert år i perioden 2007-2010, som viser at det fortsatt finnes en ukjent smittekilde til krepsepest i Glomma. Siste gang krepsepest ble påvist i burkreps i området ved Glomma var i sideelva Opstadåa i 2015. På basis av burforsøk og vannanalyser i 2016 er det ingen tegn til aktiv pest-smitte i Glomma i undersøkte områder (Vrålstad et al. 2017).

Haldenvassdraget

Haldenvassdraget ble rammet av krepsepest i 1989. Ulovlig introdusert signalkreps på svensk side forårsaket utbruddet i Store Le rett før Haldenvassdraget ble rammet. Transport av kanoer

og båter mellom de to vassdragene spredte antagelig krepsepesten over i Haldenvassdraget. I løpet av 1989 og 1990 ble all edelkreps i Haldenvassdraget utryddet nedstrøms Bjørkelangen (Taugbøl et al. 1993, Taugbøl & Skurdal 1996). Reetableringen av edelkrepsbestanden(e) i Haldenvassdraget var vellykket fram til 2005 da Haldenvassdraget på nytt ble rammet av krepsepest nedstrøms Ørje sluser (Vrålstad et al. 2006, 2009). Mattilsynet erklærte Haldenvassdraget opp til Ørje som bekjempelsessone for krepsepest den 28.07.05. Rask stengning av Ørje sluser reddet midlertidig edelkrepsbestanden i Rødenessjøen. Senere ble det klart at årsaken til dette utbruddet var smittebærende signalkreps i Øymarksjøen. Stengte sluser forhindret lenge videre smittespredning oppstrøms Ørje (Vrålstad et al. 2011). Den 12.09.14 ble det imidlertid fanget signalkreps i teiner sammen med edelkreps sør i Rødenessjøen under prøvefiske i regi av NINA, utført av Utmarksavdelingen Akershus og Østfold (UAØ). Veterinærinstituttet påviste krepsepest på både signalkreps og edelkreps, og et nytt utbrudd av krepsepest eskalerte her i løpet av vinteren 2015. Det medførte at den godt reetablerte edelkrepsbestanden i Rødenessjøen gikk tapt. Bestanden, som ble overvåket gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet for edelkreps siden 2001, hadde utviklet seg godt og med årene igjen gitt godt edelkrepsfiske. All faglig kunnskap tilsier at signalkrepsen ikke hadde tatt seg inn i Rødenessjøen selv, og Mattilsynet politianmeldte forholdet om ulovlig utsetting av pestsmittet signalkreps i november 2014. Krepsepestutbruddet i Haldenvassdraget er fulgt opp tett gjennom forskning og overvåkning, og brukt til å gjennomføre en pilotstudie der overvåkning med burforsøk og eDNA analyser av vann har blitt sammenlignet. Hovedfunnene fra disse undersøkelsene (Strand et al, 2017) er som følger:

- Det var mulig å følge pestfronten gjennom analyser av vann
- Det ble påvist eDNA av krepsepestsmitte i vannet før edelkreps i burforsøk døde
- Mengde eDNA fra krepsepestsmitte økte i vannmassene under krepsepestutbrudd, og forsvant deretter raskt fra systemet (ca 2 måneder etter utbrudd)
- Det ble påvist eDNA av edelkreps i vann der det var kjent forekomst av edelkreps
- Mengde eDNA fra edelkreps i vannmassene økte under massedødelighet, og forsvant deretter fra systemet (ca 2 måneder etter antatt utryddelse)
- Det ble påvist eDNA av signalkreps i vannet i sørenden av Rødenessjøen ved svært lav bestandstetthet (bestandsestimat ~0,12 CPUE (kreps per teinenatt)).

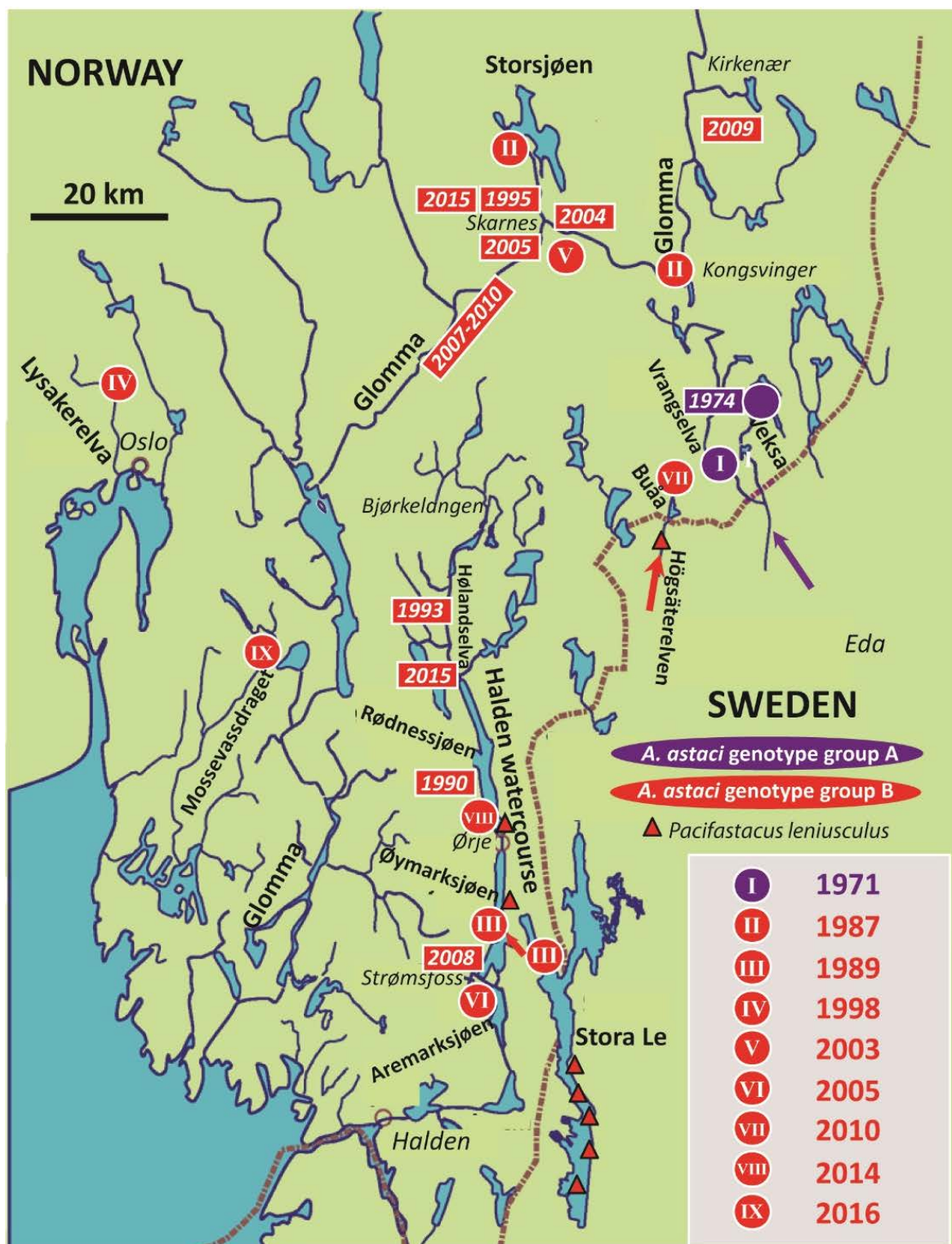
I studien fra Strand et. al (2017) er de samme vannprøvene benyttet for å undersøke fravær/tilstedeværelse av alle tre arter. Det ser dermed ut til at eDNA som overvåkningsverktøy er lovende med tanke på samtidig vannovervåkning av rødlistet edelkreps, svartelistet signalkreps og krepsepestsmitte. Dette er også konklusjonen i overvåkingsprogrammet for krepsepest 2016, som har utført samme type undersøkelse (Vrålstad et al. 2017)

Mossevassdraget

Mossevassdraget har tidligere ikke vært berørt av krepsepest, men da krepsepesongen startet i 2016 mottok Mattilsynet bekymringsmeldinger om fravær av edelkreps i vassdraget fra Mjærvann og Hobølelva nedstrøms til Elvestad. Dette strekket hadde normalt gitt god fangst av edelkreps, og krepsepest kunne derfor ikke utelukkes selv om funn av død kreps uteble. Fylkesmannen undersøkte området og konstaterte fravær av kreps men for øvrig ingen tegn til påvirkning av fisk eller bunndyr. Veterinærinstituttet tok vannprøver på strekningen 10. august, og det ble påvist høye konsentrasjoner av eDNA fra *A. astaci* i Tangenelva, tilsvarende ca 120 *A. astaci* sporer per liter vann som tilsvarer så høye nivåer med krepsepestsmitte i vannet man finner under pågående utbrudd (<http://www.vetinst.no/nyheter/krepsepestsmitte-pavist-i-vannprover-fra-tangenelva-ytre-enebakk>). Dette medførte at Mattilsynet smitteerklærte Mossevattdraget ([FOR-2016-08-17-973](#)) på grunnlag av eDNA vannanalyser.

I desember 2016 ble det påvist krepsepest i død edelkreps fra burforsøk i Steinkistedammen (<http://www.vetinst.no/nyheter/krepsepesten-har-spreddt-seg-i-mossevattdraget>), som ligger mellom de to demningene i Tangenelva. Dermed har krepsepesten passert en av de to demning-

ene som representerte et smittehinder mellom rammet område av Mossevasdraget og Våg. Det er så langt ikke påvist krepsepest i Våg, som huser en god bestand av edelkreps.



Figur 4. Historisk oversikt over utbrudd av krepsepest i Norge. *A. astaci* genotypegruppe A er den originale stammen av krepsepestsmitte som kom til Europa på 1860-tallet, mens *A. astaci* genotypegruppe B ble introdusert med signalkreps første gang i Sverige på 1960-tallet. Sirkler med romertall indikerer utbruddene, mens rektangler med årstall i kursiv indikerer påvisning av

krepepest fra påfølgende overvåkning i etterfølgende år. Figuren er oppdatert etter Vrålstad et al. (2014) med tillatelse.

2.3.2 Signalkreps

Signalkreps *Pasifastacus leniusculus* (figur 1) er en nordamerikansk art som har sin opprinnelige utbredelse i kalde tempererte områder i de nordvestlige delene av USA og sørvestlige delene av Canada. Denne arten ble introdusert til Europa for første gang i 1969 for å erstatte tapte bestander av edelkreps i Sverige som følge av krepsepest. Signalkrepsen ble valgt fordi en ønsket å finne en art som lignet på edelkrepsen med tanke på økologi, utseende, størrelse og smak. Det har imidlertid vist seg at signalkrepsen er mer aggressiv og har høyere fekunditet (reproduksjonsevne) enn edelkrepsen. I dag er signalkreps den dominerende arten av ferskvannskreps i Sverige hvor den finnes i nær 4 000 lokaliteter. I Europa er signalkreps den introduserte arten av ferskvannskreps med størst utbredelse med innførsler i totalt 29 land/territorier (Holdich et al. 2009)

Siden signalkreps er en av de nordamerikanske artene som er bærere av krepsepest, innebærer etablering av signalkreps i en lokalitet at vassdraget vil forbli permanent smittet av krepsepest. Innførsel av krepsepestbærende signalkreps er i dag derfor den største trusselen mot vår edelkreps. I Sverige er trolig 95-97 % av de opprinnelige populasjonene med edelkreps tapt, og hovedårsaken til denne tilbakegangen er krepsepest (Edsman 2004, Edsman pers. med). Hele 65 % av de registrerte tilfellene av krepsepest i perioden 1907-2004 har skjedd etter at omfattende signalkrepsutsettinger fant sted fra 1969 (Bohman et al. 2006). Estland og nordvestlige deler av Russland har ingen kjente introduksjoner av amerikansk kreps, og representerer dermed viktige reservoar for edelkreps i Europa.

2.3.2.1 Signalkreps i Norge

Norge var inntil 2006 regnet for et av Europas få land som var fri for introdusert nordamerikansk kreps. Det var forventet og fryktet at signalkreps først skulle oppdages på norsk side av Store Le, da den finnes på svensk side av innsjøen (ca. 6 km fra grensen). I 2006 ble det imidlertid oppdaget signalkreps i Norge for første gang. Funn av signalkreps i Norge er vist i figur 5.

Dammane i Brevik

Det første funnet av signalkreps i Norge kom i Dammane landskapsvernområde i Brevik, Porsgrunn kommune i Telemark i 2006 i to små kunstige dammer. Undersøkelser gjort ved Veterinærinstituttet bekreftet at denne populasjonen var bærer av krepsepest (Johnsen et al. 2007). Denne forekomsten av signalkreps representerte en kilde for videre spredning av arten og var et reservoar for krepsepestsmitte. Direktoratet for naturforvaltning vedtok å forsøke å utrydde populasjonen. Dette ble gjort i mai 2008 ved bruk av kjemikalier (Sandodden & Johnsen 2010). Friskmelding av Dammane har fulgt anbefalingene i Johnsen et al. (2011), og etter 5 år med burforsøk og vannovervåkning uten at det ble funnet tegn til krepsepestsmitte ble Dammane friskmeldt i 2015.

Haldenvassdraget

I juli 2008 ble det funnet krepsepestbærende signalkreps i Øymarksjøen i Haldenvassdraget (Daltorp 2008, Johnsen et al. 2009c). Dette vassdraget er for stort til at utrydding av signalkrepsbestanden vil være aktuelt, og signalkreps og krepsepest er dermed permanent etablert i Norge (Johnsen & Vrålstad 2009; Vrålstad et al. 2011). For å hindre oppstrøms spredning av krepsepest og pestbærende signalkreps ble slusene i Ørje permanent stengt etter dette. Signalkrepsbestanden ble overvåket og forsøkt kontrollert via tynningsfiske finansiert av Direktoratet for naturforvaltning (DN) og utført av Utmarksavdelingen i Akershus og Østfold.

Tynningsfisket i Øymarksjøen er avsluttet, og det er i øyeblikket ingen pågående avbøtende tiltak for å redusere eller kontrollere signalkrepsbestanden i Haldenvassdraget. Et prøvefiske i forbindelse med pågående forskning viste relative tettheter på gjennomsnittlig 14 signalkreps per teinenatt i sørenden av Øymarksjøen. Siden funnet i 2008 har signalkreps økt i både utbredelse og tetthet i de søndre delene av Øymarksjøen. Signalkreps er også godt etablert i Strømselva (utløpet av Øymarksjøen) og er funnet i de nordre delene av den nedenforliggende Aremarksjøen (Toverud 2012).

Store Le

Signalkreps ble oppdaget på svensk side i Store Le i 2002. På grunn av egenspredning og flytting av mennesker har utbredelsen av signalkreps i Store Le økt betydelig. Signalkreps ble bekreftet i fiskegarn på norsk side i 2012 (Toverud 2012).

Oustøya

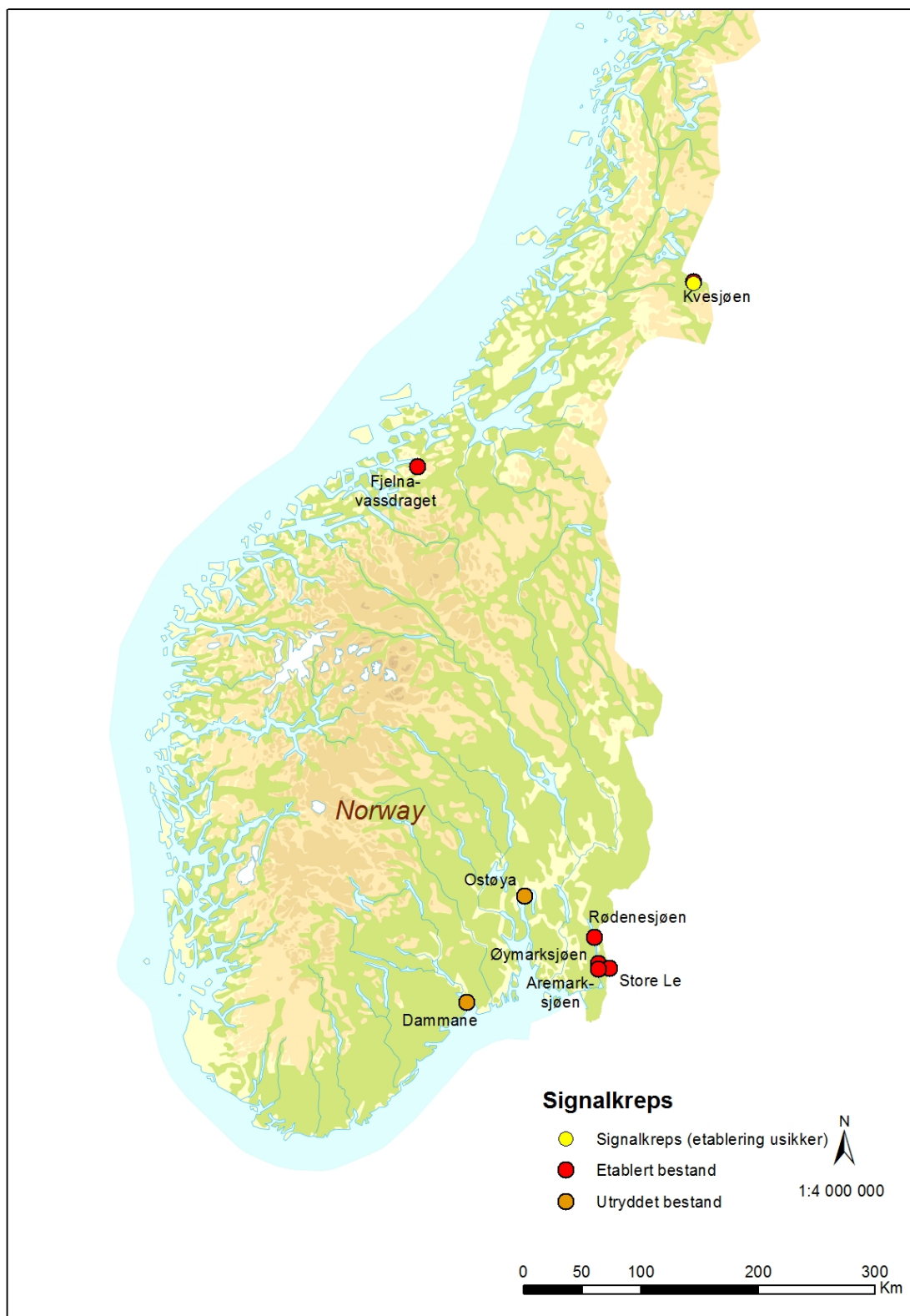
I 2009 ble det også avslørt smittebærende signalkreps i dammer på Oustøya i Bærum (Johnsen et al. 2009a). Disse populasjonene ble forsøkt utryddet med kjemikalier i 2010 på oppdrag fra DN (Sandodden & Bardal 2010). Det tar flere år før det er mulig å verifisere om utryddingen har vært vellykket (Johnsen et al. 2010), men utryddingsforsøkene på Oustøya viste seg å være vellykkede. Etter 5 års friskmeldingsprogram (ref Johnsen et al. 2010) ble Oustøya friskmeldt i 2016, og det er i 2017 gitt tillatelse fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus til å reetablere edelkreps på øya.

Fjelna-vassdraget

I juli 2011 ble det oppdaget enda et nytt tilfelle av ulovlig introdusert og smittebærende signalkreps i Norge. Overraskende nok kom ikke disse funnene i Glomma eller Buåa hvor slike funn er forventet. Derimot ble det gjort i Fjelnavassdraget i Hemne kommune (Sør-Trøndelag) hvor det ble gjort funn både i Skittenholvatnet, Litlørvatnet og Oppsalvatnet (Johnsen et al. 2011). Temperaturforhold, lav trofigrad og lave nivåer av kalsium har trolig ført til bestandsutviklingen har gått sakte, og bestandene kan derfor ha vært i innsjøene i minst 15-20 år. Dette illustrerer at signalkreps og krepsepestsmitte som truer norsk edelkreps kan dukke opp på de mest uventede steder, og kan forbli ubemerkede i årevis før problemet avsløres enten i form av tilfeldige funn av signalkreps og/eller utbrudd av krepsepest.

Kvesjøen i Lierne

I 2013, ble det fanget en signalkreps i garn i Kvesjøen i Lierne kommune, Nord-Trøndelag. Analyser gjennomført ved Veterinærinstituttet (VI) påviste at den var bærer av krepsepest. Undersøkelsen i 2014 viste at signalkreps finnes i Kvesjøen, men at den forekommer sporadisk (Johnsen 2015). På til sammen 1123 teinenetter ble det kun fanget én signalkreps. Det er for tidlig å si med sikkerhet om signalkrepsbestanden klarer å rekruttere og etterhvert etablere seg i Kvesjøen. Det anbefales derfor at forekomsten følges opp i årene som kommer.



Figur 5. Oversikt over etablerte og utryddete bestander av signalkreps i Norge. For signalkrepsbestanden i Kvesjøen (Lierne) er det knyttet usikkerhet til om den er i stand til å etablere seg.

2.3.3 Vasspest

Vasspest (*Elodea canadensis*) er en annen fremmed art som truer edelkrepsen, men på langt nær i samme omfang som krepsepest og signalkreps. Vasspest er en undervanns langskudds-plante som hører naturlig hjemme i Nord-Amerika. Den vokser i kalkrike vann og vassdrag over store deler av USA og sørlige deler av Canada, og har på den måten overlappende habitatpreferanser med ferskvannskreps. Når den etablerer seg kan den legge et tett vegetasjonsdekke over store (primært grunne) områder av en innsjø. På samme måte som krepsepest har også vasspest hatt en omfattende spredning i Europa over de siste 150 årene, og regnes som en invaderende problemlante.

I Norge ble det gjort en omfattende studie av vasspestens påvirkning på edelkreps i Steinsfjorden (Hessen et al. 2004). Dette studiet viste at edelkrepsen gradvis ble ekskludert fra grunne områder som ble overtatt av vasspest. Gjenværende områder uten vasspest påvirket ikke edelkrepsen, men total avkastning på fangbar kreps i Steinsfjorden gikk drastisk ned etter invasjonen av vasspest fordi denne reduserte edelkrepsens totale habitatareal.

2.3.4 Forsuring

Utslipp av svovel- og nitrogenholdige forbindelser fører til forsuring av overflatevann. Selv om utslipp og avsetning av svovel og nitrogenholdige forbindelser er redusert de siste årene, og vannkvaliteten har blitt bedre, har skadene av sur nedbør vært store. Ferskvannskreps er følsom for forsuring, og generelt vil pH under 6 føre til forsuringsskader (Appelberg & Odelstrøm 1990). Det har tidligere vært antatt at rogn- og yngelstadiene er de mest utsatte stadiene for negativ effekt av forsuring. Den utlagte rogn løsner i større grad fra morens haleføtter, samt at nyklekket yngel får problemer med første skallskifte ved redusert pH (Appelberg 1984, Appelberg & Odelstrøm 1990). Lav pH er dermed mest problematisk for rognutlegging i oktober og klekkingen i juni/juli. I tillegg tyder undersøkelser fra forsurede lokaliteter i Norge på at større individer kan ha større dødelighet ved forsuring enn mindre individer (Taugbøl 2005). Dette kan ha en sammenheng med at problemene med skalldannelse øker med krepsestørrelsen.

Etter skallskifte har både yngel og voksen kreps et sterkt behov for raskt å kalsifisere skallet, dvs. gjøre skallet hardt. Dette er viktig for raskere å komme i gang med næringsopptak samt for å få bedre beskyttelse mot fisk og andre fiender som spiser kreps. Kalsifiseringsprosessen krever opptak av kalsium fra vannet. Denne prosessen er svært pH-følsom ved at surt vann blokkerer opptaksmekanismen. Forsøk med en amerikansk krepseart viste at kalsiumopptaket ble betydelig hemmet ved pH lavere enn 5.75 (Malley 1980). For krepseyngel er det påvist at ved pH 5.6 var opptakshastigheten av kalsium halvert i forhold til ved nøytralt vann (Appelberg & Odelstrøm 1990). Hvis kalsiuminnholdet i vannet er lavt, f.eks. < 2-3 mg Ca/l som er vanlig i svært mange norske edelkrepslokaliteter, vil effekten av forsuringen forsterkes.

I forbindelse med forsuringsskader spiller giftvirkninger fra ulike aluminiumsforbindelser (Al) en vesentlig rolle. Når det gjelder kreps, er det gjort korttids laboratoriestudier som viste at reaktive Al-verdier på mer enn 250 µg/l ga økt dødelighet (Appelberg 1985). Fjeld et al. (1988) påviste stor dødelighet hos edelkreps som under oppdrettsforhold gikk i vann med reaktive Al-verdier på 180 µg/l, med en labil komponent på 20 µg/l.

Ved forsuring kan predasjon være en samvirkende faktor. Abbor, som er en av de største predatorer på kreps, vil ofte øke i antall i forbindelse med forsuring p.g.a. mindre konkurranse fra mer forsuringfølsomme fiskearter som reduseres i antall (Nyberg et al. 1986, Appelberg 1990, 1992). I tillegg vil, som tidligere nevnt, krepsen kunne være mykere i skallet og dermed mer utsatt for predasjon.

2.3.5 Eutrofiering, klimaendringer og fysiske inngrep

Økt tilførsel av næringsstoffer (eutrofiering) samt organiske stoffer vil ofte virke negativt på vannkvaliteten for kreps. Økt tilførsel av næringsstoffer og høy partikkeltransport vil kunne føre til at

egnet substrat som fastbunn med skjulmuligheter, blir endret til bløtbunn bestående av mudder og dy. Videre vil nedbrytingen av organisk materiale kunne føre til redusert oksygeninnhold i vannet. Redusert siktedyp vil føre til at undervannsvegetasjonen vil avta noe som igjen vil føre til redusert skjul- og næringstilgang (Fiskeriverket 1993).

I forbindelse med avrenning fra oppdyrka mark, mudring eller andre inngrep i et vassdrag som gir økt erosjon og partikkelinnhold i vannet, kan også skjulesteder sedimenteres og skape et dårligere miljø, noe som først og fremst går utover rekrutteringen. I flere tidligere gode edelkrepsvassdrag i Norge er det sannsynlig at stort partikkel- og slaminnhold i vannet som følge av avrenning fra dyrka mark, er en hovedårsak til at edelkrepsen forsvant.

I edelkrepsens hovedutbredelsesområde på Østlandet er de forventede effektene av klimaendringer, økt høst- og vinternedbør (Vevatne & Westskog 2007). Med vekselvis regn og snøsmelting på bar jordbruksmark, og hyppigere flommer og skred som følge av mer nedbør, kan man forvente økt eutrofiering og nedslamming. Dette vil føre til færre leveområder og generelt dårligere forhold for edelkrepsen.

I forbindelse med inngrep i vassdrag, f.eks. kanalisering, oppmudring eller opprensning, kan et stort innhold av finfordelt materiale i vannet føre til at gjellene tilstoppes, med økt dødelighet som følge (Niemi 1977, Vey 1977). Videre hevdes det at eggutleggingen kan forstyrres, og allerede utlagte egg kan dø (Fiskeriverket 1993). Inngrep som kanalisering ødelegger også det fysiske levestedet ved at skjulstrukturer som stein, røtter, etc. og kulper fjernes. Kulpene er trolig svært viktige for overlevelse ved liten vannføring, både på sommerstid og under isen om vinteren.

2.3.6 Vassdragsreguleringer

Dybdefordelingen til edelkreps i en innsjø er i stor grad styrt av temperatur (Skurdal et al. 1988). I hovedsak utnytter edelkreps strandsonen. Ved vannstandssenkning, f. eks i forbindelse med vannstandsregulering, vil disse områdene tørrelleges. Krepsen må da forlate sine skjulesteder og blir dermed mer utsatt for predasjon (Hamrin 1987). Dette gjelder særlig den mindre krepsen, og i enkelte regulerte innsjøer synes rekrutteringen være dårlig (Johnsen 2010, Johnsen 2013). I tillegg til de direkte effektene på edelkreps, vil vannstandsreguleringer generelt gir økt erosjon i strandsonen (reguleringssonen) med negative effekter på plante- og dyrelivet som er knyttet til denne sonen.

Ved vannstandssenkninger kan kreps også bli innestengt på tørre områder. Senkninger etter at hunner med rogn har søkt seg opp mot de grunneste partiene på våren og forsommeren for å få høyest mulig temperatur til rognutviklingen, kan gi økt dødelighet både på mordyr og rogn.

I en større undersøkelse i en svensk elv ble det funnet at effekten av vannkraftutbygging var stor på edelkreps hvis vannføringen ble kraftig redusert (minstevannstreking). De negative effektene av reguleringen var imidlertid ikke like synlige hvis vannføringen var på samme nivå som før utbygging (Zimmerman & Palo 2010). Effekter av den endrede praksisen de senere år med hyppige endringer i vannstand (effektkjøring) gjennom døgnet er lite undersøkt, men har også høyst sannsynlig negative effekter på kreps.

Veldig mange av de norske edelkrepsbestandene finnes i regulerte vassdrag. Av beregninger på avkastning (uttak av edelkreps) tas over 50 % av edelkreps i regulerte vassdrag (data fra Johnsen et al. 2009b). Ved revidering av konsesjonsvilkår, eller ved ny vannkraftutbygging er det derfor viktig at hensynet til edelkreps ivaretas.

2.3.7 Andre sykdommer

De dramatiske effektene av krepsepest på europeiske ferskvannskrepsarter har medført stort fokus på denne sykdommen. Andre sykdomsgrupper (spesielt virus) har fått tilsvarende lite oppmerksomhet (Edgerton et al. 2004). Under er de mest kjente årsakene til andre typer krepsesykdommer enn krepsepest satt opp (se også Souty-Grosset et al. 2006).

2.3.7.1 Saprolegnia infeksjoner

Saprolegnia er eggsporesopp som hører til samme familie (Saprolegniaceae) som krepsepest (*A. astaci*). Den mest kjente arten er *S. parasitica* som er patogen på ferskvannsfisk og fisk med ferskvannsstadier (f.eks. laks og ørret). Denne arten kan forårsake dødelighet hos ferskvannskreps, og kan infisere via skadete områder i krepsens skall. Saprolegniose på krepseegg er også rapportert, og kan skape problemer og tap bl.a. i kultiveringsanlegg (Souty-Grosset et al. 2006).

2.3.7.2 Porselenssyke

Porselenssyke forårsakes av *Thelohania contejeani*, som tilhører organismegruppen mikrosporidier. Den har ovale, kitinholdige sporer som mest sannsynlig infiserer via fordøyelsestrakten. Arten infiserer muskler og andre indre organer hos edelkreps og andre krepsarter. Kraftig infisert muskelvev som inneholder store mengder med tettpakkede, modne sporer av *T. contejeani* får en hvitaktig farge som synes gjennom tynne deler av skallet, derav navnet porselenssyke. Sykdommen er kronisk og kan føre til økt dødelighet etter noen måneder eller år. Problemet er størst i oppdretts- og kultiveringsanlegg (Souty-Grosset et al. 2006). Porselenssyke finnes naturlig i de aller fleste edelkrepsbestander, men ser ikke ut til å utgjøre noe stort problem (Taugbøl & Skurdal, 1996).

2.3.7.3 Psorospermium haeckeli

Psorospermium haeckeli er en vanlig parasitt på edelkreps, og hører til en organismegruppe av akvatiske protister som kalles Mezomycetozoa. Det vanligste stadiet sees som eggformede hvilesporer, som oftest i bindevev hos kreps. Det er publisert motstridende opplysninger om patogeniteten, og den reelle betydningen av *P. haeckeli* for edelkreps er ikke utredet (Souty-Grosset et al. 2006). I Norge utgjør ikke *P. haeckeli* et problem i naturlige bestander av edelkreps.

2.3.7.4 Virus

Av de seks virusgruppene som er rapportert å kunne infisere ferskvannskreps (Souty-Grosset et al. 2006) er Nima-virus (intranukleære bacilliforme virus) inkludert "white spot syndrome virus = WSSV" de viktigste. WSSV eller "hvitflekkssykdom" har katastrofale følger for reker og har skapt store økonomiske tap verden over. Flere arter av ferskvannskreps inkludert edelkreps er vist å være mottakelige for WSSV, og dødeligheten kan nå 100 % ved høye vanntemperaturer. WSSV replikerer ikke ved temperaturer under 12 grader, men overlever lenge ved lave temperaturer og i frossen tilstand (f.eks. i frosne reker og kreps). Kreps kan være bærere av viruset i lengre perioder når vanntemperaturene er lave. Ved vanlige sommertemperaturer behøver heller ikke viruset bli et problem. En ekstra varm sommer kan imidlertid utløse virusoppblomstring og stor krepsedødelighet (Souty-Grosset et al. 2006). WSSV er et økende problem i Europa, og er kategorisert som en liste 2 (ikke-eksotisk sykdom) sykdom i Norge og EU. Det er spekulert i om dette kan være en av årsakene til at signalkrepsbestandene i bl.a. Sverige avtar (se Souty-Grosset et al. 2006). WSSV har ikke vært påvist i Norge, men økt forekomst i Europa innebærer også en økt trussel mot norsk edelkreps som må tas alvorlig. Importerte, frosne reker og kreps kan inneholde WSSV og andre virus som tåler nedfrysing. Utsiktet smitteoverføring kan skje dersom importerte skalldyr eller avfall fra disse kommer i kontakt med vann på naturlige krepselokaliteter, for eksempel om de benyttes om åte.

I 2016 gjennomførte Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) på oppdrag fra Miljødirektoratet og Mattilsynet en vurdering av risiko for smitte og for uheldige følger for biologisk mangfold ved

import og oppdrett av australsk rødklokrebs (*Cherax quadricarinatus*). VKM anser at det er høy risiko for at rødklokrebs har med seg smittestoff som forårsaker hvitflekksykdom ([VKM 2016](#)). Mens dette vil gjøre det vanskelig å få tillatelse til import av rødklokrebs for oppdrettsformål, er det bekymringsfullt at rødklokrebs tolkes som lovlig å importere for akvarieformål (<http://www.nzb.no/fremmed-arter/fa2/>) på grunn av et unntak i Naturmangfoldloven ([FOR-2015-06-19-716](#)) som åpner for innførsel av fremmede ferskvannsorganismer som kun kan leve ved temperaturer over 5 °C, og som utelukkende skal holdes for pryiformål i innendørs akvarier som er innrettet slik at organismer ikke kan slippe ut. Utisiktet smitteoverføring vil kunne skje hvis rødklokrebs importert for akvarieformål settes ut i naturen i en periode av året som er varm nok til å tillate smitteoverføring mellom rødklokrebs og norske krepsdyr

3 Overvåking av edelkreps

3.1 Edelkreps - nytteverdien av overvåking

Overvåkingsprogrammets overordnede mål er å følge tilstanden til et utvalg av de viktigste norske edelkrepsebestandene slik at større endringer i bestandsstatus kan avdekkes. Kunnskapen skal gi grunnlag for å iverksette tiltak, både i forhold til å bevare og styrke krepsebestandene og for å sikre en bærekraftig høsting. Resultatene fra overvåkingen vil også legge til rette for at andre nasjonale/regionale prosjekter med annen finansiering kan bygge videre på og dra nytte av dataene.

Det er flere grunner til at overvåking av edelkreps også bør prioriteres i årene som kommer. Dette skyldes både samfunnsøkonomiske, økologiske og bevaringsbiologiske aspekter.

Samfunnsøkonomiske aspekter

Edelkreps er ansett som en delikatesse, og fiske etter edelkreps har lange og sterke tradisjoner i Norge. Frem til 1970-tallet ble det meste av fangsten (opp mot 30 tonn) eksportert til Sverige, men i dag konsumeres det meste av krepsefangsten innenlands. KrepSENS utbredelsesområde er hovedsakelig konsentrert til de sørøstlige deler av landet. Johnsen et al. (2009), beregnet årlig avkastning av kreps i Norge til å ligge mellom 8-13 tonn. De anslo også at den totale lokale omsetningen (inkl. ringvirkninger) av edelkreps kunne ligge opp mot 8 millioner årlig. Trolig er verdien høyere enn dette i dag, da førstehåndsverdien og avkastningen av edelkreps trolig ligger noe høyere enn i 2009. Ingen annen ferskvannssart i Norge som oppnår tilsvarende priser per kilo (førstehåndsverdi 400-500 kr/kg). Johnsen et al. (2009), påpekte også at det er behov for ytterligere undersøkelser om den totale økonomiske verdien av edelkrepsen i Norge skal kunne fastslås, og at «ikke bruksverdiene» (bevaringsverdien) trolig var langt større enn de lokaløkonomiske verdiene.

Økologiske aspekter

Ferskvannskreps er også viktig i økologisk sammenheng. KrepSEN bidrar til å «vedlikeholde» et vassdrag ved å omsette store mengder dødt organisk materiale (Hessen et al. 1993). Dette ville ellers i større grad hopet seg opp og påskyndet gjengroingstakten. KrepSEN kan også beite ned og kontrollere vegetasjonen, spesielt i mindre vann og dammer. Det finnes mange eksempler på at dammer har grodd raskt igjen etter at krepsebestanden forsvant. KrepSEN er sårbar for de fleste typer forurensning, og dersom kreps finnes i et vann er det en god indikasjon på at vannets «helsetilstand» er tilfredsstillende.

Bevaringsbiologiske aspekter

Fangster av edelkreps (den mest ettertraktede av de europeiske ferskvannskrepsartene) har blitt redusert med om lag 90 % sammenlignet med tidligere tiders fangster (Westman et al. 1990). Hovedårsaken til at dette tradisjonsrike fisket har gått så tilbake er krepsepest og introduksjon av fremmede krepsepestbærende arter som signalkreps. I henhold til konvensjonen om biologisk mangfold skal overvåking prioriteres for truede, sårbare, sjeldne og utnyttbare arter. Denne konvensjonen forplikter Norge til å overvåke rødlistearter, særlig hvis arten er truet internasjonalt. Irland/Nord-Irland og Andorra er de eneste europeiske landene som i dag kun har forekomst av sine egne, opprinnelige arter. Norge er også i en særstilling i og med at signalkreps fortsatt har en meget begrenset utbredelse. Disse landene har derfor et spesielt ansvar for å ta vare på eksisterende bestander av opprinnelig ferskvannskreps. I den forbindelse er det viktig å overvåke, reetablere og styrke eksisterende bestander (Taugbøl & Skurdal 1999).

3.2 Overvåking av edelkreps

DN utarbeidet i 1998 en nasjonal plan for overvåking av biologisk mangfold (DN 1998) og initierte et nasjonalt overvåkingsprogram for edelkreps. Et forslag til overvåkingsprogram med 27 overvåkingslokaliteter ble skissert i notat av 14.2.2001. Det skulle prioriteres 5 lokaliteter årlig, med en rullering hvert 5. år. Overvåkingsprogrammet startet opp i 2001. Programmets overordnede mål er å overvåke tilstanden til et utvalg av de viktigste norske edelkrepsbestandene slik at større endringer i bestandsstatus kan avdekkes. Bestandene/lokalitetene som overvåkes utgjør et representativt utvalg med hensyn på påvirkninger fra ulike miljøfaktorer, geografisk plassering og beskatningstrykk. Overvåkingen baserer seg på et fast nett av prøvefiskestasjoner der det innhentes relative estimater på bestandstetthet ved bruk av teiner og dykking ($K/TN = \text{ant. kreps per teinenatt}$; $K/TD = \text{ant. kreps fanget per time dykk}$). For nærmere beskrivelse av overvåkingslokalitetene og overvåkingsmetodikk, se Johnsen (2013). Fra og med 2016, er det av økonomiske hensyn ikke gjennomført dykkeundersøkelser.

Da overvåkingsprogrammet ble igangsatt, var det særlig interesse knyttet til overvåking av de vassdragene der krepsebestandene ble forsøkt reetablert etter at de ble utryddet eller redusert av krepsepest eller forurengning. Glomma- og Haldenvassdraget ble imidlertid på ny rammet av krepsepest (henholdsvis 2002-2003 og 2005), og edelkrepsebestanden i 7 av overvåkingslokalitetene ble igjen utryddet. I Haldenvassdraget nedstrøms Ørje har det etablert seg en bestand av krepsepestbærende signalkreps, og edelkrepsbestandene på denne strekningen er tapt (kan ikke reetableres). Den reetablerte edelkrepsbestanden i Rødnessjøen (i Haldenvassdraget oppstrøms Ørje sluser) utviklet seg bra frem til 2014, og i deler av innsjøen kunne bestanden karakteriseres som god. Under overvåkingsfisket i 2014 ble det imidlertid oppdaget krepsepestbærende signalkreps også i Rødnessjøen. Krepsepesten spredde seg gjennom Rødnessjøen utover høsten, og et omfattende prøvefiske i 2015 gav ingen edelkreps. Dermed gikk enda en bestand tapt. Bestanden av edelkreps i Buåa (Eidskog kommune, Hedmark) ble innlemmet i overvåkingsprogrammet fra og med 2009. Denne bestanden ble rammet av krepsepest sommeren 2010. Da Mosseassdraget nedstrøms Våg ble rammet av krepsepest i 2016 gikk også bestanden i Hobøl elva tapt. Dermed er edelkrepsbestanden i totalt 10 overvåkingslokaliteter slått ut som følge av krepsepest (Johnsen 2013, Johnsen 2017 under arbeid). Da antall overvåkingslokaliteter er kraftig redusert, er det naturlig å revidere overvåkingsprogrammet for edelkreps. Med tanke på de hyppige utbruddene av krepsepest og stadige funnene av signalkreps, vil det nå være aktuelt å overvåke edelkreps i områder med risiko for å bli rammet av krepsepest for raskt å kunne iverksette mulige tiltak. I tillegg til å se på nye lokaliteter, er det også naturlig å bruke mulighetene som ligger i å kombinere klassiske bestandsundersøkelser, med vannbasert overvåking av eDNA fra edelkreps og dens største trusler (se kap. 3.4). Under presentasjonen oversikt over eksisterende, utdødde og forslag til nye overvåkingslokaliteter (**tabell 2**).

De nye lokalitetene er i all hovedsak knyttet til risikosoner med tanke på krepsepestsmitte. I Mjermavassdraget foreslås det å ta vannprøver oppstrøms Lunds foss, for å kontrollere for tilstedeværelse av edelkreps i vassdraget. Det samme gjelder for lokaliteten oppstrøms Fosser dam (nedstrøms Bjørkelangen og Botnersjøen).

I Vågvannet (Enebakk) foreslås det å gjennomføre en «klassisk» overvåking med teiner. Dette da personellet som gjennomfører overvåkingen blir synlige blant folk, og lokalbefolkningen vil kunne bevisstgjøres i forhold til å ta vare på edelkrepsbestanden. Det foreslås også å ta vannprøver (eDNA) i Tangen elva i risikozonen oppstrøms demningene (jmf. program for overvåking av krepsepest, kap. 3.3).

I Vrangselva foreslås det å ta vannprøver (eDNA) i nedre deler av Strengelsrudåa (utløpet av Sigernessjøen) for å kontrollere for tilstedeværelsen av edelkreps i risikozonen ovenfor Lierdammen. Det kan være aktuelt å vurdere flere stasjoner nedover i Vrangselva, men dette bør vurderes etter kartleggingen av edelkrepsforekomst som skal gjennomføres av Utmarksavdelingen i Østfold og Akershus i 2017.

I Billa foreslåes det å ta vannprøver (eDNA) og gjennomføre et el-fiske i utløpet av S. Billingen. Elektrofiske ble gjennomført i denne lokaliteten gjennom et annet prosjekt i 2015, og det ble funnet brukbart med edelkreps. Elfiske og vannprøvetaking bør kunne gi en god pekepinn på hvorvidt krepsepest har spredt seg oppstrøms i vassdraget fra svensk side.

I Nitelva har det tidligere vært problemer med kloakkutslipp og edelkrepsbestanden har vært negativt påvirket. Kommunen (Nittedal) har bedret avløpsrensingen, og det er muligheter for å se om bestanden utvikler seg positivt som en respons på dette. Utmarksavdelingen i Østfold og Akershus har førdata fra egnet prøvefiskestasjon.

Tabell 2. Oversikt over overvåkingslokaliteter for edelkreps som fortsatt eksisterer, er slått ut av krepsepest (utdødd) og forslag til nye lokaliteter. Nærmere beskrivelse av eksisterende overvåkingslokaliteter finnes i Johnsen (2013). Fylke: A=Akershus, Ø=Østfold, B=Buskerud, H=Hedmark, O=Oppland, T=Telemark. Type: I=innsjø, R=rennende vann. Metode: T=teinefiske, E=Elektrofiske, F=fangstregistreringer og eDNA.

Lokalitet	Type			Metode				Merknad
	Fylke	I	R	T	E	F	eDNA	
Eksisterende lokaliteter								
Setten	A	X		X				Risikosone (krepespest) Risikosone (krepespest)
Børtervann	A	X		X				
Øgderen	A og Ø	X		X				
Lyseren	A og Ø	X		X				
Steinsfjorden	B	X		X		X		
Krøderen	B	X		X				
Snarumselva	B		X	X				
Sperillen	B	X		X				
Søndre Øyungen m/utløp	H	X	X	X				Kritisk forsuret Etableringsfase
Svartelva	H		X	X				
Digeren m/utløp	H	X	X	X				
Rokosjøen	H	X		X				
Næra	H	X		X				
Harasjøen	H	X		X		X		
Harestuvannet	O	X		X				
Gjerdingen	O	X		X				
Einavann	O	X		X		X		
Bergsvannet (Eidsfoss)*	T	X						Utgår
Utdødde bestander								
Øyeren	A	X						Pestrammet
Glomma v/Kongsv.	H		X					Pestrammet
Glomma v/Skarnes	H		X					Pestrammet
Vingersjøen	H	X						Pestrammet
Aremarksjøen	Ø	X						Pest/signalkreps
Femsjøen	Ø	X						Pestrammet
Hobøelva	Ø		X					Pestrammet
Rødenessjøen	Ø	X						Pest/signalkreps
Ørjeelva	Ø		X					Pestrammet
Buåa	H							Pestrammet
Nye lokaliteter								
Mjerma (over Lunds foss)	A	X					X	Risikosone (krepespest)
Fosser dam (overside)	A	X					X	Risikosone (krepespest)
Vågvannet	A	X		X				Risikosone (krepespest)
Tangelva	A						X	Risikosone (krepespest)
Billa	H		X				X	Risikosone (krepespest)
Utløp S. Billingen	H		X		X			Risikosone (krepespest)
Sigernessjøen (utløp)	H		X				X	Risikosone (krepespest)
Nitelva	A		X	X				Kloakkrensing

3.3 Overvåking av krepsepest

Overvåking av krepsepest har blitt gjennomført i regi av Mattilsynet siden i varierende intensitet siden sykdommen rammet i 1971, og regelmessig siden utbruddene i Glomma og Haldenvassdraget sent på 1980-tallet. Frem til 2015 ble overvåking av krepsepest på oppdrag fra Mattilsynet utført av Utmarksavdelingen Akershus og Østfold (AØO) ved hjelp av burforsøk med levende eldekreps. Ved mistenkelig dødelighet ble død kreps sendt til Veterinærinstituttet for krepsepest-analyse, og på denne måten ble det avslørt om det var aktiv smitte i overvåkte lokalitet. Ved positiv påvisning ble resultatene umiddelbart meldt Mattilsynet.

Tifotkreps er omfattet av dyrevelferdsloven ([LOV-2009-06-19-97](#)), og bruk av levende dyr for sykdomsovervåking bør reduseres dersom det foreligger alternative metoder. Veterinærinstituttet har utviklet effektive verktøy for smittesporing i vann, eller påvisning av miljø-DNA/eDNA av krepsepest i vann (Strand et al. 2011, 2012), og metoden er testet og funnet sensitiv også i store ferskvannssystemer (Strand et al. 2014, Strand et al. 2017) hvor det i prinsippet er mulig å påvise ned til én *A. astaci* spore i en vannprøve.

Fra og med 2016 overtok Veterinærinstituttet ansvaret for overvåkningsprogrammet for krepsepest på oppdrag fra Mattilsynet. De to første årene av programmet samkjøres og kostnadsdeles programmet med det pågående forskningsprosjektet TARGET (Targeted strategies for safeguarding the Noble crayfish against alien & emerging threats, NFR- 243907). I 2016 har programmet benyttet en kombinasjon av eDNA overvåkning og burforsøk overvåkning (Vrålstad et al. 2017), mens for 2017 vil kun eDNA overvåkning benyttes.

For en oversikt over overvåkte lokaliteter i 2016 henvises det til den snart publiserte krepsepest-overvåkningsrapporten (Vrålstad et al. 2017) som blir tilgjengeliggjort på <http://www.ve-tinst.no/overvaking/krepsepest>. I overvåkningsprogrammet for 2017 har Veterinærinstituttet avtalt lokaliteter for overvåkning som angitt i **tabell 3**. Som det framgår er det ikke endelig avklart om noen godt kjente lokaliteter hvor krepsepestsituasjonen er relativt godt kjent og stabil utgår eller vil prioriteres.

Tabell 3. Oversikt over planlagte overvåkingsstasjoner for krepsepest i 2017.

Lokalitet	Vassdrag ¹ /Kommune	Status	Totalt antall vannprøver (prøvepunkt x prøver x besøk per år)
Haldenvassdraget			Totalt 56 vannprøver
Aremarksjøen	HV/Marker, Ø	Kontrollsone, signalkreps?	Utgår?
Øymarksjøen	HV/Marker, Ø	Kontrollsone, tett bestand signal	Utgår?
Rødenessjøen	HV/Marker, Ø	Kontrollsone, tynn bestand signal	8 (2 x 2 x 2)
Hølandselva	HV/ Aurskog-Høland, A	Kontrollsone, utbrudd i vente?	8 (2 x 2 x 2)
Fossersjøen	HV/ Aurskog-Høland, A	Kontrollsone, utbrudd i vente?	4 (1 x 2 x 2)
Fosserdam overside	HV/Aurskog-Høland, A	Risikosone	4 (1 x 2 x 2)
Bjørkelangen	HV/Aurskog-Høland, A	Risikosone	8 (2 x 2 x 2)
Lierelva	HV/Aurskog-Høland, A	Risikosone	4 (1 x 2 x 2)
Lunds foss	HV, Aurskog-Høland, A	Risikosone	4 (1 x 2 x 2)
Dalstorphs foss	HV, Aurskog-Høland, A	Risikosone	4 (1 x 2 x 2)
Hemnessjøen*	Sjø, Aurskog-Høland, A	Risikosone	8 (2 x 2 x 2)
Glommavassdraget			Totalt 16 vannprøver
Storsjøen	GV/Nord & Sør Odal, H	Bekjempelsessone, signalkreps??	Utgår?
Oppstadåa	GV/Sør-Odal, H	Bekjempelsessone	8 (2 x 2 x 2)
Vingersnoret	GV/ Sør-Odal, H	Bekjempelsessone	4 (2 x 2 x 2)
Vingersjøen	GV/ Sør-Odal, H	Bekjempelsessone	4 (2 x 2 x 2)
Eidskog			Totalt 20 vannprøver
Buåa	Eidskog, H	Bekjempelsessone. Friskmelding?	8 (2 x 2 x 2)
Billa	Eidskog, H	Soneavklaring, friskmelding?	4 (1 x 2 x 2)
Vrangsella	Eidskog, H	Soneavklaring friskmelding?	16 (4 x 2 x 2)
Mossevassdraget			Totalt 28 vannprøver
Hobøelva	MV/Enebakk, Ø	Bekjempelsessone	4 (1 x 2 x 2)
Mjær	MV/Enebakk, Ø	Bekjempelsessone	4 (1 x 2 x 2)
Tangenelva	MV/Enebakk, Ø	Bekjempelsessone	4 (1 x 2 x 2)
Tangenelva	MV/Enebakk, Ø	Risikosone, oppstrøms 2x demning	8 (1 x 2 x 2)
Våg-området	MV/Enebakk, Ø	Risikosone	8 (1 x 2 x 2)
SUM			124

¹HV = Haldenvassdraget, vassdragssystem, GV = Glommavassdraget, vassdragssystem, MV = Mosseassdraget, vassdragssystem. Ø = Østfold, A = Akershus, H = Hedmark

3.4 Samordnede overvåkingsprogrammer for edelkreps og krepsepest?

Parallelt med eDNA overvåking av krepsepest er det i 2016 også kjørt eDNA analyser for edelkreps og signalkreps i alle undersøkte prøver som en del av forskningsutviklingen i TARGET-prosjektet. En målsetning med dette var å evaluere om det er hensiktsmessig å samkjøre deler av krepsepest og edelkrepsovervåkingen, der lokaliteter overlapper. Resultatene fra overvåkingsprøvet viser at eDNA fra signalkreps og edelkreps ble påvist på forventede lokaliteter.

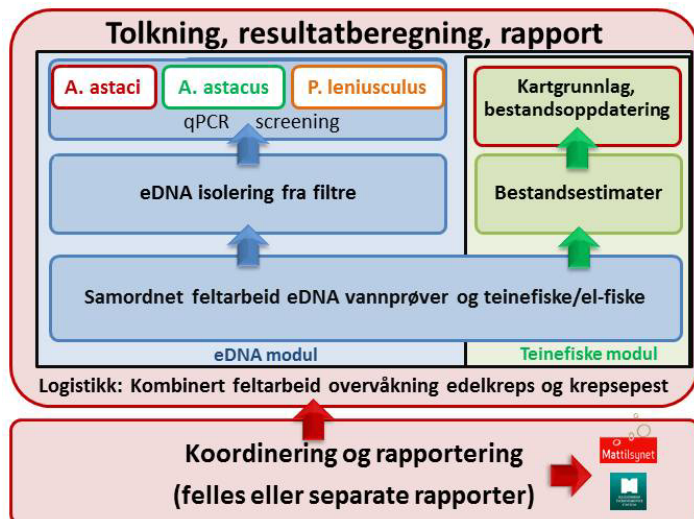
Dermed gir resultatene både ekstra verifisering av habitatstatus, i tillegg til et øyeblikksbilde av spredningssituasjonen med hensyn på signalkreps og krepsepest.

Internasjonalt promottes eDNA overvåkning som en miljøvennlig, dyrevelferdsfremmende og kostnadseffektiv overvåkningsteknologi som er i ferd med å revolusjonere flerartsovervåkingen, spesielt i akvatiske økosystemer, hvor eDNA fra mange uavhengige arter kan påvises parallelt fra samme vannprøve. Det er imidlertid en god del forskning og utvikling som gjenstår før vi vet om eDNA analyser også gir meningsfulle kvantitative resultater.

Forskningsprosjektet TARGET, ledet av Veterinærinstituttet og med NINA som prosjektpartner, har som mål å utvikle kostnadseffektive og miljøvennlige overvåkingsverktøy og kontrollstrategier for bedre vern av edelkreps. Det inkluderer bl.a. å utvikle raske eDNA overvåkingsverktøy som kan gi bestandsestimer for edelkreps og parallelt varsle om invasjon av signalkreps eller oppblomstring av krepsepest. Et delmål for å oppnå dette er å synkronisere og optimalisere feltarbeid og innsamlingsprosedyrer på tvers av institutter og brukergrupper, og i samarbeid med pågående overvåkningsprogrammer. Frem til 2017 har det vært separate overvåkingsprogram for edelkreps og krepsepest, selv om Veterinærinstituttet og NINA har samarbeidet om utførelsen gjennom TARGET prosjektet. Da krepsepest og krepsepestbærende signalkreps er vurdert å være den desidert største trusselen for edelkreps er det nå et ønske om å se på muligheten for mer formelt samordnede overvåkingsprogrammer, alternativt et felles overvåkningsprogram. Dette vil føre til et tettere samarbeid mellom institusjoner som jobber med ulike problemstillinger knyttet til edelkreps, og vil føre til at relevant kunnskap for bevaring av edelkreps blir samlet i en overvåkingsrapport. Dette vil også kunne gi noen synergier i forhold til planlegging og gjennomføring av feltarbeid

På bakgrunn av dette, og gjennom mange års godt samarbeid mellom NINA, Veterinærinstituttet og andre relevante aktører, som alle er representert i Arbeidsgruppa for ferskvannskreps, er det ønskelig å diskutere en samkjøring av overvåkningsprogrammene for krepsepest og edelkreps. Dette kan i særdeleshet involvere felles feltarbeid og parallelle eDNA analyser av edelkreps, som begge er kostnadskrevende prosesser. Det foreslåes å opprettholde bestandsundersøkelsene for edelkreps i de gjenværende edelkrepslokalitetene etter eksisterende metodikk (gitt i Johnsen 2010, 2013 og Johnsen 2017 under arbeid) og sammenligne med eDNA resultater, da det gjenstår utvikling og optimalisering før vi vet om eDNA også gir fornuftige simuleringer av bestandsestimer.

Med samkjøring av aktiviteter i felt og molekylær analyse kan kostnadsbyrden deles mellom oppdragsgiverne (MT og MD), noe som vil muliggjøre totalt større overvåkningsareal for begge programmer. **Figur 6**, skisserer hvordan en slik samordning kan organiseres. Forslaget er overordnet, og detaljer for eventuell samordning må drøftes mellom alle involverte parter.



Figur 6. Foreslått samkjøring av overvåkningsprogrammer for krepsepest og edelkreps. Der programmene lokaliteter overlapper vil det være mulig å samkjøre feltarbeid for filtrering av vannprøver for eDNA analyse og teinefiske/el-fiske. eDNA fra vannprøvene isoleres, og kun endepunktsanalysene for de tre ulike artene er ikke felles. Dermed kan kostnader deles ved flere arbeidskrevende prosesser. Rapport kan skrives felles eller separat avhengig av oppdragsgivernes ønsker. Koordinering av aktiviteten fordeles mellom NINA og Veterinærinstituttet, som det allerede gjøres i dag gjennom forskningssamarbeid.

Overvåkingsprogrammet for krepsepest i 2017 er allerede på planlagt og kontraktsfestet mellom Mattilsynet og Veterinærinstituttet. Det kan imidlertid fremdeles planlegges en samhandling mellom de to programmene, som også vil kunne teste ut konseptet for en mer helhetlig samordning i 2018. I 2018 er TARGET-prosjektet ikke lenger aktivt for felles aktiviteter i felt, derfor er samordning ønskelig å få på plass innen 2018.

For edelkreps er det i kapittel 3.2, skissert et revidert overvåkingsprogram basert på det eksisterende overvåkingsprogrammet av 2001. Nye lokaliteter er også foreslått, hvor vannprøvetaking (eDNA) inngår som en del av metodikken. Et endelig program (inkludert rullering) vil fastsettes i samarbeid med miljødirektoratet og arbeidsgruppa for ferskvannskreps. Programmet er imidlertid tenkt å ligge på omtrent samme kostnadsnivå som tidligere.

Referanser

- Abrahamsson, S. A. A. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos* 17: 96-107.
- Appelberg, M. 1984. Early development of the crayfish *Astacus astacus* L. in acid water. Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 61: 48-59.
- Appelberg, M. 1985. Changes in haemolymph ion concentration of *Astacus astacus* L. and *Pacifastacus leniusculus* Dana after exposure to low pH and aluminum. *Hydrobiologia*
- Appelberg, M. 1990. Population regulation of the crayfish *Astacus astacus* L. after liming an oligotrophic, low-alkaline, forest lake. *Limnologia* 20: 319-327.
- Appelberg, M. 1992. Liming as measure to restore crayfish populations in acidified lakes. *Finnish Fisheries Research* 14: 93-105.
- Appelberg, M. & Odelström, T. 1990. Kräfter i sura och kalkade vann. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 4: 1-25.
- Bohman, P., Nordwall, F. & Edsman, L. 2006. The effect of the large-scale introduction of signal crayfish on the spread of crayfish plague in Sweden. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* (380-381), pp 1291-1302.
- Belchier, M., Edsman, L., Sheehy, M.R.J & Shelton, P. M. J. 1998. Estimating age and growth in longlived temperate freshwater crayfish using lipofuscin. *Freshwater Biology* 39: 439-446.
- Charlebois, P. M. & Lamberti 1996. Invading crayfish in a Michigan stream: direct and indirect effects on periphyton and macroinvertebrates. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 15(4): 551-563.
- Chambers, P. A., J. M. Hanson, Burke, J. M. & Prepas, E. E. 1990. The impact of the crayfish *Orconectes virilis* on aquatic macrophytes. *Freshwater Biology* 24: 81-91.
- Daltorp, J. 2008. Rapport prøvekrepsing i Øymarksjøen 2008. Utmarksavdelingen i Akerhus og Østfold, rapport 4-2008.
- Edgerton, B. F., Henttonen, P., Jussila, J., Mannonen, A., Paasonen, P., Taugbøl, T., Edsman, L. & Souty-Grosset, C. 2004. Understanding the causes of disease in European freshwater crayfish. *Conservation Biology* (18): 1466-1474.
- Edsman, L. 2004. The Swedish story about import of live crayfish. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 372-73: 281-288.
- Edsman, L. & Schröder, S. 2009. Åtgärdsprogram för Flodkräfta 2008–2013 (*Astacus astacus*), Fiskeriverket och Naturvårdsverket, Rap. 5955, 67 p.
- Elser, J.J., Junge, C. & Goldman, C.R. 1994. Population structure and ecological effects of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* in Castle Lake, California. *Great Basin Naturalist* 54: 162-169.
- Fiskeriverket 1993. Möjligheter att öka flodkräftbestånd i svenska vatten. Inf. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 2, 66 s.
- Fjeld, E., Hessen, D. O., Roos, N. & Taugbøl, T. 1988. Changes in gill ultrastructure and haemolymph chloride concentrations in the *Astacus astacus*, exposed to de acidified aluminium rich water. *Aquaculture* 72: 139-150.
- Grandjean, F., Vrålstad, T., Dieguez-Urbeondo, J., Jelic, M., Mangombi, J., Delaunay, C., Filipova, L., Rezinciuc, S., Kozubikova-Balcarova, E., Guyonnet, D., Viljamaa-Dirks, S., Petrusek, A. 2014. Microsatellite markers for direct genotyping of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* (Oomycetes) from infected host tissues. *Veterinary Microbiology* 170: 317-324.
- Hamrin, S. F. 1987: Seasonal crayfish activity as influenced by fluctuating water level and presence of a fish predator. *Holarctic Ecology* 10: 45-51.
- Hessen, D.O., Kristiansen, G. & Skurdal, J. 1993. Nutrient release from crayfish, and its impact on primary production in lakes. *Freshwater Crayfish* 9: 311-317.

- Hessen, D.O. & Skurdal, J. 1989. Food consumption, turnover rates and assimilation in the noble crayfish (*Astacus astacus*). *Freshwater Crayfish* 7: 309-317.
- Hessen, D.O., Skurdal, J., Braathen, J.E. 2004. Plant exclusion of a herbivore; crayfish population decline caused by an invading waterweed. *Biological Invasions* 6: 133-140.
- Holdich, D.M. 1999. The negative effects of established crayfish introductions. In: Gherardi, F. and Holdich, D.M. (eds.), *Crayfish in Europe as alien species – how to make the best of a bad situation?*, A.A. Balkema, Rotterdam, 31–47.
- Holdich, D.M., Reynolds, J.D., Souty-Grosset, C. & Sibley, P.J. 2009. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 11:394-395.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og innvandring til Norge, med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Johnsen, S.I. 2010. Nasjonal overvåking av edelkreps. Presentasjon av overvåkingsdata og bestandsstatus. - NINA Rapport 492. 94 pp + vedlegg.
- Johnsen, S. I. 2013. Nasjonal overvåking av edelkreps – presentasjon av overvåkingsdata og bestandsstatus - NINA Rapport 941. 95 s. + vedlegg.
- Johnsen, S.I. 2015. Signalkreps i Kvesjøen, Lierne kommune - kartlegging, spredningsrisiko og forslag til tiltak – NINA Rapport 1093. 13 s.
- Johnsen, S. I., Dervo, B. og Lein, K. 2009b. Økonomiske konsekvenser for edelkrepsfisket ved innførsel av signalkreps, krepsepest og vasspest - NINA Rapport 318. 35 s + vedlegg.
- Johnsen, S.I., Strand, D., Vrålstad, T. & Wivestad, T. 2009a. Introdusert signalkreps på Ostøya i Bærum kommune, Akershus. Kartlegging og krepsepestanalyse. - NINA Rapport 499. 17 pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer.
- Johnsen, S., Taugbøl, T., Andersen, O., Museth, J. & Vrålstad, T. 2007. The first record of the non-indigenous signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* in Norway. *Biological Invasions* 9:939-941.
- Johnsen, S.I. & Vrålstad, T. 2009. Signalkreps og krepsepest i Haldensvassdraget. Forslag til tiltaksplan. - NINA Rapport 474. 23 pp + vedlegg. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer.
- Johnsen, S. I., Vrålstad, T. & Sandodden, R. 2010. Prosedyre ved funn eller mistanke om introduksjon av signalkreps - iverksetting av tiltak og eventuell friskmelding av lokalitet - NINA Rapport 572. 18s.
- Johnsen, S. I., Strand, D. & Toverud, Ø. 2009c. Kartlegging av signalkreps i Øymarksjøen, Haldensvassdraget - Utbredelse og bestandsstatus- NINA Rapport 522. 18 s.
- Johnsen, S.I., Strand, D., Hansen, M., Biering, E. & Vrålstad, T. 2011. Signalkreps og krepsepest i Skittenholvatnet og Oppsalvatnet, Hemne kommune - Kartlegging, vurdering av spredningsrisiko og forslag til tiltak. - NINA Rapport 753. 27 s. + vedlegg
- Jussila, J., Makkonen, J., Vainikka, A., Kortet, R & Kokko, H. 2014. Crayfish plague dilemma: How to be a courteous killer? *Boreal Environment Research* 19(3):235-244
- Kouba, A., Petrusek, A. & Kozák, P. 2014. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 413(05).
- Lodge, D.M. & Lorman, J.G. 1987. Reductions in submersed macrophyte biomass and species richness by the crayfish *Orconectes rusticus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44: 591-597.
- Lowe, S., Browne, M., Buoudjelas, S., De Poorter, M. 2004. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species a Selection from the Global Invasive Species Database. ISSG and SSC of IUCN, Auckland, New Zealand.
- Malley, D.F. 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in low pH. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 364-372.
- Matthews, M. & Reynolds, J.D. 1992. Ecological impact of crayfish plague in Ireland. *Hydrobiologia* 234: 1-6.

- Niemi, A. 1977. Population studies on the crayfish *Astacus astacus* L. in the River Pyhäjoki, Finland. *Freshwater Crayfish* 3: 81-94.
- Nyberg, P., Appelberg, M. & Degerman, E. 1986: Effects of liming on crayfish and fish. *Water, Air and Soil Pollution* 31: 669-687.
- Nyström, P. 1999. Ecological impact of introduced and native crayfish on freshwater communities. In Gherardi, F. and Holdich, D. M. 1999 (eds), *Crustacean issues 11, Crayfish in Europe as alien species*, 63-86.
- Nyström, P., Stenroth, P., Holmqvist, N., Berglund, O., Larson P. E. R. & Graneli, W. 2006. Crayfish in lakes and streams: individual and population responses to predation, productivity and substratum availability. *Freshwater Biology* 51 (11): 2096-2113.
- Nyström, P. & Strand, J. 1996. Grazing by a native and an exotic crayfish on aquatic macrophytes *Freshwater Biology* 36 (3): 673-682.
- Pontoppidan, E. 1752. Det første forsøg paa Norges naturlige historie, forstillende dette kongeriges luft, grund, fælde, vande, vexter, metaller, mineralier, steenarter, dyr, fugle, fiske og omsides indbyggernes naturel samt sædvaner og levemaade. Kiøbenhavn, Berlingske Arvingers Bogtrykkeri, 464 s.
- Sandodden R, Bardal H. 2010. Bekjempelse av signalkrebs (*Pasifastacus leniusculus*) på Ostøya i Bærum kommune. Veterinærinstituttets rapportserie 1-2010.
- Sandodden, R. & Johnsen, S.I. 2010. Eradication of introduced signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET.®. *Aquatic Invasions* 5(1): 75-81.
- Skurdal, J., Fjeld, E., Hessen, D. O., Taugbøl, T. & Dehli, E. 1988. Depth distribution, habitat segregation and feeding of the crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden. *Nordic J. Freshwater Research* 64: 113-119.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D. & Haffner, P. (eds.) 2006. *Atlas of freshwater crayfish in Europe*. Museum national d'Histoire naturelle, Paris, 187 p.
- Stenroth, P. & Nyström, P. 2003. Exotic crayfish in a brown water stream: effects on juvenile trout, invertebrates and algae. *Freshwater Biology* 48 (3): 466-475.
- Strand, D.A., Holst-Jensen, A., Viljugrein, H., Edvardsen, B., Klaveness, D., Jussila, J., Vrålstad, T. 2011. Detection and quantification of the crayfish plague agent in natural waters: 554 direct monitoring approach for aquatic environments. *Diseases of Aquatic Organisms* 95: 9-17.
- Strand, D.A., Jussila J., Viljamaa-Dirks, S., Kokko, H., Makkonen, J., Holst-Jensen, A., Viljugrein, H., Vrålstad, T. 2012. Monitoring the spore dynamics of *Aphanomyces astaci* in the ambient water of latent carrier crayfish. *Veterinary Microbiology* 160: 99-107
- Strand, D.A., Jussila, J., Johnsen, S.I., Viljamaa-Dirks, S., Edsman, L., Wiik-Nielsen, J., Viljugrein, H., Engdahl, F., Vrålstad, T., 2014. Detection of crayfish plague spores in large freshwater systems. *Journal of Applied Ecology* 51: 544-553.
- Strand, D.A., Johnsen, S.I., Rusch, R.C., Knudsen, S.W., Agersnap, S., Larsen W.B., Møller, P.R., Vrålstad, T. 2017. eDNA monitoring of a crayfish plague outbreak in Norway – snapshots of invasion, infection and extinction. Poster presentation at the DNAqua-Net Kick-off conference, March 7-8, University of Duisburg-Essen, Campus Essen, Germany. http://dnaqua.net/wp-content/uploads/2017/03/Poster_Strand.pdf
- Svoboda, J., Strand, D.A., Vrålstad, T., Grandjean, F., Edsman, L., Kozák, P., Kouba, A., Fristad, R.F., Koca, S.B., Petrusek, A. 2014. The crayfish plague pathogen can infect freshwater inhabiting crabs. *Freshwater Biology* 59: 918-929.
- Söderbäck, B. 1993. Population regulation in two co-occurring crayfish species. *Acta Univ. Uppsala* 434. Thesis, Universitetet i Uppsala.
- Söderhäll, K. & Cerenius, L. 1999. The crayfish plague fungus: History and recent advances. *Freshwater Crayfish* 12: 11-35.
- Taugbøl, T. 1994. Krepseundersøkelser i 1993. Overvåking og tiltak i regi av krepsepestutvalget. Østlandsforskning, notat 08/94, 23 s. + vedlegg.

- Taugbøl, T. 2001. Forvaltningsplan for kreps i Hedmark. Rapport nr. 2/2001, pp.1-36.
- Taugbøl, T. 2004a. Reintroduction of noble crayfish *Astacus astacus* after crayfish plague in Norway. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 372-373:315-328
- Taugbøl, T. 2004b. Exploitation is a prerequisite for conservation of *Astacus astacus*. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* (372-373), pp. 275-279.
- Taugbøl, T. 2005. Effekter av kalking på forsursrammede krepsebestander. Overvåking av 5 lokaliteter over en 10-15 års periode. NINA Rapport 98, 50 s.
- Taugbøl, T. & Eriksen, H. 1991. krepsefisket i Norge i 1990. Fylkesmannen i Oppland, Miljø-vernavdelingen, rapport 12/91, 23 s + vedlegg.
- Taugbøl, T. & Skurdal, J. 1996. Ferskvannskreps i Norge. Kunnskapsstatus og forvaltningserfaring. Østlandsforskning. Rapport 13/1996, 84 s.
- Taugbøl, T. & Skurdal, J. 1999. The future of crayfish in Europe: How to make the best of a bad situation? In: Gherardi, F. and Holdich, D.M. (eds.), *Crayfish in Europe as alien species – how to make the best of a bad situation?*, A.A. Balkema, Rotterdam, 271–279.
- Taugbøl, T., Skurdal, J. & Håstein, T. 1993. Crayfish plague and management strategies in Norway. *Biological Conservation* 63: 75-82.
- Toverud, Ø. 2012. Utfisking av signalkreps Øymarksjøen 2012. Utmarksavdelingen for Akershus og Østfold, rapport 8-2012.
- Unestam, T. 1972. On the host range and origin of the crayfish plague fungus. Report from Institute of Freshwater Research. Drottningholm 52: 192 198.
- Vevatne & Westskog. 2007. <http://www.cicero.uio.no/abc/konsekvenser.aspx#bm3>
- Vey, A. 1977. Studies on the pathology of crayfish under rearing conditions. *Freshwater Crayfish* 3: 311-319.
- Viljamaa-Dirks, S., Heinikainen, S., Torssonen, H., Pursiainen, M., Mattila, J., Pelkonen, S. 2013. Distribution and epidemiology of the crayfish plague agent *Aphanomyces astaci* genotypes from noble crayfish *Astacus astacus* in Finland. *Diseases of Aquatic Organisms* 103: 199–208.
- VKM. (2016) Risk assessment on import of Australian redclaw crayfish to Norway, Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare, ISBN: 978-82-8259-254-3, Oslo, Norway.
- Vrålstad, T., Håstein, T., Taugbøl, T., Lillehaug, A. 2006. Krepsepest - smitteforhold i norske vassdrag og forebyggende tiltak mot videre spredning av krepsepest. 6-2006, 1-25. Veterinærinstituttets rapportserie.
- Vrålstad, T., Johnsen, S.I., Fristad, R.F., Edsman, L., Strand, D. 2011. A potent infection reservoir of crayfish plague now permanently established in Norway. *Diseases of Aquatic Organisms* in press: doi 573 10.3354/dao02386
- Vrålstad, T., Strand, D.A., Grandjean, F., Kvellestad, A., Vrålstad, T., Knutsen, A.K., Tengs, T., Holst-Jensen, A. 2009. A quantitative TaqMan® MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague *Aphanomyces astaci*. *Veterinary Microbiology* 137:146–155
- Håstein, T., Knutsen, A.K., Taugbøl, T., Skaar, I. 2014. Molecular detection and genotyping of *Aphanomyces astaci* directly from pre-served crayfish samples uncovers the Norwegian crayfish plague disease history. *Veterinary Microbiology* 173: 66-75.
- Vrålstad, T., Strand, D., Rusch, J., Toverud, Ø., Johnsen, S.I., Tarpai, A., AgersnapMøller, S.P.R., & Gjevre, A-G. 2017. The surveillance program for *Aphanomyces astaci* in Norway 2016. Norwegian Veterinary Institute, Report in progress..
- Westman, K., Pursiainen, M. & Westman, P. 1990. Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Finnish Game and Fisheries Research Institute, Report no. 3, Helsinki, Finland.
- Wilson, K. A., Magnuson, J. J., Lodge, D. M., Hill, A. M., Kratz, T. K., Perry, W. L. & Willis, T. V. 2004. A long-term rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) invasion: dispersal patterns and community

change in a north temperate lake. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 61(11): 2255-2266.

Zimmerman, K.M.J. & Palo, R.T. 2010. Influence of water regulation and water flow on noble crayfish (*Astacus astacus*) catch in the river Ljungan, Sweden. Freshwater crayfish 17: 141-144.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3043-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 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