

NINA Norsk institutt for naturforskning

Soppinfeksjoner (*Saprolegnia spp.*) på laksefisk i Norge -statusrapport

B. O. Johnsen
O. Ugedal

NINA Oppdragsmelding 716



NINA • NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

Soppinfeksjoner (*Saprolegnia* spp.) på laksefisk i Norge - statusrapport

Bjørn Ove Johnsen
Ola Ugedal

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA- og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 2001. Soppinfeksjoner (*Saprolegnia* spp.) på laksefisk i Norge - statusrapport. – NINA Oppdragsmelding 716:1-34.

Trondheim, november 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1268-4

Forvaltningsområde:

Naturinngrep

Impact assessment

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Torbjørn Forseth

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 300

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 13 206 Statusrapport sopp

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Energibedriftenes Landsforening

Referat

Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 2001. Soppinfeksjoner (*Saprolegnia* spp.) på laksefisk i Norge - statusrapport. – NINA Oppdragsmelding 716: 1-34.

På slutten av åtti-tallet og begynnelsen av nitti-tallet ble det registrert soppangrep hos gytefisk av laks, aure og sik i vassdrag i Sør-Norge. Angrepene rammet hovedsakelig kjønnsmoden fisk og medførte til dels omfattende dødelighet før gyting. Utover nitti-tallet spredte fenomenet seg til stadig flere lokaliteter. Det foreligger ingen samlet oversikt over angrepne vassdrag eller over omfanget av sykdomsangrep i det enkelte vassdrag. Hensikten med denne rapporten er derfor å gi en oversikt over utbredelsen av fenomenet og beskrive nærmere hva som skjedde i de ulike elver og innsjøer.

Erfaringer fra Norge og fra utlandet indikerer at utvendige sopp sykdommer i de aller fleste tilfeller er ensbetydende med infeksjoner med sopparter tilhørende slekten *Saprolegnia*. På denne bakgrunn antar vi at *Saprolegnia* har vært involvert i de tilfellene av soppangrep som vi har omtalt.

Familien *Saprolegniaceae* er blant de mest allestedsnærværende sopp i ferskvann. *Saprolegniaceae* er også vanlig i fuktig jord. Saprolegniose på fisk kjennetegnes ved at det dannes et karakteristisk hvitt eller bomullsaktig belegg der hvor soppen koloniserer fisken. Saprolegniose kan ramme ferskvannsfisk i alle deler av livssyklusen og er rapportert vanlig hos ferskvannsfisk, spesielt hos kjønnsmodne laksefisk. Sykdommen blir vanligvis betraktet som sekundær til en infeksjon forårsaket av bakterier, parasitter eller virus, men gjentatte reinfeksjonsforsøk har vist at patogene medlemmer av slekten *Saprolegnia* også kan være det primære sykdomsagens. På grunn av store praktiske problemer med å skille mellom *S. parasitica* og *S. diclina* ble mange isolater av *Saprolegnia* fra fiskeanlegg identifisert som *S. diclina-parasitica* komplekset. Senere ble *S. diclina* delt inn i tre undergrupper hvorav kun *S. diclina* Type 1 forekommer som parasitt på laksefisk, kun *S. diclina* Type 2 forekommer som parasitt på abbor og *S. diclina* Type 3 er rent saprofyttisk. *S. diclina* Type 1 betraktes nå som synonym med *S. parasitica*.

Det foreligger en del rapporter om *Saprolegnia*-utbrudd på laksefisk i utlandet, blant annet fra England, Skottland, USA, Danmark, Sverige, Spania, Finland og Japan.

I Norge dukket sykdomsutbrudd på laksefisk med sterkt innslag av overflatesopp som et nytt fenomen på slutten av 1980-tallet. De første utbruddene fant sted i vassdrag med utløp til Oslofjorden og i et vassdrag på Vestlandet, men utover 90-tallet spredte fenomenet seg til et økende antall lokaliteter (elver, innsjøer, fiskeanlegg) hovedsakelig i fylkene Rogaland, Buskerud og Oppland.

Felles for sykdomsutbruddene er at overflatesopp har vært involvert og at dette i mange tilfeller har vært *Saprolegnia* spp. Vi antar derfor at det dreier seg om samme fenomen, men understreker at dette ikke kan fastslås med sikkerhet.

Soppangrepene har opptrådt på laks, sjøaure, aure, sik og røye. I tillegg er det kjent enkeltstående tilfelle av lignende angrep på krøkle og harr. De mest omfattende sykdomsutbruddene har forekommet i vassdrag i Rogaland, Buskerud og Oppland og har ført til omfattende dødelighet særlig i sikbestander, men også i enkelte aure- og laksebestander.

Funnene på laks er begrenset til kysten fra Hordaland til Akershus. Det er ikke kjent slike funn fra lakselver i resten av landet. På Østlandet er alle funn fra elver som munner ut i Oslofjorden mens de fleste og mest omfattende utbruddene for øvrig stammer fra elvene på Jæren. Funnene i elvene på Østlandet ble gjort på slutten av 80-tallet, mens de øvrige funnene ble gjort i perioden 1993-1999.

De mest omfattende funnene på aure stammer fra Rogaland og Oppland fylker og de fleste funnene stammer fra lokaliteter hvor auren finnes sammen med sik. Ved funnene i Rogaland fylke er det rapportert om betydelig dødelighet, mens funnene på Østlandet har dreid seg om få fisker. Ved de to fiskeanleggene som er rammet var tapene betydelige spesielt det første året.

Sik synes å være den arten som har vært verst rammet med hensyn til dødelighet. Ved mange av lokalitetene er det observert et betydelig antall døde fisk. I Kyllsvatnet i Imsa i Rogaland ble antallet anslått til tusenvis og i Rødungen sør ble det antatt å dreie seg om flere hundre.

Sykdomsutbruddene synes å ha spredt seg nedstrøms vassdrag i noen tilfelle mens spredningen i andre tilfelle har foregått i "hopp" over lange avstander. Hvilke spredningsmekanismer som er involvert er ukjent, men sykdommen synes i noen tilfelle å ha kommet inn i fiskeanlegg via inntaksvann fra vassdrag.

Sykdomsutbruddene har i ulike tilfelle blitt satt i sammenheng med stress i forbindelse med kjønnsmodning, med andre sykdommer (UDN, Yersiniose, Furunkulose) eller med miljøfaktorer som for eksempel forurensning.

Det er ikke mulig å fastslå om soppen er den primære årsak til sykdomsutbruddene eller om den er en sekundær infeksjon, som følge av stress, andre sykdommer eller miljøfaktorer. Observasjonene tyder på at sykdommen fremkalles av et eller flere sykdomsfremkallende agens som spres på en ukjent måte.

Emneord: Laks – aure – sik – *Saprolegnia* - sopp sykdom

Bjørn Ove Johnsen & Ola Ugedal. Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 2001. *Saprolegnia* infections (*Saprolegnia* spp.) in salmonid fishes in Norway. – NINA Oppdragsmelding 716: 1-34.

Towards the end of the 1980's and in the beginning of the 1990's, *Saprolegnia* infections were registered on mature specimens of Atlantic salmon, brown trout and whitefish in watercourses in southern Norway. The infections were mainly found on mature fish and led partly to comprehensive mortality before spawning. In the 1990's the phenomenon spread to an increasing number of localities. There is no general overview on watercourses with infections or the extent of the disease attack in the different locations. The main goal of this report is therefore to give a summary of the distribution of the phenomenon and describe what happened in the different rivers and lakes.

Experiences from Norway and from abroad indicate that fungal infections of the integument of salmonid fish are always associated with a group of closely related strains of *Saprolegnia*. On this background we presume that *Saprolegnia* has been involved in the cases of fungal infections that we have referred to.

The family *Saprolegniaceae* is among the most ubiquitous fungus in fresh water. *Saprolegniaceae* is also common in moist soil. Saprolegniosis on fish is characterized by a white cottonlike cover on the sites where the fungus colonize the fish. Saprolegniosis may affect freshwater fish at all stages of the life cycle, and is reported as commonly occurring in freshwater fish, especially among mature salmonids. The disease is usually regarded as a secondary infection primarily caused by bacteria, parasites or virus, but repeated reinfection experiments have shown that pathogenic members of the genus *Saprolegnia* may also be the primary disease agent. Because of practical problems in distinguishing between *S. parasitica* and *S. diclina* many isolates of *Saprolegnia* from hatcheries were identified as the *S. diclina-parasitica* complex. Later *S. diclina* was divided into three subgroups of which only *S. diclina* Type 1 occurs as a parasite on salmonids, only *S. diclina* Type 2 occurs as a parasite on perch and *S. diclina* Type 3 is purely saprophytic. *S. diclina* Type 1 is now considered synonymous to *S. parasitica*.

There are some reports on *Saprolegnia*-outbreaks on salmonids from abroad, among others from England, Scotland, USA, Denmark, Sweden, Spain, Finland and Japan.

In Norway disease outbreaks on salmonids accompanied by fungal infections, turned up as a new phenomenon at the end of the 1980's. The first outbreaks were found in rivers with outlet to the fiord Oslofjorden and in a watercourse in the western part of the country, but in the

1990's the phenomenon spread to an increasing number of localities (rivers, lakes, hatcheries) mainly in the counties of Rogaland, Buskerud and Oppland.

The disease outbreaks have had fungal infections of the skin in common, and in many cases this fungus has been *Saprolegnia* spp. We therefore presume that they are all caused by the same phenomenon, but underline that this cannot be determined with certainty. The fungus attacks have occurred on Atlantic salmon, anadromous brown trout, whitefish, and char. In addition single events are known from smelt and grayling. The most serious cases have occurred in watercourses in the counties Rogaland, Buskerud and Oppland and has led to extensive mortality especially among white fish stocks, but also in some brown trout and salmon stocks.

The findings on Atlantic salmon are confined to the coast from the county of Hordaland to the county of Akershus. There are no such findings from salmon rivers in the rest of the country. In the eastern part of the country all observations are from rivers draining to the fjord Oslofjorden, while most of the recordings and also the most comprehensive findings in the rest of the country are from the rivers of the district Jæren. The observations in the rivers in the eastern part of the country were from the end of the 1980's, while the other findings were from the period 1993-1999.

The most extensive findings of brown trout were from the counties of Rogaland and Oppland and most of the observations were from localities where the brown trout occurred together with whitefish. In the county of Rogaland, considerable mortality were reported, while the findings in the eastern part of the country have dealt with a few fish. At the two infected hatcheries the losses were considerable especially the first year.

Whitefish is the species which seem to be the exposed regarding mortality. In many of the localities a considerable number of dead fish have been observed. In the lake Kyllesvatnet in the river Imsa in the county of Rogaland the number of dead fish was estimated to thousands and in the lake Rødungen sør the number of dead fish was estimated to several hundreds.

The disease outbreaks seem to have spread downstream watercourses in some cases while in other cases the dispersal has taken place in "jumps" over long distances. The mechanisms of dispersal which are involved, are not known, but the disease seems in some cases to have entered hatcheries via the water inlet coming originating in a nearby watercourse.

The disease outbreaks have in some cases been connected to stress related to maturing, in some cases with other diseases (UDN, Yersiniosis, Furunculosis) or with environmental factors as for example pollution.

It has not been possible to determine whether the *Saprolegnia* is the primary disease agent, or a secondary infection caused by stress, other diseases or environmental factors. The observations indicate that the disease is caused by one or several disease causing agents which is dispersed in an unknown way.

Key words: Atlantic salmon – brown trout – whitefish – *Saprolegnia* - fungal disease

Bjørn Ove Johnsen & Ola Ugedal, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway.

Forord

I august 1999 oppnevnte DN en prosjektgruppe (ekspertgruppe) "Oppblomstring av sopp på gytefisk". Gruppens mandat er å sørge for en bredest mulig gjennomgang av problematikken vedrørende oppblomstring av sopp på ferskvannslevende gytefisk, og med spesielt fokus på sopp-problemene som har vært hos enkelte storaurestammer på Østlandet de senere år. En viktig oppgave for ekspertgruppen er å summere opp den eksisterende kunnskapen om sopprelaterte problemer på gytefisk. Denne oppgaven ble høsten 2000 tildelt NINA som fikk i oppdrag fra DN "å utarbeide en statusrapport over eksisterende kunnskap om soppinfeksjon (*Saprolegnia* spp.) på fisk samt lage en oversikt over hva som pågår av forskning på området".

Opplysninger om *Saprolegnia*-utbrudd i Norge er samlet inn ved hjelp av fiskeforvaltere ved Fylkesmennenes miljøvern- og distriktsveterinæravdelinger, Distriktsveterinærer, Fylkesveterinærer og Veterinærinstituttets lokalavdelinger. I tillegg har vi i en del tilfelle også fått opplysninger lokalt. Til alle disse personer og institusjoner vil vi rette vår beste takk for godt samarbeid. En spesiell takk til Harald Idar Hagen for at vi fikk lov til å gjengi opplysninger fra hans hovedfagsoppgave "Studier av *Saprolegnia* spp. i Norge" ved Universitetet i Bergen, våren 1992. En takk også til Jon Arne Eie, Ola Hegge, Tore Håstein, Finn Langvad og Trygve Poppe som har bidratt med opplysninger og kommentarer.

Oppdraget ble finansiert av Direktoratet for naturforvaltning og Energibedriftenes Landsforening.

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	4
Forord.....	5
1 Innledning	6
2 Soppsykdommer hos fisk	7
3 Saprolegnia.....	8
4 Tilstander og sykdommer som ofte er assosiert med utvendige soppinfeksjoner	10
4.1 Stress	10
4.2 Ulcerativ dermal nekrose (UDN).....	11
4.3 Yersiniose	12
5 <i>Saprolegnia</i> -tbrudd i utlandet	14
5.1 England og Skottland.....	14
5.2 USA	14
5.3 Danmark.....	14
5.4 Sverige.....	14
5.5 Spania.....	15
5.6 Finland.....	15
5.7 Japan, Kina og India.....	15
6 <i>Saprolegnia</i> -utbrudd i Norge.....	16
6.1 Oversikt over <i>Saprolegnia</i> -utbruddene	16
6.2 De enkelte fylker	16
6.2.1 Hordaland fylke.....	16
6.2.2 Rogaland fylke	16
6.2.3 Vest-Agder fylke.....	19
6.2.4 Telemark fylke.....	19
6.2.5 Buskerud, Vestfold, Akershus fylke.....	19
6.2.6 Oppland fylke.....	21
6.3 Artsvis oversikt over <i>Saprolegnia</i> -utbruddene ...	24
6.3.1 Laks/sjøaure	24
6.3.2 Aure.....	24
6.3.3 Sik.....	25
6.3.4 Røye.....	26
7 Diskusjon	27
8 Konklusjon.....	30
9 Referanser	30

1 Innledning

På slutten av åtti-tallet og begynnelsen av nitti-tallet ble det registrert soppangrep hos gytefisk av laks (*Salmo salar* L.), aure (*Salmo trutta* L.) og sik (*Coregonus lavaretus* L.) i vassdrag i Sør-Norge. Angrepene rammet hovedsakelig kjønnsmoden fisk og medførte til dels omfattende dødelighet før gyting. Utover nitti-tallet spredte fenomenet seg til stadig flere lokaliteter. Det foreligger ingen samlet oversikt over angrepne vassdrag eller over omfanget av sykdomsangrep i det enkelte vassdrag. Hensikten med denne rapporten er derfor å gi en oversikt over utbredelsen av fenomenet og beskrive nærmere hva som skjedde i de ulike elver og innsjøer.

Soppangrep hos fisk er et vanskelig og uoversiktlig tema. Vi har derfor funnet det nødvendig å ta med et eget kapittel som omhandler soppsykdommer hos fisk generelt og et eget kapittel som tar for seg *Saprolegnia* spesielt. På grunn av vanskelighetene med å avgjøre om soppsykdommer på fisk er primære eller sekundære har vi også tatt med et kapittel om tilstander og sykdommer som ofte er assosiert med soppsykdommer.

2 Soppsykdommer hos fisk

Soppsykdommer hos fisk har vært kjent fra lang tid tilbake, ikke minst fordi utvendige soppskader er svært iøyenfallende. En rekke sopparter vil kunne opptre både som primære og sekundære patogener og artsbestemmelsen er ofte vanskelig. Selv om en lang rekke soppsykdommer er beskrevet på verdensbasis, er det bare et fåtall som er registrert som årsak til sykdom i Norge (Poppe 1999a). En av de mest kjente er krepepestsoppen (*Aphanomyces astaci*) som forårsaker krepepest hos ferskvannskreps. Krepepestsoppen stammer fra Nord-Amerika og ble påvist første gang i Europa i 1860 i Italia (Söderhall 1990). I Norge ble krepepest første gang påvist i 1971 (Håstein & Unestam 1972, Holt & Håstein 1984).

Hovedproblemene med soppsykdommer er ofte å identifisere soppen og deretter å avgjøre om den er virkelig sykdomsfremkallende eller simpelthen en saprofytt (lever på dødt, organisk materiale) som benytter seg av fordelene ved en eksisterende skade. Selv når det foreligger gode indisier på at en sykdom har sin opprinnelse i sopp, så er organismen det angår i mange tilfelle så dårlig forstått at selv dens identitet som sopp kan være usikker (Alderman 1982).

For praktiske formål er det hensiktsmessig å skjelne mellom overflatiske soppsykdommer (overflatesopp), der soppen koloniserer utvendige flater (hud, finner, gjeller), og systemiske soppsykdommer, der soppen gjennomvokser ett eller flere indre organer og før eller senere sprer seg til hele organismen (Poppe 1999a).

I Norge er de fleste soppsykdommer påvist hos fisk i ferskvann. Et viktig unntak er *Ichthyophonus hoferi*, som forårsaker alvorlige epidemier hos saltvannsfisk, særlig sild, og *Exophiala*-infeksjoner som også er beskrevet fra marine fiskearter (Poppe 1999a). Både *I. hoferi* og *Exophiala* er såkalte systemiske soppsykdommer.

Ichthyophonus hoferi er endoparasitt hos en rekke fisk og ble første gang beskrevet i forbindelse med et sykdomsutbrudd på aure i ferskvann. Plehn og Mulsow (1911) fant senere en organisme på regnbueaure som de mente var identisk med den som tidligere var beskrevet av Hofer, og ga parasitten navnet *I. hoferi* (Nylund 1999). Fisk infisert med *I. hoferi* utvikler knuter eller granulomer i indre organer (Langvad 1990). Status til denne parasitten har skiftet flere ganger opp gjennom historien, og den har blant annet vært plassert blant protozoene i slekten *Ichthyosporidium*. I nyere litteratur har en imidlertid vært enig om at *I. hoferi* er en sopp. Studier av nukleinsyrasekvenser fra *I. hoferi* og andre eukaryoter indikerer imidlertid at denne parasitten hører til blant "protistene" (Nylund 1999).

I Norge er *Ichthyophonus* isolert og dyrket fra en rekke marine fiskearter: sei, hvitting, skolest, laksesild, rogn-

kjeks, vanlig ringbuk, fire og femtrådet tangbrosme, lyr, storsil, rødspette og kolmule. Smitte av *I. hoferi* skjer sannsynligvis ved at verten får i seg sporer direkte fra vannet, eller ved at den spiser infiserte organismer (infisert fiskevev eller kanskje mellomverter som hoppekreps). Blant annet er regnbueaure i oppdrett blitt infisert med *Ichthyophonus* etter føring med marin "avfallsfisk" og baltisk torsk i oppdrett ble smittet etter føring med sild. De fleste utbrudd i ferskvann synes å være koblet til det marine miljøet ved at marin fisk er blitt benyttet som før i oppdrett. Det foreligger ingen bevis på at sykdommen etableres i ferskvann, selv om smitte mellom fisk i ferskvann kan forekomme (Nylund 1999). Dødelighet hos laksefisk har vært rapportert en rekke ganger og dette gjelder både regnbueaure (*Oncorhynchus mykiss*), aure og laks (Nylund 1999).

Det foreligger en rekke rapporter som beskriver sykdomsutbrudd forårsaket av *Ichthyophonus* på marin fisk. Mer enn 80 arter fisk er funnet infisert med denne parasitten, og det er sannsynlig at slekten *Ichthyophonus* består av en rekke arter der hver art infiserer et begrenset antall fiskearter. Studier fra Japan, Nord-Amerika og Europa har vist at *Ichthyophonus*-artene er blant de mest alvorlige fiskepatogener både i sjø og i ferskvann (Nylund 1999). Noen av de mest dramatiske sykdomsutbrudd forårsaket av denne soppen har funnet sted på atlantisk sild. Epidemien i St. Lawrence-gulven i 1954-55 førte til massedød av sild og det ble antatt at halvparten av sildestammen ble utryddet ved disse angrepene (Langvad 1990).

Exophiala ble første gang isolert og karakterisert i forbindelse med flere alvorlige sykdomsutbrudd på "cutthroat trout" (*Onchorhynchus clarki*), som er en slektning av regnbueauren, i Alberta, Canada. Senere er det beskrevet flere *Exophiala*-arter som kan forårsake sykdommer hos de fleste laksefisker samt en rekke marine arter, bla.a. torsk og piggvar (Rødseth 1999). I Norge ble sykdommen første gang rapportert i 1981 i et settefisk- og matfiskanlegg på Sunnmøre. I årene som fulgte forårsaket den meget stor dødelighet i dette anlegget, og de økonomiske tapene var betydelige (Langvad 1990).

Fiskens nyre er det primære målorganet i tidlige faser av en *Exophiala*-infeksjon. En kronisk granulomatøs respons resulterer i dannelsen av gråhvite knuter av varierende størrelse i bakre del av nyren. Soppsykdommen (mykosen) benevnes derfor ofte som nyresopp. I motsetning til mer kjente fiskepatogene sopper fra slekten *Saprolegnia* er ikke *Exophiala* naturlig vannboende. På bakgrunn av soppens terrestriske habitat, er to smitteveier sannsynliggjort. Utbrudd av *Exophiala* på laks i Skottland er blitt tilbakeført til bruk av kontaminert før. Gjentatte forsøk på å eksperimentelt etablere infeksjoner med *Exophiala* via føret har imidlertid vært mislykket. En annen mulig smittekilde er bruk av jord i biologiske filtre i resirkulasjonsanlegg. Ved at soppen etableres i filtrene, vil vannet kontinuerlig tilføres soppsporer (Rødseth 1999).

Når det gjelder utvendige soppsykdommer (overflatesopp) er det viktig å være oppmerksom på at soppinfiserte hudskader kan inneholde en blandingsflora av sopp av ulike typer. For eksempel ble det isolert totalt seks ulike slekter av ferskvannssopp (*Achlaya*, *Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Leptomitus*, *Pythiopsis*, *Saprolegnia*) fra en populasjon av soppinfisert abbor i Windermere (Willoughby 1970, Pickering & Willoughby 1977, Bucke et al. 1979). Således kan ukritisk bruk av begrepet "Sapro-legniøse" for enhver bommullslignende soppvekst på en beinfisk inneholde sopp (for eksempel *Leptomitus lacteus*) som ikke engang tilhører ordenen Saprolegniales (Pickering & Willoughby 1982).

Under våre forhold er utvendige soppsykdommer i de aller fleste tilfeller ensbetydende med infeksjoner med sopparter tilhørende slekten *Saprolegnia* (Poppe 1999b). I henhold til erfaringer gjort av Pickering & Willoughby (1982) fra England er soppinfeksjoner i huden hos laksefisk alltid assosiert med en gruppe nær beslektede stammer av *Saprolegnia*. De isolerte sopp fra infiserte laksefisk fra et begrenset geografisk område bestående av Lake District, elva Lune, Lancashire og Loch Leven, Skottland. Av 48 isolater i ren kultur ble 36 identifisert som *Saprolegnia diclina* Type 1, de øvrige 12 var seksuelt sterile i laboratorieforhold (*Saprolegnia* spp.). Nærmere studier av disse sterile stammene indikerte imidlertid at de var nær beslektet med *Saprolegnia diclina* Type 1. Pickering & Willoughby (1982) har aldri isolert noen andre arter av Saprolegniaceae fra infiserte laksefisk til tross for det faktum at soppinfiserte ikke-salmonider fra samme elv eller innsjø ofte hadde et vidt spekter av akvatiske sopp (Pickering & Willoughby 1977). Ytterligere støtte for denne assosiasjonen mellom laksefisk og nær beslektede grupper av *Saprolegnia* ble også funnet av Neish (1977) som arbeidet med soppinfisert "Sockeye-laks" (*Oncorhynchus nerka*), som er en art av stillehavslaks, i Britisk Columbia, Canada.

På denne bakgrunn antar vi at *Saprolegnia* har vært involvert i de tilfellene av soppangrep som vi omtaler. Vi vil imidlertid presisere at grundige undersøkelser kun er foretatt i enkelte tilfelle. De aller fleste isolatene er identifisert kun ved hjelp av typiske patologiske forandringer, forhistorie og morfologi. Kun ett til to isolat sendes årlig til Nederland for sikker verifisering (Trygve Poppe pers. medd. 22.5.01). Det er derfor et problem at vi ikke har full oversikt over hvilke slekter og arter av sopp som kan ha vært involvert i de ulike tilfeller.

I rapporten har vi beskrevet kjente, norske observasjoner av dødelighet på laksefisk som har sammenheng med utvendige soppangrep. Vi har kun tatt med tilfeller der dødelighet på gytefisk eller annen fisk har inntrådt **før** gyting, da soppinfeksjoner etter gyting er vanlig forekommende på mange fiskearter i mange vassdrag som følge av oppståtte skader under gyting.

3 Saprolegnia

Familien *Saprolegniaceae* er blant de mest allestedsnærværende sopp i ferskvann. De finnes i de fleste ferskvannsforkomster. Noen arter, som er istand til å motstå en viss grad av salinitet kan også forekomme i brakkvann i estuarier når saliniteten ikke blir for høy (Te Strake 1959). For eksempel ble det i en av Rogalandsfjordene i 1990 funnet store mengder død brisling. Institutt for mikrobiologi, Universitetet i Bergen, fikk tilsendt prøver og det viste seg at brislingen var sterkt infisert av *Saprolegnia*, som sannsynligvis også var dødsårsaken. Årsaken var at det ble sluppet store mengder overskuddsvann fra et av kraftverkene innerst i fjorden. Dette la seg som et lokk med lav salinitet og ga mulighet for *Saprolegnia* til å vokse (Finn Langvad pers. medd.).

Saprolegniaceae er også vanlig i fuktig jord. Selv om de ikke er blitt rapportert fra alle deler av verden, er det liten tvil om at de har en universell utbredelse og at vi bare trenger å se etter dem for å finne dem (Alexopolous & Mims 1979). De fleste arter i slekten lever normalt som saprofytter (på råttent materiale) i de fleste limniske økosystemer (Neish & Hughes 1980). Noen arter derimot, f.eks. *S. parasitica* (Coker 1923) er fakultatativ (leilighetsvis) fiskepatogene (Willoughby 1978), og kan til tider føre til soppangrep på fisk og fiskeegg i ferskvann (Tiffney 1939, Willoughby 1978).

Saprolegniøse på fisk kjennetegnes ved at det dannes et karakteristisk hvitt eller bomullsaktig belegg der hvor soppen koloniserer fisken (Scott & O'Bier 1962, Wilson 1976, Pickering & Willoughby 1977, Neish & Hughes 1980). Soppen er i stand til å kolonisere alle deler av fiskens overflate (Richards & Pickering 1978). Vanligvis blir soppen isolert fra sår i huden, men både gjeller, øyne og mer sjelden tarmmucosa (Agersborg 1933) kan angripes.

Saprolegniøse kan ramme ferskvannsfisk i alle deler av livssyklusen (Pickering & Willoughby 1982). Betydelige skader av sopp er kjent fra klekkerier. Døde rognkorn blir infisert først, og soppen vil så spre seg til levende rogn.

Saprolegniøse er rapportert vanlig hos ferskvannsfisk, spesielt hos kjønnsmodne laksefisk (Willoughby 1969, 1971, Baudouy & Tuffery 1973, Roberts & Shepherd 1974, Wood 1974), men også hos yngel av laks (Bruno & Stamps 1987). Sykdommen blir vanligvis betraktet som sekundær til en infeksjon forårsaket av bakterier, parasitter eller virus (Wolke 1975, Richards 1977), men gjentatte reinfeksjonsforsøk har vist at patogene medlemmer av slekten *Saprolegnia* også kan være det primære sykdomsagens (Neish & Hughes 1980). Primær Saprolegniøse har blitt rapportert fra flere fiskearter inklusive ål i oppdrett (Hoshina & Ookubo 1956, Hoshina et al. 1960,) aure (Neish 1977) og hos den meksikanske platy (*Xiphophorus maculatus*) (Vishniac & Nigrelli 1957). Disse utbruddene har blitt satt i forbindelse med sopp

avvekslende referert som *Saprolegnia parasitica* Coker (Coker 1923), *Saprolegnia* type 1 (Willoughby 1969) og *Saprolegnia diclina* Humphrey (Willoughby 1978).

Ifølge Pickering & Willoughby (1982) har imidlertid kritiske undersøkelser av sopp sykdom på japansk ål, vist at det primære patogenet er bakterier og at soppen *Saprolegnia* spp. er en sekundær sykdom (Egusa 1965, Egusa & Nishikawa 1965). En *Saprolegnia*-infeksjon hos ål i oppdrett i England ble også antatt å være en sekundær infeksjon (Copland & Willoughby 1982). I følge Pickering & Willoughby (1982) finnes det imidlertid dokumentasjon for at *Saprolegnia diclina* Type 1 også kan være et primært patogen på uskadet, frisk fisk (Tiffney 1939, Pickering & Christie 1980,) selv om det er hevet over enhver tvil at soppinfeksjoner ofte er sekundære mens den primære sykdomsårsaken er en annen sykdom eller fysisk skade.

Coker (1923), som beskrev arten *S. parasitica*, uttaler at det er all grunn til å tro at dette er den samme som den sterile *Saprolegnia* som har blitt rapportert så ofte som årsak til (eller i sammenheng med) en velkjent sykdomssituasjon hos fisk. Sykdommen kan forekomme når som helst på ungfisk i fiskeanlegg eller på egg i klekkerier og kan til tider være en alvorlig pest. Den kan også forekomme nå og da på gullfisk og i fiskedammer og akvarier og noen ganger forårsaker den (eller forekommer sammen med) sykdomsepidemier som kan resultere i stor dødelighet hos laks, aure etc. i frie vann i elver og innsjøer (Coker 1923).

På grunn av store praktiske problemer med å skille mellom *S. parasitica* og *S. diclina* ble mange isolater av *Saprolegnia* fra fiskeanlegg identifisert som *S. diclina-parasitica* komplekset (Yuasa & Hatai 1995). Neish & Hughes (1980) gir en grundig beskrivelse av den historiske utvikling av taksonomiproblemene vedrørende *S. parasitica* og *S. diclina* fra Coker's (1923) første beskrivelse av *S. parasitica* til Willoughby's (1978) detaljerte diskusjon av taksonomien innenfor *S. diclina* - *S. parasitica* komplekset. På bakgrunn av sitt arbeid med disse soppene i Englands Lake District, delte Willoughby (1978) *S. diclina* i tre undergrupper hvorav bare *S. diclina* Type 1 forekommer som parasitt på laksefisk, bare *S. diclina* Type 2 forekommer som parasitt på abbor og *S. diclina* Type 3 er rent saprofyttisk (Willoughby 1978). *S. diclina* Type 1 betraktes nå som synonym med *S. parasitica* (Yuasa & Hatai 1995).

En japansk undersøkelse (Yuasa & Hatai 1995) tok for seg 24 isolater av *Saprolegnia* fra fiskeanlegg og studerte forholdet mellom patogenitet overfor regnbueaure og biologiske karakteristika. Femten isolater som ble identifisert som *S. parasitica* ble klassifisert i tre grupper (gruppe 1, 2 og 3) i henhold til dødelighet etter kunstig infeksjon. Isolatene tilhørende gruppe 1 som viste høg patogenitet overfor regnbueaure, produserte mange karakteristiske kjedete utvekster (catenulated gemmae), mens isolatene fra de andre gruppene ikke gjorde dette. Gruppe 1 og 2

var mer sensitive overfor cycloheximide enn gruppe 3. Ni isolater identifisert som *S. diclina* var saprofyttiske. Følsomheten til *S. diclina* overfor polyphenon-100 var lavere enn hos *S. parasitica*. Disse resultatene indikerer at *S. parasitica* og *S. diclina* kan adskilles ved patogeniteten overfor fisk og ved noen biologiske tester (Yuasa & Hatai 1995).

Willoughby (1985) beskrev en diagnostisk metode for hvordan en rask foreløpig screening kan gjøres for å påvise *Saprolegnia* innen et døgn etter at fisken er mottatt, og hvordan denne metoden kan brukes for å skille mellom *Saprolegnia* assosiert med laksefisk og *Saprolegnia* vanligvis assosiert med annen fisk.

Yuasa et al. (1997) publiserte en beskrivelse av en enkel metode til å skille mellom *S. parasitica* og *S. diclina* isolert fra fisk med Saprolegnirose.

I de senere år er DNA-analyser tatt i bruk for å utrede taksonomiske og fylogenetiske forhold innen familien Saprolegniaceae (Leclerc et al. 2000).

Funn av *Saprolegnia* spp. ble gjort på alle innsendelser av sik (39 stk) og aure (15 stk) fra Begnavassdraget i 1991. Diagnosen ble stilt på grunnlag av mikroskopi av hvitt bommullaktig belegg fra hud og gjeller på fisken. Fra en del av fiskene ble det dyrket på spesialmedium for sopp og to kulturer ble sendt til Nederland for en mer nøyaktig identifisering. Soppen ble også her identifisert som *Saprolegnia* spp. (Taksdal & Håstein 1992). Når det gjelder de øvrige funnene som er omtalt i rapporten, er de aller fleste isolatene identifisert kun ved hjelp av typiske patologiske forandringer, forhistorie og morfologi.

4 Tilstander og sykdommer som ofte er assosiert med utvendige soppinfeksjoner

Selv om det, som tidligere nevnt, finnes enkelte eksperimentelle indisier på at *Saprolegnia* spp. under spesielle omstendigheter kan være en primær sykdomsårsak, blir saprolegniose vanligvis betraktet som en sekundær følge av bakterie- eller virus sykdom eller en konsekvens av fysisk skade på fisken (Richards & Pickering 1978). Forholdet mellom stress og fiske sykdommer er velkjent (Wedemeyer 1970, Sniesko 1974), selv om lite er kjent om mekanismene som er involvert i dette forholdet.

Vi har derfor omtalt stress og fiske sykdommene UDN og Yersiniose som er de sykdommer som oftest er påvist sammen med *Saprolegnia*-infeksjoner.

4.1 Stress

Resultatene fra mange tidligere undersøkelser indikerer at en eller annen form for stress er nødvendig for å fremkalle utbrudd av *Saprolegnia*.

Undersøkelser av vill aure fra Lake Windermere og Loch Leven viste at kjønnsmodning favoriserte forekomst av *Saprolegnia*-infeksjon hos begge kjønn, men at hannfisken var mer utsatt enn hunnfisken (Richards & Pickering 1978). Dataene fra Windermere indikerte at mange av fiskene ble infisert i innsjøen før de begynte gytevandringen og Richards & Pickering (1978) pekte på at det eksisterer en seksuell dimorfisme i hudstrukturen hos kjønnsmoden aure. Et karakteristisk trekk ved denne dimorfismen er en reduksjon i antallet slimproduserende gobletceller i huden hos hannfisken i gyteperioden. Siden slim kan hjelpe til å beskytte fisken mot soppinfeksjoner ved å fjerne levedyktige sporer fra kroppsoverflaten antar Richards & Pickering (1978) at endringer i hudstrukturen hos kjønnsmoden hannaure kan øke dens sårbarhet overfor *Saprolegnia*-infeksjoner.

Richards & Pickering (1978) fant videre at *Saprolegnia*-infisert aure fra Loch Leven og Windermere hadde 20-25 % av kroppsoverflaten dekket med sopp ved fangsttidspunktet. Til sammenlikning hadde aure i oppdrett opp til 50 % av kroppsoverflaten dekket av sopp. Denne forskjellen er sannsynligvis resultat av forskjeller i antallet separate soppkolonier på fisken. Oppdrettet aure hadde signifikant flere kolonier på kroppen enn villfisk. Det er sannsynlig at dette delvis reflekterer bakgrunnsnivået av sopp sporer i vannet. Under oppdrettsbetingelser kan bakgrunnsnivået av sopp sporer komme opp i over 20.000 sporer/l mens det normale sporetallet ikke kommer over 5000 sporer/l i Windermere og 4000 sporer/l i Loch Leven (Richards & Pickering 1978).

I en eksperimentell undersøkelse av Pickering & Duston (1983) resulterte tilførsel av cortisol (stresshormon) i en markert økning i mottakeligheten hos aure overfor soppinfeksjoner.

Også i henhold til Noga (1993) er særlig hannfisk av laksefisk utsatt for saprolegniose i gytetiden. Under kjønnsmodning gjennomgår fisken fysiologiske forandringer. Blant annet øker nivået av visse hormoner og det skjer forandringer i hudens morfologi (Pickering 1977). Det er sterke indikasjoner på at kronisk heving av plasma cortisol nivået innenfor de fysiologiske grenser som fisk er utsatt for under kjønnsmodning, øker mottakeligheten overfor saprolegniose (Pickering & Duston 1983, Pickering & Pottinger, 1985). Også forskjellige andre former for stress som transport, handtering og dårlig vannkvalitet har i følge Noga (1993) blitt satt i forbindelse med soppinfeksjoner hos fisk (Schäperclaus 1986). Imidlertid er praktisk talt alle slike rapporter basert på tilfeldige funn og ikke på kontrollerte forsøk med sopp. Fisk som er eksponert for høye nivå av organisk forurensning kan utvikle saprolegniose som en sekundær følge av bakterie (*Aeromonas* spp.) infeksjon. Det er observert et direkte dose-respons forhold mellom sykdom og organisk belastning (Toor et al. 1983). Hos røye som ble utsatt for forsureningsstress (pH 4,5 i 2 uker) fikk mange fisk *Saprolegnia* infeksjon innen fire dager etter at pH igjen hadde blitt normal (Jones et al. 1987). Saprolegniose forekommer ofte når vanntemperaturen synker (Schäperclaus 1986) og det er indikasjoner på at svekket immunapparat ved lave vanntemperaturer kan være involvert (Durborow & Crosby 1988). Kronisk stress som følge av næringsmangel ble antatt som årsak til økt mottakelighet hos laksunger for infeksjonssykdommer herunder saprolegniose (Pickering & Pottinger 1988).

S. parasitica isolert fra en art ferskvannskreps (*Astacus leptodactylus*) ble undersøkt for dens evne til å infisere og drepe tre forskjellige arter av ferskvannskreps, *Astacus astacus*, *Pasifastacus leniusculus* og *Procambarus clarkii*. Frisk (ikke-skadet) kreps som ble utsatt for zoosporer av *S. parasitica* ble infisert og ca. 20 % døde som et resultat av infeksjonen. Hvis det ytre skallet på krepsen ble skrapet forsiktig før krepsen ble utsatt for zoosporer, økte dødeligheten betydelig, ca. 3 ganger. Det var ingen signifikant forskjell i mottakelighet for *S. parasitica* mellom de tre krepseartene. Evnen for *S. parasitica* til å infisere kreps synes å være avhengig av små sår i krepsens skall (Diéguez-Uribeondo et al. 1994).

Tre eksperimentelle metoder for å fremkalle saprolegniose hos regnbueaure ble evaluert av Howe & Stehly (1998). Fisken ble stresset på tre ulike måter: 1) slitasje og uttørring ved nedtapping, 2) vanntemperaturøkning, 3) en kombinasjon av slitasje, uttørring og vanntemperaturøkning. Testfisken var 15-25 g. Teposer av rustfritt stål som inneholdt 40 hampfrø infisert med *S. parasitica* ble plassert i alle testkarene (untatt den negative kontrollgruppen). Dette resulterte i at en konsentrasjon på minst

fem zoosporer/ml ble opprettholdt i testkarene. Verken fysisk slitasje eller temperaturøkingsstress alene var effektivt for å fremkalle saprolegniose. Bare 25,9 % av fisken som ble stresset ved slitasje og uttørring alene ble infisert. Både uttørring og temperaturstress resulterte imidlertid i saprolegniose hos 77,8 % av fisken. De fleste av disse fiskene ble infisert etter fem dager med stressbehandling. Ingen fisk ble infisert eller døde i den positive kontrollgruppen som ikke ble stresset, men var eksponert for *S. parasitica* zoosporer eller i den negative kontrollgruppen som verken var stresset eller eksponert for *S. parasitica* zoosporer. I lignende tidligere undersøkelser referert av Howe & Stehly (1998) ble saprolegniose fremkalt hos "channel catfish" (*Ictalurus punctatus*) ved lavtemperatursjokk i vann med mer enn fem *Saprolegnia* spp. zoosporer/ml (Bly et al. 1992, 1993, 1996, Meng et al. 1996) og hos coho laks (*Oncorhynchus kisutch*) ved bruk av fysisk stress og mer enn 200 *S. parasitica* zoosporer/ml (Hatai & Hoshiai 1993). Det var bemerkelsesverdige at fisk som ble utsatt for fysisk slitasje holdt seg relativt frisk tatt i betraktning antallet zoosporer av *S. parasitica* som var tilstede. Dette styrker sterkt antakelsen om at frisk fisk med normalt fungerende immunsystem i god vannkvalitet kan holde ut betydelig fysisk skade og unngå soppinfeksjon selv om zoosporer er tilstede (Howe & Stehly 1998).

Pottinger & Day (1999) bekrefter i sine undersøkelser at stress er nødvendig for å fremkalle Saprolegniose. I sine eksperimenter hevet de sporekonsentrasjonen betydelig over bakgrunnsnivå (~4000 sporer/l mot ~150 sporer/l). Til tross for at denne sporekonsentrasjonen ble opprettholdt i en periode på 10 til 14 dager var de ute av stand til å infisere regnbueaure uten først å ha utsatt fisken for infeksjon ved å heve nivået av cortisol i blodet. Kontrollgruppen ble ikke infisert. Carballo et al. (1995) rapporterte også at forhøyet nivå av cortisol i blodet var en viktig faktor for å oppnå infeksjon av *S. parasitica* hos regnbueaure. Og i henhold til Pottinger & Day (1999) er det et akseptert faktum at laksefisk med forhøyet cortisolnivå i blodet har økt mottakelighet overfor naturlige bakgrunnsverdier av *Saprolegnia* sporer (Pickering & Duston 1983, Pickering & Pottinger 1989). Regnbueaure synes helt klart å ha en svært effektiv beskyttelsesmekanisme som forhindrer *S. parasitica* sporer i å feste seg og utvikle seg. Denne mekanismen kan imidlertid reduseres ved å manipulere cortisolnivået og dermed tillates *S. parasitica* å opptre som et primært patogen. I henhold til Pottinger & Day (1999) understøtter dette sterkt tidligere påstander om at utbrudd av soppinfeksjoner hos forskjellige arter i akvakultur eller i naturlige omgivelser oppstår normalt som en følge av forhåndsdisponerende og eller immunsystemsundertrykkende faktor(er) (Bly et al. 1994, Pickering 1994).

Fregeneda Grandes et al. (2001) som gjennomførte eksperimentelle undersøkelser med regnbueaure for å teste effekten av 20 isolater fra to morfotyper av "langhårete" *Saprolegnia*, konkluderte med at det ikke var

mulig å få istand *Saprolegnia* infeksjoner uten først å ha stresset fisken kraftig.

4.2 Ulcerativ dermal nekrose (UDN)

I 1964 ble et sykdomsutbrudd hos atlantisk laks observert i sørlige deler av Irland og det spredte seg deretter til Storbritannia (Munro 1970) og til det Europeiske kontinent (de Kinkelin & Turdu 1971). UDN ble først observert i epidemiske utbrudd i et antall elver i sør-vest Irland i 1964–65. I løpet av 1966 spredte sykdommen seg til Lancashire, Cumberland og Solway elvesystemer. På slutten av 1967 hadde sykdommen spredt seg til alle østkystelvene fra Tweed til Nairn med unntak av elvene Forth og Tay og, på vestkysten, fra Solway Firth til elva Ayr. I 1968 forekom tilfeller i Forth, Tay, Ness og Conon vassdragene. Sykdommens frammarsj opp langs østkysten av Skottland liknet det som hadde skjedd i Irland i det at en elv kunne unngå angrep tilsynelatende uten grunn, mens de nærmeste naboene ble alvorlig angrepet. Det har blitt antatt at sjøaure har bidratt til spredningen av sykdommen siden disse fiskene vandrer fra estuarie til estuarie. I elvene Deveron og Spey ble sjøaure alvorlig angrepet nesten to uker før noen syk laks ble observert (Mills & Graesser 1992). I 1969 ble det rapportert om dødelighet på grunn av UDN hos ulike fiskearter (bla. a. harr, aure, bekkerøye) i flere elver nord for alpen i Vest-Tyskland, Syd-Frankrike og Belgia (Reichenbach-Klinke 1971).

I perioden fra 1966 til 1974 var sykdommen gjenstand for betydelig bekymring og det ble gjennomført mye forskning og publisert tallrike oversiktsartikler (Pyefinch & Elson 1967, Elson 1968, Carberry 1968, Carberry & Strickland 1968, Strickland & Carberry 1968, Munro 1970, Stevenson 1970, Roberts 1972, Murphy 1973, Wilson 1976). På slutten av 1970-tallet virket det imidlertid som om sykdommen var forsvunnet (Neish & Hughes 1980).

"Laksesyken" fra perioden 1877-1881 blir nå betraktet, på bakgrunn av kliniske indikasjoner, som de første godt dokumenterte utbrudd av sykdommen som nå er kjent som UDN hos laksefisk (Roberts 1972, Murphy 1973). Sykdomsutbruddene spredte seg den gang fra en elv til en annen på samme måte og symptomene var bemerkelsesverdige like (Mills & Graesser 1992).

Sykdommen opptrer mest alminnelig hos laks og sjøaure, men aure og harr (*Thymallus thymallus*) har blitt angrepet. Påstander om at andre fiskearter som ål (*Anguilla anguilla*) og *Coregonus clupeoides* (en sikart) også har vært angrepet av UDN, har blitt framsatt uten at det har lyktes å få dem bekreftet. Merkelig nok blir ikke regnbueauren angrepet, og den fungerer heller ikke som bærer av sykdommen (Carberry & Strickland 1968, Munro 1970).

For å kartlegge sykdomsutviklingen hos UDN ble det gjort kontinuerlige observasjoner av utviklingstrekk hos fisk som ble holdt i akvarier. Disse observasjonene ble sammenholdt med resultater fra lysmikroskopi og elektronmikroskopi. De første tegnene på sykdommen var sirkelrunde, sykelige hudforandringer. Etter hvert døde hudcellene i disse områdene og ble angrepet av sopp. Det antas at soppinfeksjonene ble initiert av metabolitter fra de døde hudcellene. Hudcellene avstøtes og soppangrepene bestemmer sykdommens videre utvikling som avsluttes med store sår dekket med sopphyfer. Det lyktes ikke å påvise virus i noen av sykdommens stadier. Konklusjonen var at sykdommen fører til at hud og skjell løsner slik at sopp kan invadere og forårsake fiskens endelige død (Johansson et al. 1982).

Tilstedeværelse av *Saprolegnia* er helt karakteristisk for sykdommens framskredne stadier (Willoughby 1969), og spiller en viktig rolle i sykdommens utvikling (Roberts 1993). UDN blir imidlertid betraktet å være en sykdom som er forskjellig fra den "normale" saprolegniose som er assosiert med svekket eller kjønnsmoden fisk (Roberts & Shepherd 1974, Bauduoy & Tuffery 1973), sitert etter Neish & Hughes (1980).

Inngående undersøkelser av soppkomponenten av UDN har vist at det er en spesiell stamme av *Saprolegnia* som kalles for *Saprolegnia diclina* Type I (Willoughby 1969, 1971, 1978).

Et karakteristisk trekk ved UDN er sår som forekommer på de skjelløse delene av kroppen, særlig hodet. De første sårene er små, ovale bleke flekker som vanligvis går over i sår og deretter blødninger. Hva som forårsaker disse innledende lesjonene er ukjent. En foretrukket hypotese er at de blir forårsaket av et hudvirus (Roberts 1972, O'Brien 1974), men foreløpig foreligger det ikke noe direkte bevis som kan understøtte denne teorien (Hill 1976, Meier et al. 1977a, b). Men uansett om et virus er involvert eller ikke, synes det som om stress (O'Brien 1974, Reichenbach-Klinke 1974) og muligens tilstedeværelsen av ikke-dødelige konsentrasjoner av forurensninger (Reichenbach-Klinke 1975, Wachs 1973), også kan bidra til sykdommens utvikling. I parentes bør det bemerkes at siden ikke-dødelige konsentrasjoner av forurensninger kan medføre en stress respons (Donaldson & Dye 1975), kan ikke disse to faktorene betraktes som uavhengige. Meier et al. (1977a) presenterte en detaljert diskusjon om årsakene til UDN, (gjengitt etter Neish & Hughes (1980)).

I Frankrike ble UDN påvist i 1968 hos laks og aure i to elver i Bretagne. Til og med i lakselver på den spanske Atlanterhavskysten oppgis UDN å ha forekommet. Så vel i Skottland som i Sverige er det observert bemerkelsesverdige høye frekvens av soppinfeksjoner hos sik innenfor områder hvor UDN er påvist hos laks og sjøaure. Det foreligger imidlertid ingen sikre oppgaver over mottakelig-

heten for UDN hos sik eller harr (Ljungberg & Johansson 1977).

I 1975 ble UDN rapportert i Sverige for første gang (Ljungberg & Johansson 1977). Utbrudd i Luleelven og Indalselven forårsaket stor dødelighet hos gytelaks dette året. Senere er UDN påvist i nesten alle større elver i Sverige og også i noen innsjøer (Johansson et al. 1982).

Fra Sandvikselva innerst i Oslofjorden ble det omkring 1975 registrert dødelighet og hodelesjoner på stamlaksen, men diagnosen UDN ble aldri verifisert selv om mye taler for at dette var UDN. Fra 1986 til 1989 opptrådte UDN i Norge, men bare i enkelte vassdrag som munner ut i Oslofjorden (Numedalslågen, Drammenselva, Lierelva, Åroselva, Sandvikselva, Akerselva). I tillegg ble det registrert UDN-lignende lesjoner på stamfisk av såkalt Tyrifjordsørret, men diagnosen ble i disse tilfeller ikke bekreftet på grunn av manglende egnet materiale (Pope 1990). Høsten 1999 ble det gjennomført histologisk undersøkelse av hud fra Hunderaure og sik fra Gudbrandsdalslågen. Den viktigste konklusjonen av disse undersøkelsene var at UDN ble påvist på aure og det ble også funnet lignende forandringer på sik fra Gudbrandsdalslågen. Av 10 aurer som ble undersøkt ved A/L Settefisk, Reinsvoll, ble det funnet UDN-lignende forandringer på to fisker (Anon. 2001).

4.3 Yersiniose

Yersinia ruckeri er en bakterie som kan gi opphav til en akutt eller kronisk infeksjonssykdom hos fisk som kalles yersiniose. Infeksjon med *Y. ruckeri* ble første gang rapportert fra Hagerman Valley, Idaho, USA, hos regnbueaure i ferskvannsoppdrett tidlig på 1950-tallet (McDaniel 1971) og gjennom 1960- og 1970-årene ble utbrudd av Yersiniose i Nord-Amerika antatt å være resultat av overføring av fisk som var bærere av sykdommen eller av smittede egg fra Idaho. For eksempel kom det første utbruddet i Canada (Wobeser 1973) etter import av fisk fra Idaho. Imidlertid antok Bullock et al. (1977) på grunnlag av funn av *Y. ruckeri* fra West Virginia i 1952 og Australia i 1960 at bakterien fantes i flere områder samtidig med den første påvisningen i Idaho (Stevenson et al. 1993).

Utbrudd av yersiniose i Europa i 1981 ble antatt å skyldes import av agnfisk fra USA (Michel et al. 1986). Imidlertid ble dødelighet hos fisk så tidlig som i 1977 antatt å være forårsaket av *Y. ruckeri* og tilfellene ble bekreftet i 1981 (Roberts 1983). De mange påvisningene i ulike Europeiske lokaliteter antyder at det store antall utbrudd kan ha sammenheng med mer intensivt oppdrett. I Tyskland for eksempel skjedde økningen i utbrudd av yersiniose fra et tilfelle i 1981 til 40 utbrudd i 1984-85 parallelt med en økning i antall lokaliteter for oppdrett (Schlotfeldt et al. 1985). I tillegg kan nye påvisninger reflektere bedre overvåking, større oppmerksomhet omkring organismen og

forbedringer i påvisningsmetodene for *Y. ruckeri* (Stevenson et al. 1993). Den første observasjonen på laks i Skottland ble gjort i 1987 (Dear 1988).

I Norden ble *Y. ruckeri* isolert første gang i Finland i 1982 (Rintamäki et al. 1986), i Danmark i 1983 (Dalsgård et al. 1984), deretter i Norge i 1985 (Sparboe et al. 1986) og i Sverige i 1986 (Myhr 1990). *Y. ruckeri* synes nå å være vidt utbredt i Norge, da bakterien er isolert fra friske individer hos over 20 forskjellige villfiskarter i ferskvann, brakkvann og sjøvann. Dette gjelder bla.a. harr, sik, gjedde, ål, karpfisk, abbor, ulker og sei. Dessuten er bakterien påvist i tarmen hos måker og oter (Høie 1999).

Yersiniose har spredt seg svært raskt i Europa siden den første gang ble påvist, og har i løpet av kort tid blitt den mest tapsbringende sykdommen i mellomeuropeisk damoppdrett. De fiskearter som er mest utsatt for sykdommen er ulike laksefisk i oppdrett. Spesielt gjelder dette regnbueaure, men også aure, røye, forskjellige arter av stillehavslaks og atlantisk laks. Yersinioseutbrudd er i tillegg registrert på sik i oppdrett, samt på ville fiskestammer av "Emerald shiners" (en ørekyteliknende karpfisk). Yersiniose er et alvorlig sykdomsproblem med høy morbiditet og mortalitet i enkelte land, særlig USA og Mellom-Europa. I Norge har yersiniose hovedsakelig vært registrert hos atlantisk laks i saltvann. Sykdommen påvises også hos laks i ferskvannsfasen. Dette antas å ha sammenheng med at laks er det dominerende fiskeslag i norsk oppdrett samt at laksen hos oss flyttes fra startfase i ferskvann til vekst- og fôringsfase i sjøen (Myhr 1990).

Smittespredning fra et område til et annet skjer først og fremst fra fisk til fisk gjennom vann. Kulturer av *Y. ruckeri*, eller fisk som har dødd av Yersiniose var istand til å fremkalle dødelighet når de ble tilført et kar med frisk fisk (Rucker 1966). Villfisk (Mitchum 1981, Willumsen 1989), importert agnfisk (Michel et al. 1986) eller til og med akvariefisk (McArdle & Dooley-Martyn 1985) har blitt antatt å være kilder for yersiniose (sitert etter Stevenson et al. 1993). Undersøkelser har vist at *Y. ruckeri* kan overleve og passere gjennom tarmen hos måker. Fiskespisende fugler kan derfor være viktige spredere av *Y. ruckeri* (Willumsen 1989).

I juni 1985 ble det i Nord-Norge observert en tilnærmet kronisk form av sykdommen hos oppdrettslaks i sjøen (1-3 kg) etter en periode med håndtering og vanntemperaturer opptil 10 °C (Høie 1999).

Utbrudd av yersiniose er relatert til stress. Håndtering og transport, brå osmotiske endringer, dårlig vannkvalitet med høy organisk belastning og høye temperaturer har betydning for sykdomsutbrudd. Sammenheng mellom yersiniose og andre infeksjoner er rapportert. I Mellom-Europa er det således sett en klar sammenheng mellom vedvarende yersinioseutbrudd og subklinisk/kronisk VHS. I Norge har det vært tilfeller av yersiniose etter utbrudd av

kaldtvannsvibriose og vibriose, og ved ektoparasittangrep, soppinfeksjoner og gjellebetennelse (Høie 1999).

Erfaringene med *Yersinia ruckeri* i flere settefiskanlegg i Møre og Romsdal tilsier at denne bakterien kan skape store sykdomsproblemer og betydelig dødelighet. Når bakterien først har kommet inn i settefiskanlegget, vil den gi opphav til sykdomsproblemer hvert år, dersom man ikke vaksinerer fisken på et tidlig stadium. Sykdomsproblemene øker oftest med økende temperatur, og settefisk er særlig utsatt i smoltifiseringsfasen. Sannsynligvis er forklaringen på dette en kombinasjon av økende temperatur og at fisken har nedsatt motstandskraft i forbindelse med smoltifisering. Infeksjon med *Yersinia ruckeri* er ikke registrert som sykdomsproblem i vassdrag Møre og Romsdal fylke (brev fra Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Møre og Romsdal til NINA av 27.11.00).

Y. ruckeri ble påvist i forbindelse med flere av *Saprolegnia*-utbruddene i Norge (kfr. kap. 6.3-6.5)

5 *Saprolegnia*-utbrudd i utlandet

Det foreligger en del rapporter om *Saprolegnia*-utbrudd på laksefisk i utlandet. Rapporteringen er imidlertid mangelfull, spredt og delvis vanskelig å få tak i. Omtalen nedenfor må derfor ikke betraktes som en fullstendig oversikt.

5.1 England og Skottland

I løpet av sommeren og høsten 1968 ble et stort antall sik observert død eller døende langs strendene av Loch Lomond. Alle hadde alvorlige soppinfeksjoner (*Saprolegnia* spp.) på finner og forskjellige deler av kroppen, særlig halen og også et rundt, blekt område 5-10 mm i diameter, uten farge på toppen av hodet. Fisken var små og av dårlig kvalitet. Året etter var soppinfeksjonen så å si borte og fiskekvaliteten var betydelig bedre. Dette skjedde samtidig med at UDN ble observert hos laks i innsjøen. Ingen sykdomsfremkallende organismer ble påvist utover *Saprolegnia* (Roberts et al. 1970).

I oktober 1970 ble det i Loch Leven, Kinross, Skottland observert store mengder kjønnsmoden aure med bleke flekker på kroppen ofte dekket med et tykt lag *Saprolegnia*. Mange av fiskene var døende. Dødeligheten foregikk over en periode på 19 uker, og minst 7700 fisk antas å ha strøket med. Det ble registrert to sykdomsprosesser, sopp utenfra og bakterier innenfra. Av de siste dominerte en bakterie som ble klassifisert som en abnorm stamme av enten *Aeromonas punctata* eller *A. hydrophila*. Hos frisk fisk fanget i Loch Leven i april 1971, ble bakterier av samme type isolert fra tarmfloraen, nyre, hjerteblood og lever. Virus ble ikke påvist. Det ble ikke påvist noen sammenheng mellom epidemien og uvanlige miljøforhold. I samme periode ble lignende sykdomsutbrudd hos kjønnsmoden aure rapportert fra flere andre lokaliteter i Skottland og England. Disse ble ikke undersøkt like detaljert som tilfellet i Loch Leven, men sykdomsforløpet var likt, involverte organismer var *Aeromonas*, ingen umodne fisk ble berørt og sykdommen syntes å starte i innsjøene (Thorpe & Roberts 1972).

Saprolegnia-infeksjon ble også påvist hos vill aure fra Lake Windermere (Richards & Pickering 1978).

5.2 USA

I Kootenay Lake, Montana døde omkring en million sik (*Coregonus prosopeum* Williamsoni) i løpet av september og oktober 1969. De første rapportene om dødelighet kom i tidlig i september og i løpet av en uke nådde dødeligheten massive proporsjoner. Død og døende sik ble funnet omtrent utelukkende i en del av innsjøen (West

Arm). Et 30-talls døende sik ble undersøkt. Det karakteristiske var områder med sopp (*Saprolegnia* eller *Achlaya* spp) på bryst- og/eller bukfinner, ofte også på hodet og mindre vanlig ved basis av ryggfinner. Soppangrepene var sjelden omfattende og dekket vanligvis mindre enn noen få cm². Gjellene hadde ofte hvite, døde områder varierende i størrelse fra noen få mm² til flere cm² hvor det var mye sopphyfer. Bortsett fra dette så fisken ut til å være i god kondisjon. De undersøkte fiskene hadde velutviklede gonader. Ingen andre sykdomsfremkallende organismer ble påvist, men til tross for dette ble soppentantatt å være sekundær og den egentlige årsaken til sykdomsutbruddene ble betraktet som et mysterium. Tre hovedteorier ble satt fram: 1) Virus, 2) forurensning/forgiftning, 3) fysiologisk stress på grunn av overbefolkning. Ingen konklusjoner ble trukket, og årsaken til sikdødeligheten forble spekulativ (Bell & Hoskins 1971).

En offisiell kilde i Montana hevdet at det hadde vært to alvorlige episoder med fiskedødelighet også sommeren før i nærliggende vassdrag. Det ene tilfellet rammet regnbueaure og sik og ble antatt å skyldes "columnaris disease", mens det andre tilfellet rammet tusenvis av "suckers" og ble antatt å skyldes *Aeromonas liquefaciens* (Bell & Hoskins 1971).

5.3 Danmark

På 1970-tallet hadde man på Jylland en rekke tilfeller av massedød hos populasjoner av sik (*Coregonus lavaretus*) i gytetiden som var assosiert med *Saprolegnia* infeksjoner. Dette er ikke godt beskrevet, men N.O. Christensen referer til forholdet i sin bok "Fiskesygdome" fra 1980. Her er også bilder av infisert sik (Kurt Buchmann pers. medd. 21.12.2000).

5.4 Sverige

I løpet av høsten 1975 ble det observert sår og soppangrep i huden på sik og aure i Storsjön. Sykdommen opptrådte vanlig i den delen av Storsjön som kalles Åssjön som ligger like nord for Østersund, men syke fisker ble også innrapportert fra Hallen-området og Indalsälvens innløp i vestre del av sjøen. Opplysninger om syke fisk ble også innrapportert fra elven nedstrøms Storsjön på en strekning av ca. 3 mil. I henhold til opplysningene var bare kjønnsmoden fisk av sik og aure angrepet. I 1976 ble det fanget 490 aure, 614 Canadarøye og 706 sik. To av aurene hadde UDN-liknende symptomer. Av sikene var 18 stk syke. Ved kontroll av gytemoden aure i Dammån som er Storsjöns viktigste gyteelv, ble det ikke observert syk fisk. Sykdommen hadde med andre ord lite omfang i 1976 (Klitgaard 1977).

I siste del av september 1976 ble den kjønnsmodne stamfisken av aure i Bonäshamn, angrepet av sopp (vatten-

møgelsvamp). Sykdomsforløpet var meget raskt. Allerede få døgn etter første påvisning var praktisk talt alle kjønnsmodne eksemplarer angrepet. Bakteriologiske og parasittologiske undersøkelser ga negativt resultat og typiske UDN-symptomer ble ikke observert. En innførsel av lagesild fra Bottenviken som førfisk i 1975 var en mulig smittevei og UDN som primær årsak kunne derfor ikke utelukkes (Klitgaard 1977). Fiskeanlegget ligger imidlertid ved Kallsjön/Storsjön og tar vann fra Kallsjön. Smitten kan derfor ha kommet inn i anlegget med inntaksvannet.

Høstene 1977 og 1978 ble det registrert omfattende angrep av sopp og en del fiskedød i Åresjön og Åreelven som ligger oppstrøms Storsjön. Her finnes bare aure og røye og begge artene ble angrepet. Utbruddene fikk til følge at man stengte fisket helt i 1979 og 1980. Også her trakk man den slutning at det var UDN som var årsaken. Siden den gang er det bare gjort enkeltobservasjoner av soppangrepet fisk i løpet av 1980- og 1990-årene. Unntaket er et år tidlig på 1990-tallet da et større utbrudd med fiskedød ble registrert i Åresjön. Dette året var det ifølge opplysninger et stort varmeoverskudd om høsten med påfølgende høge vanntemperaturer og dette kan ha vært en av årsakene. Samme år ble det også registrert omfattende soppangrep og fiskedød i Funäsdalen og Vikarsjön i Härjedalen. Her var det bare sik som ble angrepet. Ingen fiske sykdommer ble påvist, bare soppangrep (Ingemar Näslund pers. medd. 21.12.2000).

Et soppangrep (*S. parasitica*) var i 1991 og 1992 skyld i massedød av ferskvannskreps i Lidans samt Storsjöns vattensystem i Gästrikland. I det siste tilfellet ble mer enn 95 % av bestanden slått ut og omfattende analyser av dødsårsaken ble utført. På samtlige døde kreps som ble analysert ble det påvist sopp. Årsaken til soppangrepene er ukjent. Stress hos krepsene eller en mer virulent variant av soppen er antydnet som mulige årsaker (Hamrin 1993).

5.5 Spania

Duran et al. (1987) rapporterte om store antall aure i elvene i León med hudinfeksjoner med *S. diclina* og betydelig dødelighet. I januar–april 1984 og 1985 fanget Alvarez et al. (1988) frisk og *S. diclina* type 1 infisert vill aure i flere elver i León ved hjelp av elektrisk fiske. Fire år gamle hanner og hunner dominerte i den friske delen av populasjonen, mens syke hanner var hovedsakelig 5 år gamle og syke hunner var 3–6 år gamle. Siden ingen andre sykdomsfremkallende organismer ble isolert fra den infiserte fisken, ble *S. diclina* type 1 betraktet som det primære og direkte sykdomsfremkallende patogen (Alvarez et al. 1988).

Dieguez-Urbeondo et al. (1996) skriver at *S. parasitica* har forårsaket stor dødelighet hos aure i Spania. Flere stammer av *S. parasitica* er isolert fra disse sykdomsutbruddene og karakterisert med hensyn til fysiologiske tilpasninger og genetisk diversitet. Disse isolatene skiller

seg betydelig fra andre stammer av *S. diclina-parasitica* komplekset som er undersøkt. Resultatene antyder at de spanske isolatene er nær beslektede stammer og at de kan ha oppstått fra en klon (Dieguez-Urbeondo et al. 1996).

5.6 Finland

Saprolegnia infeksjon har tidligere forårsaket liten dødelighet hos stamfisk i Finland, men i de senere år har problemet blitt vesentlig større. Dødelighetsrater så høge som 80 % er registrert. De mest mottakelige artene har vært aure, laks og sik. Sykdommen angriper hovedsakelig stamfisk, men også smolt har blitt infisert (Vennerström et al. 1999). Det er ikke kjent tilfeller av *Saprolegnia* infeksjon på villfisk av laks, aure eller sik i Finland (R. Rahkonen pers. medd. 21.12.2000).

5.7 Japan, Kina og India

Massedødelighet hos sockeye laks på grunn av saprolegnirose ble først observert i Hokkaido, Japan i 1992. Siden har utbrudd av sykdommen forekommet hvert år. Soppinfeksjonen rammer først yngel fra 3 til 5 g i november, men dødeligheten er ikke høy. Så dukker infeksjonen opp igjen hos 20–30 g laks i april året etter. Ingen bakterier eller virus er oppdaget hos døende fisk. Den involverte *Saprolegnia* ble identifisert som en ny art: *Saprolegnia salmonis* (Hatai et al. 1999).

Også i Kina og India er *Saprolegnia* registrert som et problem hos ferskvannsfisk. Leano et al. (1999) omtaler *S. diclina* som et problem i damkultur i Kina. Khulbe (1990) uttaler at et betydelig antall *Saprolegnia*-arter er funnet som parasitter på fisk i India, og omtaler sju ulike arter (*S. delica*, *S. diclina*, *S. ferax*, *S. invaderis*, *S. megasperma*, *S. monoica*, *S. parasitica*) som viktige. Bisht et al. (1996) omtaler sopp (bla.a. *Saprolegnia*) som en potensiell trussel for fisket i resevoarer i India.

6 *Saprolegnia*-utbrudd i Norge

6.1 Oversikt over *Saprolegnia*-utbruddene

De ulike funnene som er registrert er spredt over 9 fylker i Sør-Norge (**figur 1**). Funnene fra Hedmark fylke er knyttet til Mjøsa og Gudbrandsdalslågen og er omtalt under Oppland fylke. I figuren har vi også tatt med de kjente påvisningene av UDN fordi denne sykdommen alltid er forbundet med *Saprolegnia*-angrep. Sykdomsutbrudd er ikke registrert i Østfold fylke eller i noen av kystfylkene fra Sogn og Fjordane og nordover.

Nedenfor er gitt en fylkesvis omtale av sykdomsutbruddene.

6.2 De enkelte fylker

6.2.1 Hordaland fylke

Settefiskanlegg i Storavatnet

Et oppdrettsanlegg beliggende i Storavatnet i Stord kommune ble startet i 1987. Anlegget har konsesjon for produksjon av 100.000 smolt av laks hvert år. Anlegget består av 10 oppdrettsenheter beliggende i innsjøen og kjøper settefisk hvert år i juni og fører dem fram til høstsmolt. Tidligere produserte anlegget 1-årig smolt. Anlegget har hvert år hatt problemer med dødelighet og både *Saprolegnia* spp og *Yersinia ruckeri* ble isolert fra døende fisk, noe som indikerer at begge disse patogener kan være årsak til sykdommen. Det var imidlertid ingen kliniske symptomer som vanligvis blir assosiert med yersiniose og dette antyder at *Y. ruckeri* ikke var direkte involvert og at *Saprolegnia* spp var den primære årsaken til sykdommen (Hagen 1992).

I de senere år har anlegget gått over til å produsere høstsmolt som leveres i oktober og som er basert på innkjøp av settefisk (10-15 g) i juli.

I det første driftsåret (1987) ble det kjøpt inn yngel i juni og sopp-problemene meldte seg allerede etter en måned drift. Det oppstod betydelig dødelighet. Senere har anlegget hatt problemer hvert år. På den ettårige smolten begynte gjerne problemet på høsten, avtok når vann-temperaturen sank utover vinteren for så å blomstre opp med økende temperatur om våren. Ved produksjon av høstsmolt oppstår problemet gjerne i september og siste høst var det betydelige angrep. Noen ganger opptrer problemene på den største fisken, noen gang på den minste fisken, noen ganger i merder med tett bestand og andre ganger i merder med tynn bestand (Andreas Almås pers. medd. 23.5.01).

Storavatn, Stord

Den 15.10.1987 ble det rapportert om død og syk aure i Storavatnet, Stord kommune. Utover i oktober ble det registrert død/syk fisk i alle innløpsbekker og i utløps-bekken. Det ble også registrert død fisk spredt i vatnet. I hovedsak var det kjønnsmoden fisk som ble rammet (brev fra Innlandsfiskenemnda i Stord kommune til Stord formannskap av 29.10.1987). Fisken var angrepet av sopp og soppen ble senere bestemt til *Saprolegnia*. Høsten 1989 ble det registrert nye soppangrep, men ikke så omfattende som i 1987 (brev fra Innlandsfiskenemnda i Stord til Direktoratet for naturforvaltning av 21.2.1990).

Stord Jeger og Fiskerforening har hatt fiskerett i vatnet siden 1975. I 1981 ble det utarbeidet en driftsplan for vatnet i samarbeid med Fiskerikonsulenten i Hordaland. Før 1987 var det ikke observert fisk med soppangrep i vatnet. I 1987 ga et prøvefiske med garn i vatnet natt til 4. november som resultat 35 fisk hvorav 8 stk var rømt oppdrettsfisk (laks) og 26 stk var villfisk. Ingen oppdrettsfisk var soppangrepet, mens 9 av villfiskene hadde soppangrep (brev fra Stord Jeger- og Fiskerforening av 7.5.1988 til Fiskerisjefen i Hordaland).

6.2.2 Rogaland fylke

Imsa

Vassdraget dannes av en rekke innsjøer som nevnt ovenfra er: Seldalsvatnet, Svihusvatnet, Skjelbreidtjørna, Kyllsvatnet, Lutsivatnet, Forenesvatnet, Storavatnet og Imsvatnet.

I mai 1993 ble det rapportert om tusenvis av døde sik i Kyllsvatnet. I det nedenforliggende Lutsivannet ble det ved garnfiske i oktober konstatert at 15-20 % av sik og aure var infisert. I oktober ble det funnet mye død, soppangrepet aure i Hogstadbekken som er tilløpsbekk til Lutsivatnet. I juni 1994 ble det ved garnfiske i Forenesvatnet påvist infisert røye og aure. I Hogstadbekken ble det også registrert et stort antall soppangrepet aure i september 1999 (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

NINA - Forskningsstasjon, Ims

Forskningsstasjonen, som ligger nederst i Imsa, stod ferdig 25. oktober 1978 og har siden vært i sammenhengende drift.

Høsten 1993 gjorde soppangrep sterke innhugg i gytefisken på anlegget og spredte seg etter hvert til småfisk av laks (Backer 1994). Også i 1994 hadde anlegget problemer med sopp fra vassdraget. Det har gått ut over alle typer fisk, og drept mye av gytemoden fisk (Backer 1995). I 1995 var situasjonen den samme som i 1994 (Backer 1996). Også i 1996 hadde man problemer, men i 1997 gikk man over til 1-7 promille sjøvannstilsetning for å holde soppen vekk. Dette har fungert og anlegget har siden ikke hatt problemer med soppangrep.

Figgjo, Fuglestadelva, Håelva

I Limavatnet, som ligger øverst i Figgjovassdraget ble det funnet betydelige antall soppinfiserte aure og sik ved garnfiske i oktober 1993. I Gjesdalsåna, (tilløpselv til Limavatnet) ble det påvist et betydelig antall soppinfiserte aure i juni 1996 (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

Høsten 1993 ble det plukket opp 2-300 døde laks i Figgjo. Det ble ikke påvist sykdomsfremkallende bakterier på noen av de undersøkte fiskene (J. Nordland pers. medd. 25.10.93). I ferietida i 1992 ble det funnet 10-12 døde laks. Disse ble ikke undersøkt (J. Nordland pers. medd. 29.10.92). I september 1998 ble det funnet enkelte fisk med soppangrep (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

Høsten 1993 ble det observert store soppangrep på gytefisk av laks i flere av elvene på Jæren, og en god del laks døde før gyting. I tillegg til Imsa og Figgjo ble betydelige antall laks med soppangrep også registrert i Fuglestadelva og Håelva (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

Frøylandsvatnet

I Åslandsbekken som er tilløpselv til Frøylandsvatnet, ble det funnet et betydelig antall (100-vis), soppangrepne aure i august 1997 (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

Jørpelandselva

Enkelte voksne laks med soppangrep ble funnet i august 1998. Også i 2000 ble det observert enkelttilfelle av soppangrepet, voksen laks i juli (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

Bjerkreimselva

Enkelte sjøaure med soppangrep ble observert i september 1999 (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

6.2.3 Vest-Agder fylke

Ved Åna-Sira ble det funnet et ukjent antall kjønnsmoden laks med soppangrep i september 1997 (brev fra Veterinærinstituttet, Sandnes til NINA, 19.3.2001).

I Audna ble det i perioden 1991-97 gjennomført årlige undersøkelser ved hjelp av dykking for å lokalisere gyteområder. Dykkingen ble i hovedsak gjennomført i siste halvdel av oktober. Ved disse registreringene ble det ikke skilt mellom laks og sjøaure. Prøvetaking av rogn fra gyteplassene viste at begge artene gytte på samtlige undersøkte gyteplasser. Ved dykkingen i 1994 (14-18.10) ble det bemerket at det var svært mye sopp på gytefiskene

i Audna og det ble anslått at ca 10 % av all fisk var tydelig infisert med sopp. Det ble også registrert 13 døde fisk kraftig infisert med sopp (totalt antall levende gytefisk observert var 410). De andre årene med registreringer ble det bare sett en eller noen få døde fisk og det er naturlig å tro at det relativt høye antallet døde gytefisk i 1994 hadde sammenheng med soppangrepet. To av de døde fiskene var det mulig å få brakt på land. Begge var hunnlaks med en størrelse anslått til 4-6 kg. Begge var døde før de hadde påbegynt gytingen og begge var delvis dekket av sopp. I tillegg til de døde fiskene ble det også observert tre fisk som var nesten helt dekt med sopp og som hadde en unormal atferd (dvs. ingen fluktrespons). En sjøaure ble undersøkt av veterinær med tanke på andre sykdommer, men konklusjonen var at soppen ikke var en sekundærinfeksjon som følge av en alvorlig sykdom som f.eks. furunkolose. Det var bare i 1994 at det i nevneverdig grad ble observert sopp på gytefiskene i Audna. Observasjonene ved dykking i 1994 sammenfalt med inntrykket fra stamfisket om at det var mye sopp på fisken denne høsten (Bjørn Barlaup pers. medd.13.2.2001).

6.2.4 Telemark fylke

I den regulerte Frostdøla, som er innløpsbekk til Nisser i Telemark, ble det høsten 1997 og 1999 observert død storaure i gytetida. Det er antatt at det kan ha vært *Saprolegnia* som har vært årsaken, men fiskene ble ikke undersøkt av veterinær (brev fra Fylkesmannen i Telemark til NINA, 18.12.2000).

I Tansåi som er en mindre, uregulert elv mellom Tansvannet og Totak, ble det gjennomført observasjoner av gytefisk ved dykking (snorkling). Registreringen ble utført ved at to dykkere drev passivt nedstrøms. Ved undersøkelser den 9.9.1998 ble det observert to storaure og en rekke mindre individer i størrelsesorden 20-35 cm. Av de observerte individene var et overraskende stort antall angrepet av sopp, og flere mindre fisk ble funnet døde (Thue & Wollebækk 1999).

6.2.5 Buskerud, Vestfold, Akershus fylke

Numedalslågen, Drammenselva, Lierelva, Åroselva, Sandvikselva, Akerselva

Fra Sandvikselva innerst i Oslofjorden ble det omkring 1975 registrert dødelighet og hodelesjoner på stamlaksen, men diagnosen UDN ble aldri verifisert selv om mye taler for at dette var UDN. Fra 1986 til 1989 har UDN igjen opptrådt i Norge, men bare i enkelte vassdrag som munner ut i Oslofjorden (Numedalslågen, Drammenselva, Lierelva, Åroselva, Sandvikselva, Akerselva) I tillegg er det registrert UDN-lignende lesjoner på stamfisk av såkalt Tyrifjordsørret, men diagnosen har i disse tilfeller ikke blitt bekreftet på grunn av manglende egnet materiale (Poppe 1990).

I 1986/87 ble det registrert flere utbrudd av sopp i forbindelse med UDN på laks og sjøaure i Drammenselva/Lierelva/Åroselva. I Lierelva og Drammenselva er det etter 1992 blitt registrert furunkulose både på laks og sjøaure. I motsetning til tidligere var det vanskelig å oppbevare stamfisk utover høsten som følge av omfattende soppangrep (brev fra Fylkesmannen i Buskerud til NINA av 6.12.2000).

Også i Sandvikselva ble det registrert mye soppbefengt hannfisk og dødelighet under gyting i 1987 (E. Garnås pers. medd. 27.10.92)

Randselva/Tyri fjorden/Drammenselva

I 1986 ble det registrert flere utbrudd av *Saprolegnia* spp på aure i Randselva/Tyri fjorden/Drammenselva ved Vikersund i forbindelse med det som senere er klassifisert som UDN. Spesielt ille var det om høsten i forbindelse med stamfiske, både i Randselva og ved Vikersund (brev fra Fylkesmannen i Buskerud til NINA av 6.12.2000). På stamfisk fanget ved Hvalsmoen ble det registrert UDN-lignede lesjoner. Diagnosen ble imidlertid ikke bekreftet på grunn av manglende egnet materiale (Poppe 1990).

I forbindelse med stamfisket ved Hvalsmoen i Randselva i 1992 ble det sendt inn fisk til sykdomsanalyse til Veterinærinstituttet. Det ble påvist furunkulose på tre fisk (brev fra Veterinærinstituttet av 20.11.92 til Ringerike Sportsfiskere v/Alf G. Navrud, Tyristrand). I løpet av november-desember ble det funnet 22 døde aurer i Randselva på et lite område på strekningen Hovsenga-Hvalsmoen. To av fiskene ble funnet ved dykking. Tidligere på høsten ble det registrert 4 stk. Totalt ble det funnet 26 døde aurer. Det ble påvist furunkulose på en fisk som ble sendt inn for sykdomsanalyse (brev fra Veterinærinstituttet av 8.1.93 til Åsmund Ommundsen Tuntland, Hønefoss). Flere av de øvrige fiskene hadde også karakter av furunkuloseangrep.

Eikeren

I 1986 ble det også registrert utbrudd av sopp i forbindelse med antatt UDN på aure i Eikeren. Det var 3-4 aure og de hadde samme symptomer som fisken i Tyri fjorden (brev fra Fylkesmannen i Buskerud til NINA av 6.12.2000).

Rødungen sør/Krøderen/Drammenselva

I Rødungen sør (Ål og Nore og Uvdal) ble det observert omfattende dødelighet av soppangrepet sik i 1996. Flere hundre sik ble funnet døde i strandsonen (Fylkesmannen i Oppland 1999). Ved innsendelse til Veterinærinstituttet ble det påvist Yersiniose og *Saprolegnia*-infeksjon. (Ref. Veterinærinstituttet 96/09/1324-25, brev fra Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Buskerud, Vestfold og Telemark til NINA av 7.2.01). Enkelte røye og aure var også angrepet. Bestandene av røye og aure i lokaliteten er tynne, og man regner derfor med at også disse artene ble

relativt hardt rammet av soppangrepet. Rødungen er en meget grunn innsjø, og den har fått overført avløpet fra Ustevatn i Hol kommune (Fylkesmannen i Oppland 1999). Via overføringen fra Ustevatn ble sik overført til Rødungen sør.

Høsten 1997 var det mye syk og død fisk i garnene i Krøderen, og det ble funnet død fisk, hovedsakelig stor fjordsik, men også ørret, i øvre deler av Drammensvassdraget. Blant annet ble det funnet mye fisk på ristene ved kraftstasjonene i Embretsfoss og Ramfoss. Fisken hadde soppbelegninger, men det ble ikke påvist spesifikke agens på denne fisken, selv om tilsanden mistenkes å ha vært den samme som i Rødungen året før. (Ref. Veterinærinstituttet 97/09/1656 og 1771, brev fra Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Buskerud, Vestfold og Telemark til NINA av 7.2.01).

Også etter 1997 er det påvist sikdød med omfattende soppdannelse i Krøderen, men i mindre omfang og på enkelte aure (brev fra Fylkesmannen i Buskerud til NINA av 6.12.2000).

Vann fra Rødungen sør er overført til Nes i Hallingdal og vannet renner derfra videre ned i Krøderen.

Hovet fiskeanlegg

Anlegget som tidligere het Norsk Avlsstasjon for Fjellaure, stod klart til drift i 1976. Det eies nå av Buskerud Fylkeskommune og leverer settefisk til innsjøer i nærområdet. Produksjonen er på ca. 150.000/år og består for det meste av 1-årig settefisk, men også 2-somrig og 3-årig og noe 1-somrig settefisk. Settefisken rekrutteres fra rogn av vill stamfisk som blir fanget i de innsjøene som anlegget leverer fisk til. Stamfisken rekrutteres på samme måte.

Det meste av året får anlegget turbinvann fra Oslo Lysverker (Stolsvatnet, Strandavatnet, Rødungen nord, Varaldsetvatnet), men om sommeren når kraftstasjonen stopper, tar anlegget vann fra utløpselva fra Strandavatnet.

Det har vært stamfisk i anlegget siden oppstarten og anlegget har siden hatt egen produksjon av stamfisk. *Saprolegnia*-problemer oppstod plutselig sommeren 1997 da det først ble oppdaget hvite prikker på stamfisken særlig i området ved halerota. Deretter ble det oppdaget på 3-årig fisk og det ble registrert stor dødelighet med 20-30 fisk i karene annenhver dag. Også i 1998 ble var det stor dødelighet, men siden har det vært mindre. Angrepene har fulgt vanntemperaturen, med betydelige angrep ved høye temperaturer og lite eller ingenting ved lave temperaturer. Det har ikke vært andre sykdomsproblemer i anlegget (bestyrer Astrid Kleppo pers. medd 23.5.01).

Glomma

Ved vanninntaket til Rånåsfoss kraftverk i Glomma (Akershus), ble det observert noen døde storaure i 1997 (Fylkesmannen i Oppland 1999). I perioden 17. oktober - 20. november 2000, ble fire døde storørret plukket opp fra inntaksrista til Rånåsfoss kraftverk. Aurene var gytefisk og varierte i vekt mellom 1,5 kg og 8,6 kg. I tillegg ble det sett en stor fisk som ikke ble plukket opp (Jon Arne Eie pers. medd.).

6.2.6 Oppland fylke

Strondafjorden, Aurdalsfjorden, Fløafjorden, Begna

Syk og død sik ble første gang observert i den nordre del av Strondafjorden i midten av oktober 1990. Mengden syk og død sik økte raskt og spredte seg over hele fjorden, og det ble av lokale fiskere registrert 40-50 % soppangrepet sik i garnfangstene. Det ble også oppdaget noe syk og død fisk i Fløafjorden og Aurdalsfjorden, men i langt mindre omfang. Sykdommen ble vesentlig registrert på gytemoden sik, men et fåtall døde og syke aure ble også påvist i følge opplysninger fra lokale fiskere. Den døde og syke fisken hadde lett synlig soppvekst på kroppen, samt en del sårdannelser. I juli 1991 ble det igjen registrert mindre mengder død sik i nordenden av Strondafjorden. Dette inntraff samtidig med en kraftig algeoppblomstring i innsjøen. Ved denne episoden ble det registrert store mengder sik som stod sammenstimlet i strømmen rett nedenunder Fossheimfoss, og det ble bl.a. gjettet på at siken kunne ha problemer med surstoffopptaket pga at algene skadet fiskens gjeller, og at siken derfor søkte mot "friskt" vann fra Fossheimfoss. Det stod imidlertid samtidig også store mengder sik lengre ute i innsjøen. I oktober 1991 ble det på nytt registrert syk og død sik i Strondafjorden. Igjen ble de første individene registrert nord i innsjøen. I likhet med episoden høsten 1990 økte omfanget av sykdommen raskt. En lokal fisker samlet jevnlig inn sik ved flytegarmsfiske og opplyste at ca. 75 % av all sik i fangstene var angrepet av sopp. I 1991 var også en del umodne sik angrepet av sopp. Høsten 1991 ble det også påvist betydelige mengder død sik lengre ned i vassdraget. Ved utløpsdammen i Aurdalsfjorden lå det mye død sik, og mye sik kom også ut gjennom Bagn kraftverk. I tillegg ble det observert syk sik i Fløafjorden. (Hegge & Østdahl 1992).

Til tross for de store mengder død og syk fisk som ble observert i Strondafjorden i 1990, så viste et prøvefiske i 1991 at fiskedøden høsten 1990 hadde relativt liten innvirkning på sikbestanden i innsjøen (Eriksen & Hegge 1992).

Høsten 1991 ble det også observert syk sik og aure i Begna elv ved Bagn. Det er ikke registrert omfattende sopp-problemer i de nedre deler av Begnavassdraget nedstrøms det stilleflytende elveavsnittet ved Bagn i Sør-Aurdal, og heller ikke i den nedenforliggende Sperillen hvor det også er mye sik eller oppstrøms Strondafjorden.

Etter 1991 har det ikke vært registrert unormalt stor dødelighet på fisk i dette vassdragsområdet (Fylkesmannen i Oppland 1999).

Årsaken til sykdomsutbruddet ble ikke med sikkerhet klarlagt. All undersøkt fisk var infisert med soppen *Saprolegnia* sp. Det ble ikke påvist alvorlige smittsomme sykdommer på fisken. I tillegg til soppen ble bakterien *Yersinia ruckeri* påvist hos 9 av 42 undersøkte sik. Strondafjorden hadde den gangen utbruddet skjedd meget dårlig vannkvalitet med markerte algeoppblomstringer. Undersøker av Skulberg (NIVA) viste at algeoppblomstring skyldtes flagellaten *Uroglena americana*. Vatnet hadde karakteristisk vond lukt og smak av et trimetylamin-liknende stoff dannet av flagellaten. Laboratorieforsøk viste at algene hadde toksisk effekt, og det ble spekulert på en mulig sammenheng mellom dette og dødeligheten på fisk i vassdraget (Fylkesmannen i Oppland 1999).

Til sammen 39 sik, 15 aure og 17 regnbueaure fra Begnavassdraget ble undersøkt av Veterinærinstituttet (Taksdal & Håstein 1992). Funn av soppen *Saprolegnia* sp. ble gjort på alle innsendelser av sik og aure, men ikke på regnbueaure. Diagnosen ble stilt på grunnlag av mikroskopi av hvitt bommullsaktig belegg fra hud og gjeller på fisken. Fra en del av fiskene ble det dyrket på spesialmedium for sopp, og to kulturer ble sendt til Nederland for en mer nøyaktig identifisering. Soppen ble også her identifisert som *Saprolegnia* spp. Bakteriekultur av *Yersinia ruckeri* serovar O1 og serovar O2 ble isolert fra 9 sik.

I november 1991 ble det funnet en del død sik i Begna ved Bagn. Dette var trolig fisk som var kommet fra Aurdalsfjorden via turbinene i Bagn kraftverk (Ola Hegge pers. medd.) I oktober 1996 ble det påvist soppinfeksjon i huden og hudskader/sår på en aure fanget i Begna (Veterinærinstituttet ref. 96/09/1493/TH/ltt). *Saprolegnia* spp. ble ikke påvist (brev fra Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Hedmark og Oppland til NINA av 30.11.00).

Ølsjøen/Bløytjern

Ølsjøen/Bløytjern ligger i Åbjøravassdraget, et sidevassdrag til Begna, og innsjøene er inntaksmagasin for Åbjørå kraftverk. Høsten 1996 ble det påvist mye død sik i Bløytjern. Ved oppsyn av Bløytjern dam i perioden 6.10.96-14.11.96 ble det observert 3-9 døde sik hver gang. Også i Ølsjøen ble syk sik påvist i 1996. Ved prøvefiske høsten 1996 var 9 av 32 gytemodne sik synlig soppinfisert. Av 12 umodne sik som ble undersøkt, var en synlig soppbefengt. En sik ble undersøkt av veterinær, og denne hadde hudinfeksjon av *Saprolegnia* sp. Ved histologisk undersøkelse ble det også påvist sopphyfer i nesehule og mellom gjellefilamentene. I oktober 1996 var det et grønnbrunt belegg av planktonalger på vannoverflata på Bløytjern. I vannprøver fra Bløytjern ble det registrert at belegget bestod av *Botryococcus braunii* sammen med arter av

flagellater. Videre var det et rikholdig utvalg av cyster til chrysophyceer til stede (NIVA-analyse, brev datert 11.11.1996). Det ble ikke observert sykdomsutbrudd i Ølsjøen/Bløytjern i 1997, men høsten 1998 dukket problemene opp på nytt (Fylkesmannen i Oppland 1999)

Vinstravassdraget/Gudbrandsdalslågen

Øyangen og Olstappen ligger i Vinstravassdraget. Syk sik ble observert fra ca. 20.9.96 og utover høsten. Den 29.10.96 var all voksen sik i en garfangst angrepet av sopp, og det ble observert mye død sik på bunnen av innsjøen. Syk og død sik samlet seg også i inntakshuset til Øvre Vinstra kraftverk. Det var gytemoden sik som ble observert angrepet. Syk aure ble ikke observert. 13 sik ble undersøkt ved Veterinærinstituttet i Oslo. På disse ble det påvist soppinfeksjon. I tillegg var det på 3 av dem plerocercoid i lever, og 10 av dem hadde blødninger på gjellelokk, rundt øynene eller i muskulaturen. Ved prøvefiske i Øyangen sommeren 1997 var det fortsatt mye gammel sik tilstede i vannet. Mye av den hadde store blodutredelser i muskulaturen under huden. Dette kan også tyde på at en del soppbefengt sik overlever. Også i Olstappen som ligger nedstrøms Øyangen i Vinstravassdraget er syk og død sik observert. To syke sik fra Olstappen i 1996 ble undersøkt av Veterinærinstituttet i Oslo. På den ene ble sopp påvist, mens den andre hadde en ca. femkronestor svulst, vesentlig bestående av fibrøst vev, i halepartiet. Soppinfisert sik er senere observert på Olstappen både i 1997 og 1998. I Olstappen er det også observert soppangrep på aure (Fylkesmannen i Oppland 1999).

På sik og aure fra Lågen har det vært store problemer med soppinfisert fisk hver høst f.o.m. 1996. Gytefisk av Hunderaure har vært sterkt angrepet. Dette har medført stor dødelighet på stamfisk tatt inn av K/L Opplandskraft. Også frittlevende gytefisk i elva har vært sterkt angrepet av soppen. Noe soppangrep kan alltid observeres på gytefisken som følge av påkjenninger og skader fisken pådrar seg i forbindelse med gyting, men de 3 siste årene har frekvensen av soppinfisert fisk vært særlig høy. I 1998 har nær all aure på gyteplassen ved jernbanebrua nedenfor Hunderfossen vært angrepet av sopp og en betydelig andel av gytefisken har dødd eller forlatt gyteplassen før gyting. Dette medførte at relativt få fisk deltok i gyting høsten 1998. Gytearelet som ble benyttet av auren var sterkt redusert i forhold til det som er vanlig og det må påregnes at den naturlige rekruttering ble betydelig redusert. I 1997 ble det også observert et betydelig antall døde aure på rista til inntaket til Hunderfossen kraftverk (Fylkesmannen i Oppland 1999).

Problemer med sterk soppinfeksjon på auren ved Hunderfossen startet i 1996 og var mest omfattende i 1998. Da kunne det observeres sopp på nær all gytefisk ved Hunderfossen. En betydelig andel av fisken døde eller slapp seg tilbake i Mjøsa før gyting. Soppangrepene har medført stor dødelighet både på fri gytefisk på gyte-

plassen i elva og på stamfisk som tas inn for stryking av rogn til settefiskanlegget (Håstein et al. 1999). I 1999 og 2000 ble all fisk undersøkt ved ankomst i fisketrappa i Hunderfossen og tegn til hudforandringer og soppinfeksjoner ble registrert (**tabell 6.2.6**). Det var en tendens til nedgang i andelen fisk med synlig soppinfeksjon i 2000. Observasjoner av fisk på gyteområdet nedenfor Hunderfossen tydet enda sterkere på en nedgang i soppinfeksjonene i 2000 (O. Hegge pers. medd. 31.1.01).

I tillegg til omfanget av soppinfisert aure, følges bestandsutviklingen hos aure ved registrering av fiskeoppgang i trappa og ungfiskregistreringer i elva. Oppgangen av gytefisk i trappa har avtatt de siste årene, men det er ikke mulig å si om dette har sammenheng med soppinfeksjonen på fisken eller andre faktorer, som for eksempel beskatningstrykket i Mjøsa. Høsten 1999 ble det påvist UDN på Hunderaure (kfr. kap. 4.2).

Både i 1996, 1997 og 1998 ble det observert soppinfisert sik og aure i Mjøsa. 5.11.1996 ble det funnet en utgytt 2,5 kg soppangrepet død aurehunn ved Mjøsbrua. 11.11.1996 ble en gytemoden død aure funnet ved Biristrand. En garnfisker i Ringsaker fikk i 1996 3-4 soppinfiserte aure av totalt 100. Død sik ble observert flytende i innsjøen, og sjuk sik var vanlig i fangster. Det ble ikke registrert soppangrep på gjedde og lake. Veterinærundersøkelsene av tre syke aure i 1996 viste at alle hadde skader i lever. En hadde anemisk hjerte, en hadde utspilt galleblære, var parasittert av den encellede parasitten *Chloromyxum* sp., og hadde blødninger i svømmeblæreveggen. Den siste auren hadde degenarasjon i muskulaturen og tarminfeksjon. I 1998 søkte et 10-talls sterkt soppbefengte aure inn i utløpsoset til en sideelv til Lågen nedenfor Lillehammer. Noen av disse var merket i fisketrappa i Hunderfossen samme høst. Størrelsen på fisken tydet på at alle trolig var gytefisk fra Lågen. Fisken som ble observert hadde ikke gytt (Fylkesmannen i Oppland 1999).

I Gausa ble det funnet en død aure på 5 kg i 1996. Høsten 1997 ble det funnet en død hunnaure (71 cm) i Gausa. Denne var merka på gytevandring ved Hunderfossen samme høst. Etter merking hadde auren gått opp i Gausa. I 1996 var det mye soppangrep på auren i fisketrappa i Gausa. Av i alt 50 gytefisk som gikk opp trappa i 1996 hadde 34 synlige soppangrep, og 13 av disse døde mens de ble holdt fanget. Ingen av de 46 aurene som gikk opp i 1997 hadde synlige angrep av sopp. Fiskeanlegget i Gausa hadde ikke unormale soppangrep verken i 1996 eller 1997. I 1998 har det igjen vært betydelige problemer med soppangrep og stor dødelighet på stamfisken som ble tatt inn av Gausdal JFF i Follebu (Fylkesmannen i Oppland 1999).

Tabell 6.2.6. Antall aure registrert i fisketrappa i Hunderfossen i 1999 og 2000 med ulik grad av tegn til hudforandringer og soppinfeksjon ved ankomst (O. Hegge upubliserte data).

Sykdomstegn v/ ankomst	År		Totalt
	1999	2000	
Ingen tegn til sopp eller hudforandringer	105	114	219
Hudforandringer, uten soppvekst	4	12	16
Sår med soppinfeksjoner i hode og nakke	30	18	48
Sopp over store deler av hode og nakke	4	1	5
Sopp over store deler av kroppen	1	3	4
Totalt	144	148	292

Det er registrert uvanlig mye soppinfeksjon på gytemoden sik som går opp i Lågen for å gyte. Gytemoden sik i notfangster ved Fåberg ble undersøkt i 1997 og 1998. Andelen synlig soppbefengt fisk var henholdsvis 14 % og 26 % i 1997 og 1998. I tillegg ble det observert en del blodutredelser på fisken. Det er også gjort sporadiske observasjoner av sopp på gytemoden lagesild (Fylkesmannen i Oppland 1999). Hos gytemoden sik fanget i not ved Fåberg i oktober var det en sterk reduksjon i andelen fisk med synlig soppinfeksjon i 2000 sammenliknet med de foregående årene. I perioden 1997-99 varierte andelen sik med synlig soppinfeksjon fra 14-26 %, mens andelen i 2000 kun var 1 % (O. Hegge pers. medd. 31.01.01).

Mjøsa/Brumunda

Det er rapportert at det den 19. mai 1995 ble funnet flere titalls døde/halvdøde krøkler og en død lagesild i Vingnesvika (Lillehammer). Det ble også observert en del død krøkle flytende utpå innsjøen ved Riislandet (Lillehammer). Kjønnsmodning ble undersøkt på 26 krøkler, og alle var gytemodne. Den døde lagesilda var utgytt. Dødsårsak eller sykdomsproblemer er ikke nærmere undersøkt for krøkla (Fylkesmannen i Oppland 1999).

I Brumunda (Hedmark) ble det i 1996 og 1997 funnet noen døde aure i elva. En aure ble analysert, og denne var angrepet av *Saprolegnia* sp. Stamfiskanlegget i Brumunda ble saltbehandlet både i 1996 og 1997 pga soppangrep. Fiskedøden i elva var av relativt lite omfang (Fylkesmannen i Oppland 1999).

A/L Settefisk, Reinsvoll, Hunselva, Einafjorden

A/L Settefisk, Reinsvoll er landets største fiskeanlegg for produksjon av innlandsaure for utsetting i vassdrag. Anlegget som har eget stamfiskanlegg, klekkeri og produksjonsanlegg for settefisk, har vært i drift siden 1959. Stamfiskanlegget kom i drift i 1964 (A/L Settefisk 1983) og har vært lite plaget av sykdom. Soppinfeksjoner har forekommet kun sporadisk.

Tidlig på ettervinteren (ca. 20. februar) i 1996 ble det oppdaget tendenser til soppdannelse på stamfisken. Dette økte raskt utover våren og dødeligheten ble stor. Anlegget mistet i alt ca. 650 fisker fra mars til og med juni. Dødeligheten opphørte i slutten av juni. Fisken hadde da god appetitt og så meget fin ut. Noe ut i september ble det igjen oppdaget soppvekst på stamfisken. Dødeligheten bare økte utover høsten og tapet ble meget stort. Nær 90 % av all stamfisk gikk tapt dette året (A/L Settefisk 1996).

I 1997 var det lite angrep av sopp om våren sammenliknet med 1996. Tapet på stamfisken ble totalt ca. 20 % i 1997 (A/L Settefisk 1997).

Senere har *Saprolegnia*-angrep forekommet årvisst på stamfisken. Fenomenet begynner i september og viser seg først som soppflak på fiskens hode som senere sprer seg over hele kroppen. Hannfisken synes å være mest utsatt og det er typisk at når en gruppe ung stamfisk blir angrepet første gang er det de kjønnsmodne hannene som blir angrepet, mens hunnene som blir kjønnsmodne året etter, ikke blir angrepet. Problemene synes å oppstå ved en vanntemperatur på 12 °C og vedvarer utover i september, oktober og november. Problemene forsvinner som regel i slutten av november og dette har sannsynligvis sammenheng med vanntemperaturen. Det forekommer en god del dødelighet før gyting. I 2000 mistet anlegget omtrent like mye av stamfisken som i 1996. De mellomliggende årene var dødeligheten lavere (30-40 %) (Alf Madsbakken pers. medd 14.5.01).

I 1997 ble det registrert kraftig angrep av sopp på 1-årig og 2-årig settefisk. Etter et svært godt resultat fra innsetting på høsten ble dødeligheten stor utover forsommeren (juni) (A/L Settefisk 1997).

A/L Settefisk har siden 1996 hatt uvanlig store problemer med soppinfeksjon og dødelighet på stamfisken i fiskeanlegget. Også på settefisk i anlegget har det vært

problemer. I oktober 1996 ble forekomsten av *Saprolegnia* i vannkilden til anlegget målt, og det ble påvist svært høye sporetall.

Det er rapportert om observasjoner av død aure og sik i Hunnselva, men trolig hadde dødeligheten mindre omfang. I månedsskiftet august-september 1996 ble det observert noen døde sik i Einafjorden (143 stk), men etter dette er det ikke meldt om død eller syk fisk der (Fylkesmannen i Oppland 1999).

6.3 Artsvis oversikt over *Saprolegnia*-utbruddene

Soppangrepene har opptrådt på laks og sjøaure, aure, sik og røye. I tillegg er det kjent enkeltstående tilfelle av lignende angrep på krøkle og harr. Nedenfor har vi samlet observasjonene på laks/sjøaure, aure, sik og røye i egne underkapitler.

6.3.1 Laks/sjøaure

Funn på laks og/eller sjøaure med soppinfeksjoner er registrert i et settefiskanlegg i Hordaland (Storavatn, Stord), i et fiskeanlegg i Rogaland (NINA forskningsstasjon, Ims) i elver i Rogaland (Fuglestadelva, Håelva, Figgjo, Jørpelandselva, Bjerkreimselva), Vest-Agder (Åna-Sira, Audna), Vestfold (Numedalslågen), Buskerud (Drammenselva, Lierelva, Åroselva) og Akershus (Sandvikselva, Akerselva) (**tabell 6.3.1**).

Omfang av dødelighet som følge av utbruddene er ukjent når det gjelder elvene på Østlandet. Det ble registrert 200-300 døde laks i Figgjo i 1993 og betydelige antall også i Fuglestadelva og Håelva dette året. Ved de øvrige funnene ble det registrert et mindre antall døde fisk.

I Drammenselva i 1986 og ved Settefiskanlegget i Storavatnet ble soppen bestemt til *Saprolegnia* spp. Funnene fra Østlandet er satt i sammenheng med UDN, mens funnene fra Vestlandet ikke er satt i sammenheng med UDN, enten fordi det ikke er undersøkt eller fordi UDN ikke er påvist. Ved settefiskanlegget i Storavatnet, Stord ble det påvist *Y. ruckeri*, men denne bakterien er ikke påvist ved noen av de andre funnene.

Funnene på laks er begrenset til kysten fra Hordaland til Akershus. Det er ikke kjent slike funn fra lakselver i resten av landet. På Østlandet er alle funn fra elver som munnar ut i Oslofjorden mens de fleste og mest omfattende utbruddene for øvrig stammer fra elvene på Jæren.

Funnene i elvene på Østlandet ble gjort på slutten av 80-tallet, mens de øvrige funnene ble gjort i perioden 1993-1999.

6.3.2 Aure

Funn av utvendige soppinfeksjoner på aure (**tabell 6.3.2**) er gjort på en lokalitet i Hordaland fylke (Storavatn, Stord). I Rogaland fylke er det gjort funn i Imsavassdraget (Hogstadvatnet og Forenesvatnet), i Figgjovassdraget

Tabell 6.3.1. Observasjoner (første registrerte tilfelle) av utvendig soppinfeksjon på laks og sjøaure.

År	Vassdrag/lokalitet	Antall døde fisk		Soppart(er)	Tilleggsfunn
		Laks	Sjøaure		
1975?	Sandvikselva	?	?		UDN?
1986	Drammenselva	?	?	<i>Saprolegnia</i> spp.	UDN, Furunkulose
1986	Lierelva	?	?		UDN, Furunkulose
1986	Åroselva	?	?		UDN
1986	Akerselva	?	?		UDN
1986	Numedalslågen	?	?		UDN, Furunkulose
1987	Settefiskanl. Storavatn, Stord.	?	-	<i>Saprolegnia</i> spp	<i>Y.ruckeri</i>
1993	NINA Forskningsstasjon Ims	-	-		
1993	Fuglestadelva	Bet. antall	-		
1993	Håelva	Bet. antall	-		
1993	Figgjo	200-300	-		
1994	Audna	5-10	5-10		
1997	Åna-Sira	?	0		
1998	Jørpelandselva	Enkelte	0		
1999	Bjerkreimselva	0	Enkelte		

Tabell 6.3.2. Observasjoner (første registrerte tilfelle) av utvendig soppinfeksjon på aure.

År	Vassdrag/lokalitet	Antall døde fisk	Soppart(er)	Tilleggsfunn
1986	Randselva/Tyrfjorden/Drammenselva v/Vikersund	26	<i>Saprolegnia</i> spp.	Furunkulose, UDN?
1986	Eikeren	3-4		
1987	Storavatn, Stord	?		
1990	Strondafjorden	Fåttall	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1990	Aurdalsfjorden, Fløafjorden	Fåttall	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1991	Begna elv ved Bagn	Fåttall	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1993	Limavatnet, Figgjovassdraget	Betydelig antall		
1993	Hogstabecken, Lutsivatn i Imsa	Mange		
1994	Førenesvatnet, Imsa	?		
1996	Olstappen	Få		
1996	Mjøsa	Noen	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Chloromyxum</i>
1996	Brumunda	Noen	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1996	Gausa	?		
1996	Hunnselva	Få		
1996	A/L Settefisk; Reinsvoll	650	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1996	Gudbrandsdalslågen, Hunderaure	Betydelig antall	<i>Saprolegnia</i> spp.	UDN
1996	Rødungen sør	Enkelte	<i>Saprolegnia</i> spp.	Yersiniose
1997	Krøderen, Drammensvassdraget	?		
1997	Frøylandsvatnet, Åslandsbekken	Hundrevis		
1997	Hovet fiskeanlegg	-	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1997	Frostdøla, Nisser	?		
1997	Glomma, Rånåsfoss	Noen		
1998	Tansåi (Totak)	?		

(Limavatnet) og i Åslandsbekken i Frøylandsvatnet. I Telemark har vi to enkeltstående funn i henholdsvis Frostdøla og Tansåi. I Buskerud fylke har vi to enkeltstående funn ved henholdsvis Hovet fiskeanlegg og i Rødungen sør. De øvrige funnene i Buskerud er knyttet til Drammensvassdraget (Krøderen, Randselva, Tyrfjorden, Eikeren samt øvre deler av Drammensvassdraget). I Oppland fylke er funnene gjort i tre hovedområder: øvre deler av Begnavassdraget (Strondafjorden, Aurdalsfjorden, Begna elv, Ølsjøen/Bløytjern), Gudbrandsdalslågen med Vinstravassdraget (Øyangen, Olstappen, Gausa, Gudbrandsdalslågen) og Mjøsa med nærliggende elver (Brumunda, Hunnselva, Einafjorden, A/L Settefisk, Reinsvoll)

Ved de fleste funnene på Østlandet er soppen bestemt til *Saprolegnia* spp. *Y. ruckeri* er påvist i noen lokaliteter på Østlandet og i Mjøsa ble det også påvist *Chloromyxum*.

Ved funnene i Rogaland fylke er det rapportert om betydelig dødelighet, mens funnene på Østlandet har dreid seg om få fisker. Ved de to fiskanleggene som er rammet (A/L Settefisk og Hovet fiskeanlegg) var tapene betydelige spesielt det første året.

De mest omfattende funnene av aure stammer fra Rogaland og Oppland fylker og de fleste funnene stammer fra lokaliteter hvor auren finnes sammen med sik.

Alle funn stammer fra perioden 1986-98. I Rogaland fylke var 1993 et viktig år.

6.3.3 Sik

Funn av sik med utvendig soppangrep er gjort i fylkene Rogaland (Kyllesvatnet i Imsavassdraget, Limavatnet i Figgjovassdraget), Buskerud (Rødungen sør, Krøderen og øvre deler av Drammensvassdraget) og i Oppland fylke i øvre deler av Begnavassdraget (Strondafjorden, Aurdalsfjorden, Begna elv, Ølsjøen/Bløytjern), i Gudbrandsdalslågen og Vinstravassdraget (Øyangen, Olstappen), Mjøsa og Einafjorden.

I de fleste tilfelle ble soppen bestemt til *Saprolegnia* spp. og i fire av tilfellene ble *Y. ruckeri* påvist (**tabell 6.3.3**). Høsten 1999 ble det gjennomført histologisk undersøkelse av hud fra sik fra Gudbrandsdalslågen, og det ble funnet UDN-lignende forandringer (kfr. kap. 4.2).

Sik synes å være den arten som har vært verst rammet med hensyn til dødelighet. Ved mange av lokalitetene er det observert et betydelig antall døde fisk. I Kyllesvatnet i Imsa ble antallet anslått til tusenvis og i Rødungen sør ble det antatt å dreie seg om flere hundre.

Flere av lokalitetene ligger øverst i Begnavassdraget. Funnene i Vinstravassdraget, Gudbrandsdalslågen, Mjøsa og Einafjorden tilhører også samme vassdragssystem. Rødungen sør og Krøderen er forbundet via en kraftverk-tunnel, og de to funnene i Rogaland ligger relativt nær hverandre, men i forskjellige vassdrag.

Tabell 6.3.3. Observasjoner (første registrerte tilfelle) av utvendig soppinfeksjon på sik.

År	Vassdrag/lokalitet	Antall døde fisk	Soppart(er)	Tilleggsfunn
1990	Strondafjorden	Tonnevis	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1990	Aurdalsfjorden, Fløafjorden	Betydelig antall	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1991	Begna elv ved Bagn	En del	<i>Saprolegnia</i> spp.	<i>Y. ruckeri</i>
1993	Limavatnet, Figgjovassdraget	Betydelig antall		
1993	Kyllesvatnet, Imsa	Tusenvis		
1996	Øyangen og Olstappen	Mye/en del	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1996	Mjøsa	Noe	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1996	Ølsjøen/Bløytjern	Mye/en del	<i>Saprolegnia</i> spp.	
1996	Rødungen sør	Flere hundre	<i>Saprolegnia</i> spp.	Yersiniose
1996	Gudbrandsdalslågen	Betydelig antall	<i>Saprolegnia</i> spp., UDN?	
1996	Einafjorden, Hunnselva	143		
1997	Krøderen, Drammensvassdraget	?		

6.3.4 Røye

Funn av soppangrepet røye er registrert i Forenesvatnet i Imsvassdraget i Rogaland og i Rødungen sør (**tabell 6.3.4**). I Rødungen sør ble det kun fanget enkeltfisk, mens i Forenesvatnet er antall døde ukjent.

Tabell 6.3.4. Observasjoner (første registrerte tilfelle) av utvendig soppinfeksjon på røye.

År	Vassdrag/lokalitet	Antall døde fisk	Soppart(er)	Tilleggsfunn
1994	Forenesvatnet, Imsa	?		
1996	Rødungen sør	Enkelte		

7 Diskusjon

Diskusjonen er delt inn i 7 deler som hver innledes med en delkonklusjon. De 7 delkonklusjonene er samlet i kapittel 8.

1 Sykdomsutbrudd på laksefisk med sterkt innslag av overflatesopp dukket opp som et nytt fenomen i Norge på slutten av 80-tallet.

Soppsykdommer hos fisk har vært kjent fra lang tid tilbake, ikke minst fordi utvendige soppskader er svært iøyenfallende. Men soppsykdommer var i "gamle dager" noe som først og fremst forekom i klekkeriet (på død rogn) hvor det kunne skape problemer dersom man ikke plukket ut den døde rognen, og på stamfisk av laks og aure etter gyting.

Det var derfor et nytt fenomen som dukket opp i Norge på slutten av 80-tallet. Et fenomen som i første omgang rammet villfisk av laks og aure og som førte til dødelighet før gyting.

Tre av de rammede fiskeanleggene hadde en lang historie uten problemer med soppangrep. I alle tre anleggene begynte soppangrepene plutselig og med store konsekvenser i form av dødelighet på fisken.

Også de store dødelighetene som rammet enkelte ville aurebestander og mange sikbestander indikerer klart at dette er et nytt fenomen, da slike hendelser utvilsomt ville ha blitt oppdaget dersom de hadde forekommet tidligere.

Fenomenet er kjent også fra en rekke andre land (kfr kap. 5).

2 De første utbruddene fant sted i vassdrag med utløp til Oslofjorden og i et vassdrag på Vestlandet, men utover 90-tallet spredte fenomenet seg til et økende antall lokaliteter (elver, innsjøer, fiskanlegg) hovedsakelig i fylkene Rogaland, Buskerud og Oppland.

Med unntak av det omtalte tilfelle i Sandvikselva fra 1975 er alle registreringene av sykdomsutbrudd begrenset til perioden fra 1986 og fram til i dag. I 1986 var det flere vassdrag med utbrudd av UDN på Østlandet. Dette fortsatte også i årene som fulgte. I 1987 dukket soppangrepene i Storavatnet på Stord opp og i 1990 begynte dødeligheten på sik øverst i Begnavassdraget. Året 1993 var et år med mange utbrudd i vassdrag i Rogaland mens 1996 var et år med mange utbrudd i lokaliteter på Østlandet.

Funnene på laks i vassdrag er i hovedsak begrenset til to hovedområder på kyststrekningen fra Rogaland–Akershus. I Rogaland fylke er mange nærliggende vassdrag rammet,

og det samme er tilfelle med vassdragene i Oslofjorden. Mer enkeltstående tilfeller har vi i Åna-Sira, Audna og Numedalslågen.

De mest omfattende funnene av aure stammer fra Rogaland, Buskerud og Oppland fylker. I Rogaland ble lokaliteter i tre ulike, men nærliggende vassdrag rammet. I Buskerud og Oppland fylke er Begnavassdraget og Gudbrandsdalslågens nedslagsfelter de viktigste områdene. Men vi har også lokaliteter som ligger mer spredt som for eksempel Hovet fiskeanlegg og Rødungen sør, i Tansåi, i Frostdøla og i Glomma (Akershus).

Når det gjelder funnene av soppangrepet sik så ligger flere av lokalitetene øverst i Begnavassdraget. Funnene i Vinstravassdraget, Gudbrandsdalslågen, Mjøsa og Einafjorden tilhører også samme vassdragssystem. Rødungen sør og Krøderen er forbundet via en kraftverktunnel, og de to funnene i Rogaland ligger relativt nær hverandre, men i forskjellige vassdrag.

En del av funnene som er gjort skyldes åpenbart tilfeldigheter, for eksempel registreringen i Tansåi som ble gjort av studenter som drev med dykking. Fenomenet kan derfor ha en videre utbredelse enn angitt i denne rapporten.

3 Felles for sykdomsutbruddene er at overflatesopp har vært involvert og at dette i mange tilfeller har vært *Saprolegnia* spp. Vi antar derfor at det dreier seg om samme fenomen, men understreker at dette ikke kan fastslås med sikkerhet.

I de fleste tilfelle er det gytefisk som er rammet og som regel ble det observert soppangrep på fisken. Ytterligere et fellestrekk er at fisken døde før gyting fant sted.

I de fleste lokalitetene med sik har problemet dukket opp plutselig for så å forsvinne like fort etter få år. I aurelokalitetene er situasjonen noe mer nyansert og i lakselvene er bildet mer sammensatt. I elvene i Rogaland dukket problemet opp plutselig for så å forsvinne. I enkelte elver på Østlandet har problemet vedvart i flere år.

Manglende rapportering og diagnostisering er et problem. En del av registreringene er dårlig dokumentert og i en del tilfelle er det ikke sendt inn prøver til veterinær. Videre er diagnostiseringen i mange tilfelle basert på identifisering kun ved hjelp av typiske patologiske forandringer, forhistorie og morfologi. Ikke i noen av tilfellene er det foretatt en sikker identifisering av *Saprolegnia* til art. Vi vet derfor ikke med sikkerhet hvilke(n) art(er) av *Saprolegnia* som har vært involvert i de ulike tilfellene.

4 Sykdomsutbruddene synes å ha spredt seg nedstrøms vassdrag i noen tilfelle mens spredningen i andre tilfelle har foregått i "hopp" over lange avstander. Hvilke spredningsmekanismer som er involvert er ukjent, men sykdommen synes i noen tilfelle å ha kommet inn i fiskeanlegg via inntaksvann fra vassdrag.

I noen tilfelle er utbruddene registrert langt oppe i et vassdrag først for deretter å dukke opp på et senere tidspunkt lengre nede i vassdraget. Dette gjelder for eksempel de øvre deler av Begnavassdraget hvor utbrudd ble registrert i Strondafjorden og Aurdalsfjorden i 1990 og i Begna lengre nedstrøms i 1991. Det gjelder Rødungen sør og Krøderen hvor utbrudd ble registrert i Rødungen sør i 1996 og i Krøderen i 1997. Det gjelder også Imsavassdraget i Rogaland hvor utbrudd ble registrert i Kyllsvatnet i mai 1993 og deretter i det nedenforliggende Lutsivannet i oktober og i NINA forskningsstasjon, Ims på høsten 1993.

I andre tilfelle som i Gudbrandsdalslågens nedslagsfelt dukket alle tilfellene opp samme år (1996), men med visse forskjeller innenfor året.

I atter andre tilfeller er det dukket opp sykdomsutbrudd på steder uten direkte forbindelser til andre lokaliteter som for eksempel i Rødungen sør, i Tansåi, i Frostdøla og i Hovet settefiskanlegg. En slik spredning i "hopp" ble observert med UDN i Sverige og på de Britiske øyer (Johansson & Ljungberg 1977, Roberts 1971).

Vi kjenner ikke til hvilke spredningsmekanismer som er involvert, men observasjonene fra Imsavassdraget kan tyde på at sykdommen kom inn i NINA's forskningsstasjon på Ims via inntaksvannet fra vassdraget da det ble registrert store sykdomsutbrudd i vassdraget før det dukket opp problemer i fiskeanlegget. Det er også mulig at det samme kan ha skjedd i de øvrige fiskeanleggene som har hatt problemer.

5 De mest omfattende sykdomsutbruddene har forekommet i vassdrag i Rogaland, Buskerud og Oppland fylker og har ført til omfattende dødelighet særlig i sikbestander, men også i enkelte aure- og laksebestander.

Den store dødeligheten som er registrert i en del av sikbestandene kan ha hatt betydning for bestandene. Prøvefiskeresultater fra noen av sjøene indikerer imidlertid at angrepene har hatt liten betydning for bestanden (Eriksen & Hegge 1992).

I Hogstadbekken som er tilløpsbekk til Lutsivatn i Imsavassdraget er det registrert betydelig dødelighet hos aure, men eventuelle bestandsmessige konsekvenser er ikke undersøkt.

Hos Hunderauren, som er Norges viktigste storaure-stamme, vet vi at det har forekommet dødelighet, men vi kjenner ikke de bestandsmessige konsekvensene.

Det var også et betydelig antall individer som døde av Randselvstammen (aure) i 1992 uten at vi kjenner eventuelle bestandsmessige konsekvenser.

6 Sykdomsutbruddene har i ulike tilfelle blitt satt i sammenheng med stress i forbindelse med kjønnsmodning, med andre sykdommer (UDN, Yersiniose, Furunkulose) eller med miljøfaktorer som for eksempel forurensning.

Som oftest er sykdomsutbrudd et samspill mellom fiskens fysiologi, dens miljø og det fakultative patogenet og det er ofte en direkte forbindelse mellom stress og fiskens mottakelighet overfor Saprolegniose (Neish & Hughes 1980). Stress øker for øvrig fiskens mottakelighet overfor alle sykdommer (kfr. kap. 4.1).

Ved mange av sykdomsutbruddene er det fisk under kjønnsmodning som har blitt angrepet. Det er imidlertid et problem at mange av funnene er så dårlig dokumentert at vi mangler opplysninger om hvorvidt fisken var kjønnsmoden eller ikke.

Innenfor samme gruppe stamfisk av aure ble hannfisker tidligere angrepet enn hunnfisker ved A/L Settefisk, Reinsvoll, og dette har sannsynligvis sammenheng med at hannene som regel blir kjønnsmodne ett år tidligere enn hunnene. Også ved aurefunnene fra vassdrag var funnene ofte knyttet til gytelokaliteter.

Også hos sik er de fleste funnene knyttet til kjønnsmodning. Funnet i Strondafjorden i juli 1991 og i Kyllsvatnet, Imsa i mai 1993, var imidlertid unntak.

De første sykdomsutbruddene i vassdrag rundt Oslofjorden i 1986 ble satt i sammenheng med UDN. Høsten 1999 ble det gjennomført histologisk undersøkelse av hud fra Hunderørret og sik fra Lågen. Den viktigste konklusjonen av disse undersøkelsene var at UDN ble påvist på ørret og det ble også funnet lignende forandringer på sik. Av 10 ørreter som ble undersøkt på A/L Settefisk, Reinsvoll ble det funnet UDN-lignende forandringer på to fisker (Poppe upublisert materiale).

Yersinia ruckeri som forårsaker yersiniose ble funnet på syk og død fisk i en del av tilfellene. Vi vet ikke om de tilfellene der den ikke ble påvist er en sikker indikasjon på at den ikke var tilstede, eller om *Y. ruckeri* for eksempel kan være tilstede i så små mengder at den ikke kan påvises, men allikevel være i stand til å svekke fisk tilstrekkelig til at den kan bli angrepet av sopp. Vi kjenner ikke denne bakteriens utbredelse i naturen, men i følge Myhr (1990) ble det kausale agens første gang isolert sent på 1970-tallet i Europa. Fra 1980 ble Yersiniose påvist i

stadig større omfang, særlig i Italia, Frankrike, Vest-Tyskland og Storbritannia. I Norden ble *Y. ruckeri* isolert i tilslutning til sykdom første gang i Finland og Danmark (1984), deretter i Norge (1985) og i Sverige (1986) (Myhr 1990). Det kan derfor tenkes at bakterien ennå ikke er spredt over hele Norge. Dersom disse registreringene er korrekte for Danmark og Sverige's vedkommende indikerer de klart at *Y. ruckeri* ikke kunne være årsak til soppangrepene på sik og aure i Danmark og Sverige på 70-tallet.

På Østlandet hadde furunkulose en økende utbredelse på 90-tallet og forekom i Numedalslågen, Drammensvassdraget (t.o.m Randsfjorden) og ble også observert i Sandvikselva (120 laks og sjøaure døde i 1995). Soppangrep kan derfor også ha sammenheng med furunkulose.

Enkelte sykdomsutbrudd som likner det vi har sett i Begnavassdraget er beskrevet tidligere fra Irland fra 1964, seinere fra Skottland og fra 1969 i Tyskland. I en beskrivelse av Reichenbach-Klinke (1971) nevnes forurenset vann som en mulig stressfaktor i forbindelse med disse sykdomsutbruddene. Laks, sjøaure, aure, bekkerøye, sik, harr og ål har vært angrepet i disse tilfellene, mens regnbueauren ikke har vært infisert (Taksdal & Håstein 1992).

Algetoksiner-flagellater er nevnt som mulig problemorganismer for fisk og det ble gjort undersøkelser bla. a. i Bløytjern (brev fra NIVA til Fylkesmannen i Oppland 11.11.96). Undersøkelser av algesamfunnet i Stronda-fjorden avdekket at det var sterk oppblomstring av algene *Uroglena americana* og *Chlamydomonas* i begynnelsen av juli 1991 (Håstein et al. 1999).

Laksevassdragene som har hatt sykdomsutbrudd er svært forskjellige fra næringsrike lavlandsvassdrag på Jæren til sure vassdrag på Sørlandet og store og små vassdrag på Østlandet med ulike former for miljøinngrep. Funnene av sik og aure stammer også fra lokaliteter som er svært forskjellige, fra næringsrike lavlandssjøer på Jæren til høgtliggende næringsfattige lokaliteter i Telemark

7 Det er ikke mulig å fastslå om soppen er den primære årsak til sykdomsutbruddene eller om den er en sekundær infeksjon, som følge av stress, andre sykdommer eller miljøfaktorer. Observasjonene tyder på at sykdommen fremkalles av et eller flere sykdomsfremkallende agens som spres på en ukjent måte.

De rapporterte tilfeller av primær infeksjon av *Saprolegnia* er få og enkelte av dem har senere vist seg å være sekundære. Eksperimentelle studier indikerer at *Saprolegnia*-infeksjon først slår til når fisken er svekket på en eller annen måte (kfr. kap. 4.1). Ifølge Wood & Willoughby (1986) kan imidlertid sopp sporer i seg selv,

når de opptrer i store mengder, smitte frisk fisk og således opptre som primære sykdomsfremkallere. Dette er imidlertid et fenomen som opptrer først og fremst i fiskeanlegg og er selve bakgrunnen for at død fisk må fjernes umiddelbart fra kar og merder. Sopp sporer i så store konsentrasjoner må imidlertid antas å være mindre vanlig i naturen.

Lokalitetene der soppproblemene er registrert har svært forskjellige miljøforhold som for eksempel høyde over havet, vanntemperatur, vanngjennomstrømning, nærings-salttilførsel, siktedyp etc. Det er ikke mulig å se noen felles miljøfaktor for disse lokalitetene som kan forklare utbruddene av soppinfeksjon (Håstein et al. 1999). De ulike miljøforholdene på lokalitetene og spredningen av sykdomsutbruddene indikerer at det har skjedd en spredning av en (eller flere) sykdomsfremkallende organisme(r), men at denne spredningen er ukjent.

8 Konklusjon

De 7 punktene som gjengis nedenfor er nærmere utdypet i kapittel 7.

1. Sykdomsutbrudd på laksefisk med sterkt innslag av overflatesopp dukket opp som et nytt fenomen i Norge på slutten av 80-tallet.
2. De første utbruddene fant sted i vassdrag med utløp til Oslofjorden og i et vassdrag på Vestlandet, men utover 90-tallet spredte fenomenet seg til et økende antall lokaliteter (elver, innsjøer, fiskanlegg) hovedsakelig i fylkene Rogaland, Buskerud og Oppland.
3. Felles for sykdomsutbruddene er at overflatesopp har vært involvert og at dette i mange tilfeller har vært *Saprolegnia* spp. Vi antar derfor at det dreier seg om samme fenomen, men understreker at dette ikke kan fastslås med sikkerhet.
4. Sykdomsutbruddene synes å ha spredt seg nedstrøms vassdrag i noen tilfelle mens spredningen i andre tilfelle har foregått i "hopp" over lange avstander. Hvilke spredningsmekanismer som er involvert er ukjent, men sykdommen synes i noen tilfelle å ha kommet inn i fiskeanlegg via inntaksvann fra vassdrag.
5. De mest omfattende sykdomsutbruddene har forekommet i vassdrag i Rogaland, Buskerud og Oppland fylker og har ført til omfattende dødelighet særlig i sikbestander, men også i enkelte aure- og laksebestander.
6. Sykdomsutbruddene har i ulike tilfelle blitt satt i sammenheng med stress i forbindelse med kjønnsmodning, med andre sykdommer (UDN, Yersiniose, Furunkulose) eller med miljøfaktorer som for eksempel forurensning.
7. Det er ikke mulig å fastslå om soppen er den primære årsak til sykdomsutbruddene eller om den er en sekundær infeksjon, som følge av stress, andre sykdommer eller miljøfaktorer. Observasjonene tyder på at sykdommen fremkalles av et eller flere sykdomsfremkallende agens som spres på en ukjent måte.

9 Referanser

- Agersborg, H.P.K. 1933. Salient problems in the artificial rearing of salmonid fishes, with special reference to intestinal fungitosis and the cause of white-spot disease. – Trans. Am. Fish. Soc 63: 240–250.
- A/L Settefisk 1983. A/L Settefisk 25 år: 1958-1983. Jubileumsskrift: 1-32.
- A/L Settefisk 1996. Årsberetning og regnskap 1996. 39. regnskapsår: 1-36.
- A/L Settefisk 1997. Årsberetning og regnskap 1997. 40. regnskapsår: 1-36.
- Alderman, D.J. 1982. Fungal diseases of aquatic animals. P. 189-242 in Roberts, R.J., ed. Microbial diseases of fish. Academic press.
- Alexopolous, C.J. & Mims, C.W. 1979. Introductory Mycology, third edition. - New York: John Wiley & Sons: 1-632.
- Alvarez, F., Razquin, B., Villena, A., Lopez Fierro, P. & Zapata, A. 1988. Alterations in the peripheral lymphoid organs and differential leukocyte counts in *Saprolegnia*-infected brown trout, *Salmo trutta fario*. - Veterinary Immunology and Immunopathology 18: 181-193
- Anon. 2001. Ekspertgruppen "Oppblomstring av sopp på gytefisk". – Årsrapport 2000: 1-7.
- Backer, J.G. 1994. NINA Forskningsstasjon. - Årsmelding for 1993: 1-9.
- Backer, J.G. 1995. NINA Forskningsstasjon. Årsmelding for 1994: 1-7.
- Backer, J.G. 1996. NINA Forskningsstasjon. Årsmelding for 1995: 1-7.
- Baudouy, A.M. & Tuffery, G. 1973. Connaissances actuelles sur un syndrome mycosique affectant les populations piscicoles des rivieres a salmonides de la France. – Bull. Fr. Piscic. 249: 127–142.
- Bell, G.R. & Hoskins, G.E. 1971. Investigation of Wildfish Mortalities 1969-1970. - Fish. Res. Bd. Can. Tech. Rep. no 245: 1-18
- Bisht, G.S., Bisht, D., Joshi, C. & Khulbe, R. 1996. Potential threat to reservoir fishery by fungi in Kumaun Himalaya, India. - Current Science 71: 720-723.
- Bly, J.E., Lawson, L.A., Dale, D.J., Szalai, A.J., Durborow, R.M. & Clem, L.W. 1992. Winter saprolegniosis in channel catfish. – Diseases of Aquatic Organisms 13: 155–164.
- Bly, J.E. et al. 1993. Environmental factors affecting outbreaks of winter saprolegniosis in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. – Journal of Fish Diseases 16: 541–549.
- Bly, J.E., Lawson, L.A., Abdel-Aziz, E.S. & Clem, L.W. 1994. Channel catfish, *Ictalurus punctatus*, immunity to *Saprolegnia* sp. In: Tave, D. & Tucker, C.S. (eds.) Recent developments in catfish aquaculture. - Haworth Press, New York: 35–50.
- Bly, J.E., Quiniou, S.M-A., Lawson, L.A. & Clem, L.W. 1996. Therapeutic and prophylactic measures for

- winter saprolegniosis in channel catfish. – Diseases of Aquatic Organisms 24: 25–33.
- Bruno, D.W. & Stamps, D.J. 1987. Saprolegniasis of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. – Journal of Fish Diseases, 10: 513–17.
- Bucke, D., Cawley, C.D., Craig, J.F., Pickering, A.D. & Willoughby, L.G. 1979. Further studies of an epizotic of perch *Perca fluviatilis* L., of uncertain aetiology. – Journal of Fish Diseases 2: 297–311.
- Bullock, G.L., Stuckey, H.M. & Shotts, E.B. jr. 1977. Early records of North American and Australian outbreaks of enteric redmouth disease. – Fish Health News, 6: 96–97.
- Carballo, M., Munoz, M.J., Cuellar, M. & Tarazona J.V. 1995. Effects of waterborne copper, cyanide, ammonia and nitrite on stress parameters and changes in susceptibility to saprolegniasis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). – Appl. Environ. Microbiol. 61: 2108–2112.
- Carbery, J.T. 1968. Ulcerative dermal necrosis of salmonids in Ireland. – Symp. zool. Soc. Lond. 24: 39–49.
- Carbery, J.T. & Strickland, K.L. 1968. Ulcerative dermal necrosis (UDN). – Ir. Vet. J. 22: 171–175.
- Coker, W.C. 1923. The *Saprolegniaceae* with notes on other water molds. Chapel Hill, N.C., The University of North Carolina Press. – Reprint 1969 by Verlag von J. Cramer, Bibliotheca Mycologica 20: 1–201 + 63 plates.
- Copland, J.W. & Willoughby, L.G. 1982. The pathology of *Saprolegnia* infections of *Anguilla anguilla* L. elvers. – Journal of Fish Diseases 5: 421–428.
- Dalsgård, I., From, J. & Hørlyck, V. 1984. First observation of *Yersinia ruckeri* in Denmark. – Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol. 4: 10.
- Dear, G. 1988. *Yersinia ruckeri* isolated from Atlantic salmon in Scotland. – Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 8: 18–19.
- Dieguez-Urbeondo, J., Cerenius, L. & Söderhall, K. 1994. *Saprolegnia parasitica* and its virulence on three different species of freshwater crayfish. – Aquaculture 120: 219–228.
- Dieguez-Urbeondo, J., Cerenius, L. & Söderhall, K. 1996. Physiological characterization of *Saprolegnia parasitica* isolates from brown trout. – Aquaculture 140: 247–257.
- Donaldson, E.M. & Dye, H.M. 1975. Corticosteroid concentrations in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) exposed to low concentrations of copper. – J. Fish. Res. Bd. Can. 32: 533–539.
- Duran, A., Aparicio, L.B.R., Reglero, A. & Diaz, J. 1987. Changes in serum enzymes of *Saprolegnia*-infected brown trout, *Salmo trutta* L. – Journal of fish diseases. Oxford [J. FISH DIS.], 10: 505–507.
- Durborow, R.M. & Crosby, D. 1988. Monitoring winter kill conditions can cut losses. – Catfish Journal 3: 9.
- Egusa, S. 1965. The existence of a primary infectious disease in the so-called "fungus disease" in pond-reared eels. – Bull. Jap. Soc. scient. Fish. 31: 517–526.
- Egusa, S. & Nishikawa, T. 1965. Studies of a primary infectious disease in the so-called "fungus disease" of eels. – Bull. Jap. Soc. scient. Fish. 31: 804–813.
- Elson, K.G.R. 1968. Salmon disease in Scotland. – Scott. Fish. Bull. 30: 8–16.
- Eriksen, H. & Hegge, O. 1992. Sikkbestanden i Stronda-fjorden. S. 25 - 28 i Hegge, O & Østdahl, T. Fiskedød i Begnavassdraget. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavd. Rapport 14: 1–30.
- Fregeneda Grandes, J.M., Fernández Diez, M. & Aller Gancedo, J.M. 2001. Experimental pathogenicity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), of two distinct morphotypes of long-spined *Saprolegnia* isolates obtained from wild brown trout, *Salmo trutta* L., and river water. – Journal of Fish Diseases 24: 351–359.
- Fylkesmannen i Oppland 1999. Angrep av soppen *Saprolegnia* sp. på fisk 1990–1998. Arbeidsdokument: 1–4.
- Hagen, H.I. 1992. Studier av *Saprolegnia* spp. i Norge. – Hovedoppgave i fiskehelse til graden Candidatus scientiarum. Universitetet i Bergen, Institutt for fiskeri- og marinbiologi: 1–4.
- Hamrin, S. (red.). 1993. Möjligheter att öka flodkraftbestånd i svenska vatten. – Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, nr. 2: 1–66.
- Hatai, K. & Hoshiai, G. 1993. Characteristics of two *Saprolegnia* species isolated from coho salmon with saprolegniosis. – Journal of Aquatic Animal Health 5: 115–118.
- Hatai, K., Hussein, M.M.A., Wada, S. & Nomura, T. 1999. Saprolegniasis in Sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* caused by *Saprolegnia salmonis* sp. nov. – Ninth international conference "Diseases of fish and shellfish", 19–24. September 1999, Rhodes, Greece. European Association of Fish Pathologists.
- Hegge, O & Østdahl, T. 1992. Fiskedød i Begnavassdraget. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavd. Rapport 14: 1–30.
- Hill, B.J. 1976. Ulcerative dermal necrosis. – FAO Aquacult. Bull. 8: 13–14.
- Holt, G. & Håstein, T. 1984. Sykdommer hos fisk. I Jensen, K.W., (red.) Sportsfiskerens leksikon. – Gyldendal Norsk Forlag A/S, Oslo: 690–710.
- Hoshina, T. & Ookubo, M. 1956. On a fungi-disease of eel. – Journal of the Tokyo University of Fisheries 42: 1–15.
- Hoshina, T., Sano, T. & Sunayama, M. 1960. Studies on the saprolegniasis of eel. – Journal of the Tokyo University of Fisheries 47: 59–79.
- Howe, G.E. & Stehly, G.R. 1998. Experimental infection of rainbow trout with *Saprolegnia parasitica*. – Journal of Aquatic Animal Health 10: 397–404.
- Høie, S. 1999. Yersiniose. – S. 94–96 i Poppe, T., red. Fiskehelse og fiskesykdommer. Universitetsforlaget, 411 s.
- Håstein, T. & Unestam, T. 1972. Krepsepest nå i Norge. – Fauna 25: 19–22.

- Håstein, T., Hegge, O., Kjeldberg, G., Langvad, F. & Østergård, P. 1999. Fiskedød i vassdrag i Oppland i perioden 1990-1998 forårsaket av soppen *Saprolegnia* spp. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernvedelingen, Rapport 5/99: 1-9.
- Johansson, N. & Ljungberg, O. 1977. Ulcerative dermal necrosis (UDN) in Swedish salmon rivers. - International Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1977/M:41: 1-7.
- Johansson, N., Svensson, K.M. & Fridberg, G. 1982. Studies on the pathology of ulcerative dermal necrosis (UDN) in Swedish salmon, *Salmo salar* L., and sea trout, *Salmo trutta* L., populations. - Journal of fish diseases, 5: 293-308.
- Jones, K.A., Brown, S.B. & Hara, T.J. 1987. Behavioral and biochemical studies of onset and recovery from acid stress in Arctic char (*Salvelinus alpinus*). - Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 44: 373-381.
- Khulbe, R.D. 1990. A taxo-ecological review on different species of *Saprolegnia* a common watermold. - S. 205-215 in Agrawal, V.P. & Das, P., eds. Recent trends in Limnology. Society of Biosciences, India.
- de Kinkelin, P. & le Turdu, Y. 1971. L'enzootie d' "ulcerative dermal necrosis" du saumon (*Salmo salar* L. 1766) en Bretagne. - Bull. fr. Piscic. 241: 115-126.
- Klitgaard, A. 1977. Svampinfektion på avelsøring i Bonäshamn. - Rapport från Fiskodlingskonferansen i Bollnäs 15.-17. Februari 1977: 68-71.
- Langvad, F. 1990. Soppinfeksjoner (Mykoser) hos fisk. - S. 214-224 i Poppe, T., red. Fiskehelse. John Grieg forlag:
- Leano, E.M., Vrijmoed, L.P. & Gareth Jones, E.B. 1999. *Saprolegnia diclina* isolated from pond cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Hong Kong. - Mycol. Res. 103: 701-706.
- Leclerc, M.C., Guillot, J. & Deville, M. 2000. Taxonomic and phylogenetic analysis of Saporlegniaceae (Oomycetes) inferred from LSU rDNA and ITS sequence comparisons. - Antonie van Leeuwenhoek 77: 369-377.
- Ljungberg, O. & Johansson, N. 1977. Ulcerös dermal nekros hos laxfiskar. - Svensk Veterinärtidning 4: 129-135.
- McArdle, J.F. & Dooley-Martyn, C. 1985. Isolation of *Yersinia ruckeri* type I (Hagerman strain) from goldfish *Carassius auratus* (L.) - Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 5: 10-11.
- McDaniel, D.W. 1971. Hagerman redmouth. - American Fishes U.S. Trout News 15: 14-28.
- Meng, H.L., Wise, D.J. & Robinson, E.H. 1996. Chemical prevention and treatment of winter saprolegniosis ("winter kill") in channel catfish *Ictalurus punctatus*. - Journal of the World Aquaculture Society 27: 1-6.
- Meier, W., Klinger, R., Muller, R. & Luginbuhl, H. 1977a. Ulzerative Dermalnekrose (UDN) der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) in der Schweiz. Teil I: Makroskopische und mikroskopische Befunde. - Schweizer Arch. Tierheilk.119: 235-245.
- Meier, W., Klinger, R., Muller, R. & Luginbuhl, H. 1977b. Ulzerative Dermalnekrose (UDN) der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) in der Schweiz. Teil II: Pradisponierende und infektionsbegünstigende Faktoren. - Schweizer Arch. Tierheilk.119: 277-291.
- Michel, C., Faivre, B. & de Kinkelin, P. 1986. A clinical case of enteric redmouth in minnows (*Pimephales promelas*) imported in Europe as bait-fish. - Bulletin of the European Society of Fish Pathologists 6: 97-99.
- Mills, D. & Graesser, N. 1992. The salmon rivers of Scotland. - Cassel London. 1-339.
- Mitchum, D.L. 1981. Concurrent infections: ERM and furunculosis found in emerald shiners. - FHS/AFS Fish Health Newsletter 9: 2.
- Munro, A.L.S. 1970. Ulcerative dermal necrosis, a disease of migratory salmonid fishes in the rivers of the British Isles. - Biological Conservation 2: 129-132.
- Murphy, T. 1973. Ulcerative dermal necrosis (UDN) of salmonids - a review. - Ir. vet. J. 27: 85-90.
- Myhr, E. 1990. Yersiniose. I Poppe, T. (red.) Fiskehelse. John Grieg forlag: 152-157.
- Neish, G.A. 1977. Observations on saprolegniasis of adult sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). - Journal of Fish Biology 10: 513-522.
- Neish, G.A. & Hughes, G.C. 1980. Fungal diseases of fishes. - T.F.H. Publications, Inc., Ltd., New Jersey.
- Noga, E.J. 1993. Water mold infections of freshwater fish: recent advances. - Annual Rev. of Fish Diseases: 291-304.
- Nylund, A. 1999. *Ichthyophonus hoferi*. I Poppe, T. (red.) Fiskehelse og fiske sykdommer. - Universitetsforlaget: 175.
- O'Brien, D.J. 1974. Use of lesion filtrates for transmission of UDN (ulcerative dermal necrosis) in salmonids. - J. Fish Biol. 6: 507-511.
- Pickering, A.D. 1977. Seasonal changes in the epidermis of the brown trout, *Salmo trutta* (L.). - J. Fish Biol. 10: 561-566.
- Pickering, A.D. 1994. Factors which predispose salmonid fish to saprolegniasis. In: Mueller, G.J. (ed.). Salmon saprolegniasis. Bonneville Power Administration, Oregon: 67-84.
- Pickering, A.D. & Christie, P. 1980. Sexual differences in the incidence and severity of ectoparasitic infestation of the brown trout, *Salmo trutta* L. - J. Fish Biol. 16: 669-683.
- Pickering, A.D. & Duston, J. 1983. Administration of cortisol to brown trout, *Salmo trutta* L., and its effects on the susceptibility to *Saprolegnia* infection and furunculosis. - J. Fish Biol 23: 163-175.
- Pickering, A.D. & Pottinger, T.G. 1985. Cortisol can increase the susceptibility of brown trout, *Salmo trutta* to disease without reducing the white blood cell count. - J. Fish Biol. 27: 611-620.
- Pickering, A.D. & Pottinger, T.G. 1988. Lymphocytopenia and the overwinter survival of Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L. - J. Fish Biol. 32: 689-697

- Pickering, A.D. & Pottinger, T.G. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. – *Fish Physiol. Biochem.* 7: 253–258.
- Pickering, A.D. & Willoughby, L.G. 1977. Epidermal lesions and fungal infection on the perch, *Perca fluviatilis* L., in Windermere. – *J. Fish Biol.* 11: 349–354.
- Pickering, A.D. & Willoughby, L.G. 1982. *Saprolegnia* Infections of Salmonid Fish. – S. 271–297 in Roberts, R.J., ed. *Microbial diseases of fish*. Academic press.
- Plehn, M. & Mulsow, K. 1911. Der Erreger der "Taumelkrankheit" der Salmoniden. – *Zentbl. Bakt. Parasitkde., Abt. 1*, 58: 63–68.
- Poppe, T. 1990 Ulcerativ Dermal Necrose (UDN). – S. 308–310 i Poppe, T., red. *Fiskehelse. Sykdommer - behandling - forebygging*. John Grieg forlag.
- Poppe, T. 1999a. Soppsykdommer. – S. 172 i Poppe, T., red. *Fiskehelse og fiskesykdommer*. Universitetsforlaget.
- Poppe, T. 1999b. Saprolegnirose. – S. 172–173 i Poppe, T., red. *Fiskehelse og fiskesykdommer*. Universitetsforlaget.
- Pottinger, T.G. & Day, J.G. 1999. A *Saprolegnia parasitica* challenge system for rainbow trout: assessment of Pyceze as an anti-fungal agent for both fish and ova. – *Dis. Aquat. Org.* 36: 129–141.
- Pyefinch, K.A. & Elson, K.G.R. 1967. Salmon disease in Irish rivers. – *Scott. Fish. Bull.* 26: 1–4.
- Reichenbach-Klinke, H.-H. 1971. On a new disease of the skin of salmonids in Central Europe. – *Riv. It. Piscic. Ittiop.* – A.VI – N.1 Gennaio-Febraio-Marzo.1971: 17–18.
- Reichenbach-Klinke, H.-H. 1974. Die Erscheinungsformen der UDN (Ulcerative Dermalnekrose), in Die Furunkulose und neuere Infektionskrankheiten der Süßwasserfische. – *Münchn. Beitr. Abwass.-Fisch.-Flüssbiol.* 25: 47–54
- Reichenbach-Klinke, H.-H. 1975. Lesions due to drugs. – P. 647–656 in Ribelin, W.E. & Migaki, G., eds. *The pathology of fishes*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Richards, R.H. 1977. Mycology of fishes. In: *Fish Pathology* (ed. by R. J. Roberts). Baillière Tindall, London.
- Richards, R.H. & Pickering, A. D. 1978. Frequency and distribution patterns of *Saprolegnia* infection in wild and hatchery-reared brown trout *Salmo trutta* L. and char *Salvelinus alpinus* (L.) - *J. Fish Dis.* 1: 69–82
- Rintamäki, P., Valtonen, E.T. & Frerichs, G.N. 1986. Occurrence of *Yersinia ruckeri* infection in farmed whitefish, *Coregonus peled* Gmelin and *Coregonus muksun* Pallas, and Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in northern Finland. – *Journal of Fish Diseases* 9: 137–140.
- Roberts, M.S. 1983. A report of an epizootic in hatchery reared rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, at an English trout farm, caused by *Yersinia ruckeri*. – *Journal of Fish diseases* 6: 551–552.
- Roberts, R.J. 1971. UDN - The present state of our knowledge. – *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, 6: 63–65.
- Roberts, R.J. 1972. Ulcerative dermal necrosis (UDN) of salmon (*Salmo salar* L.) – *Symp. zool. Soc. Lond.* 30: 53–81.
- Roberts, R.J. 1993. Ulcerative dermal necrosis (UDN) in wild salmonids. – *Fisheries Research* 17: 3–14.
- Roberts, R.J. & Shepherd, C.J. 1974. *Handbook of trout and salmon diseases*. – Fishing News (Books) Ltd. Surrey, England: 1–168.
- Roberts, R.J., Leckie, J. & Slack, H.D. 1970. 'Bald spot' disease in powan *Coregonus lavaretus* (L.) - *J. Fish Biol.* 2: 103–105.
- Rucker, R.R. 1966. Redmouth disease of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). – *Bulletin de L'office International des Epizootics*, 65: 825–830.
- Rødseth, O.M. 1999. Exophiala-infeksjoner. – S. 176–177 i Poppe, T., red. *Fiskehelse og fiskesykdommer*. Universitetsforlaget.
- Schäperclaus, W. 1986. *Fish diseases (Fischkrankheiten)*. Vol. 2. Akademie-Verlag, Berlin (Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Dehli).
- Schlotfeldt, H.-J. von, Böhm, K.H., Pfortmüller, F. & Pfortmüller, K. 1985. Rotmalseuche/ERM (Enteric redmouth disease) der Forelle und anderen Nutzfischen in Nordwestdeutschland - Vorkommen, Therapie und Vakzinierungsergebnisse. – *Tierärztliche Umschau* 40: 985–995.
- Scott, W.W. & O'Bier, Jr. 1962. Aquatic fungi associated with diseased fish and fish eggs. – *Prog. Fish Cult.* 24: 3–15.
- Snieszko, S.F. 1974. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fish. – *J. Fish Biol.* 6: 197–208.
- Sparboe, O., Koren, C., Håstein, T. Poppe, T. & Stenwig, H. 1986. The first isolation of *Yersinia ruckeri* from farmed Norwegian salmon. – *Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol.* 6: 41–42.
- Stevenson, A.B. 1970. Scourge of the salmon. – *New Scient.* 45: 353–354.
- Stevenson, R., Flett, D. & Raymond, B.T. 1993. Enteric Redmouth (ERM) and other enterobacterial infections of fish. – S. 80–105 in Ingles, V., Roberts, R.J. & Bromage, N.R., eds. *Bacterial diseases of fish*. Institute of Aquaculture. Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Strickland, K.L. & Carbery, J.T. 1968. Ulcerative dermal necrosis (UDN) of salmon in Ireland. – *Riv. ital. Piscic. Ittiop.* 3: 12–15.
- Söderhall, K. 1990. Krepssdyr. – S. 314–321 i Poppe, T., red. *Fiskehelse*. John Grieg forlag.
- Taksdal, T. & Håstein, T. 1992. Veterinærundersøkelser av syk fisk fra Begnavassdraget. S. 22–24 i Hegge, O & Østdahl, T. *Fiskedød i Begnavassdraget*. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernadv. Rapport 14: 1–30.
- Te Strake, D. 1959. Estuarine distribution and saline tolerance of some Saporlegniaceae. – *Phyton* 12: 147–152.

- Thorpe, J.E. & Roberts, R.J. 1972. An aeromonad epidemic in the brown trout (*Salmo trutta* L.) - J. Fish Biol. 4: 441-451.
- Thue, R.E. & Wollebækk, J. 1999. Storørret i Telemark. Gytebestand og valg av hydro-fysiske forhold ved gyting i Tinnelva, Bøelva, Tansåi og Tokkeåi. – Hovedoppgave i natur og miljøvern fag ved Høgskolen i Telemark: 1-83.
- Tiffney, W.N. 1939. The host range of *Saprolegnia parasitica*. - Mycologia 31: 310-321
- Toor, H.S., Sehgal, H.S. & Sehdev, R.S. 1983. A case study of acute fish diseases in tanks loaded with high levels of organic manures. – Aquaculture 35: 277–282.
- Vennerström, P., Pylkkö, P., Säkki, S. & Leinonen, T. 1999. High mortality among brood fish in Finland due to infection by *Saprolegnia* sp. - Ninth international conference "Diseases of fish and shellfish", 19.-24. September 1999, Rhodes, Greece. European Association of Fish Pathologists.
- Vishniac, H.S. & Nigrelli, R.F. 1957. The ability of the Saprolegniaceae to parasitize Platyfish. - Zoologia: New York Zoological Society 11: 131-136.
- Wachs, B. 1973. Bei Bachforellen experimentell erzeugte Symptome der geschwürigen Hautnekrose (UDN). – Z. Wass. AbwasserForsch. 6: 153–159.
- Wedemeyer, G. 1970. The role of stress in disease resistance of fishes. Am. Fish. Soc., Spes. Publ. 5: 30–35.
- Willoughby, L.G. 1969. Salmon disease in Windermere and the river Leven; the fungal aspect. - Salmon and trout magazine 186: 124-129.
- Willoughby, L.G. 1970. Mycological aspects of a disease of young perch in Windemere. - Journal of Fish Biology 2: 113-116.
- Willoughby, L.G. 1971. Observations on fungal parasites of Lake District salmonids. – Salm. Trout Mag. No. 192: 152–158.
- Willoughby, L.G. 1978. *Saprolegnias* of salmonid fish in Windermere: a critical analysis. - J. Fish Dis. 1: 51-67.
- Willoughby, L.G. 1985. Rapid preliminary screening of *Saprolegnia* on fish. - Journal of Fish Diseases 8: 473-476.
- Willumsen, B. 1989. Birds and wild fish as potential vectors of *Yersinia ruckeri*. – Journal of Fish Diseases 12: 275–277.
- Wilson, J.G.M. 1976. Immunological aspects of fungal disease in fish. – P. 573–601 in Gareth Jones, E.B., ed. Recent advances in aquatic mycology. Paul Elek (Scientific Books) Ltd. London.
- Wobeser, G. 1973. An outbreak of redmouth disease in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in Saskatchewan. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 30: 571-575.
- Wood, J.W. 1974. Diseases of Pacific salmon – their prevention and treatment, 2nd edition. - Dept. Fish., Hatcheries Div., State of Washington: 1-82.
- Wood, S.E. & Willoughby, L.G. 1986. Ecological observations on the fungal colonization of fish by Saprolegniaceae in Windermere. - Journal of Applied Ecology 23: 737-749.
- Wolke, R.E. eds. 1975. Pathology of bacterial and fungal diseases affecting fish. - pp 33-116 in Ribelin, W.E. & Migaki, G. The pathology of fishes. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Yuasa, K. & Hatai, K. 1995. Relationship between pathogenicity of *Saprolegnia* spp. isolates to rainbow-trout and their biological characteristics. - Fish Pathology 30: 101-106.
- Yuasa, K., Kitanchaen, N. & Hatai, K. 1997. Simple method to distinguish between *Saprolegnia parasitica* and *S. diclina* isolated from fishes with saprolegniasis. - Fish Pathology 32: 175-176.

NINA Oppdragsmelding 716

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1268-4

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

