BIOLOGI, SJUKDOMAR OCH MAKROPARASITER HOS FLUNDRA (*Platichthys flesus* (L.)) I PULMANKIJÄRVI

Charlotta Hagman
1999
Pro gradu avhandling
Linjen i miljöbiologi
Institutionen för biologi, Åbo Akademi

Åbo Akademi
Institutionen för biologi

Hagman Eva Charlotta:

Sjukdomar, makroparasiter och biologi hos flundra (*Platichthys flesus* (L.)) i Pulmankijärvi.

Diseases, macroparasites and biology of flounder (*Platichthys flesus* (L.)) in Lake Pulmankijärvi.

Pro gradu avhandling, 66 sidor. M.Sc. Thesis, 66 pages.
Biologi, linjen för miljöbiologi
November 1999

Nyckelord: **Flundra, *Platichthys flesus*, Pulmankijärvi, Parasitologi, Fisksjukdomar**
Keywords: **Flounder, *Platichthys flesus*, Lake Pulmankijärvi, Parasitology, Fishdisease**

ABSTRAKT

Flundra (*Platichthys flesus* (L.)) fångades i sjön Pulmankijärvi i Lappland, Finland, och undersöktes gällande biologi, födoval, sjukdomar och makroskopiska hud och inälvsparasiter. Totalt undersöktes 175 flundror från Pulmankijärvi. De undersökta flundrorna var små till växten, unga och icke könsmogna. Födovalet utgjordes främst av blötdjur, insekter, kräftdjur och fisk. Fenröta / fenerosion förekom hos 76 %, ärr på 10 % och röda prickar (blödningar) i huden på flundrornas blindsida hos 43 % av de undersökta flundrorna. Hos 95 % av de undersökta flundrorna påträffades parasiter. Tarmparasiterna tillhörde klasserna Trematoda, Cestoda och Acanthocephala. På huden påträffades fiskigeln. I tarmen och levern påträffades encysterade parasiter som inte artbestämdes.

ABSTRACT

Flounder (*Platichthys flesus* (L.)) were caught in Lake Pulmankijärvi in Lapland, Finland, and were examined for biology, stomach contents, diseases and macroscopic parasites on the skin and in the intestine. A total of 175 flounders were examined from Pulmankijärvi. The examined flounders were small, young and immature. Their stomach contens consisted of molluscs, insects, crustaceans and fish. Finerosion was detected on 76%, scars on 10% and red lecions on the skin on 43% of the flounders examined. Parasites were detected on 95 % of the flounders examined. The intestinal parasites belonged to the classes Trematoda, Cestoda and Acanthocephala. *Piscicola geometra* was detected on the skin. encysted paratites were detected in the intestine and on the liver but these were not identified.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	SID
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
1. INLEDNING	3
2. MÅLSÄTTNING	4
3. LITTERATURÖVERSIKT	4
3.1. BIOLOGI	4
3.1.1. UTBREDNING	4
3.1.2. MIGRATION	5
3.1.3. TILLVÄXT OCH ÅLDER	6
3.1.4. KONDITIONSFAKTOR	7
3.1.5. KÖNSMOGNAD OCH LEK	7
3.1.6. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA	9
3.1.7. FÖDOVAL	9
3.2. FLUNDRANS SJUKDOMAR OCH PARASITER	9
3.2.1. ALLMÄNT OM FISKSJUKDOMAR	9
3.2.2. SJUKDOMAR HOS FLUNDRA	11
3.2.2.1. LYMFOCYSTIS	11
3.2.2.2. HUDSÅRSJUKA	12
3.2.2.3. FENRÖTA	13
3.2.2.4. LEVERNODULER OCH –TUMÖRER	13
3.2.2.5. SKELETTDEFORMATIONER	14
3.2.2.6. SIDOLINJEMISSBILDNINGAR	14
3.2.2.7. PIGMENTFÖRÄNDRINGAR	14
3.2.3. MAKROPARASITER HOS FLUNDRA	15
3.2.3.1. TREMATODA (SUGMASKAR)	15
3.2.3.2. CESTODA (BANDMASKAR)	16
3.2.3.3. NEMATODA (RUNDMASKAR)	16
3.2.3.4. ACANTHOCEPHALA (HAKMASKAR)	17
3.2.3.5. HIRUDINEA (IGLAR)	17
3.2.3.6. KRÄFTDJUR	17
4. MATERIAL OCH METODER	17
4.1. UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	17
4.1.1. PULMANKIJÄRVI	17
4.1.2. TANA ÄLV	19
4.1.3. FÖRORENING I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	20
4.2. MATERIALINSAMLING	21
4.3. BEHANDLING AV FÅNGSTEN	21
4.4. RESULTATANALYS	22
4.4.1. FÖDOVALSANALYS OCH TARMPARASITANALYS	23
4.4.2. SVEPELEKTRONMIKROSKOPISK ANALYS	23
4.4.3. STATISTISKA METODER	24
5. RESULTAT	24
5.1. BIOLOGI	24
5.1.1. FÅNGSTER	24
5.1.2. LÄNGD-, VIKT-, KÖNS- OCH ÅLDERSFÖRDELNING	25
5.1.3. KONDITIONSFAKTOR	30

5.1.4. KÖNSMOGNAD 32
5.1.5. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA 32
5.2. FÖDOVAL 33
5.3. NOTERADE SJUKDOMAR 35
5.3.1. HUDPIGMENT OCH "DUBBELSIDIGHET" 38
5.4. PARASITFÖREKOMST 38
6. DISKUSSION 42
6.1. BIOLOGI 42
6.1.1. FÅNGSTEN 42
6.1.2. LÄNGD, VIKT, TILLVÄXT, ÅLDER OCH KÖNSFÖRDELNING 43
6.1.3. KONDITIONSFAKTOR 46
6.1.4. KÖNSMOGNAD 46
6.1.5. LEK 47
6.1.6. MIGRATION 48
6.1.7. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA 49
6.2. FÖDOVAL 50
6.3. SJUKDOMAR 50
6.3.1. FÖREKOMST AV SJUKDOMAR OCH DEFEKTER SAMT DERAS EVENTUELLA ORSAKER 50
6.3.1.1. FENRÖTA 50
6.3.1.2. "HUDPRICKAR" 51
6.3.2. AVSAKNADEN AV ANDRA ALLMÄNT FÖREKOMMANDE SJUKDOMAR 51
6.3.2.1. MULTIFAKTORIELLA FISKSJUKDOMSORSAKER 52
6.3.2.2. FÖRORENING 52
6.3.2.3. FISKEAKTIVITET 53
6.3.2.4. LÄNGD, VIKT ÅLDER OCH KÖNSMOGNAD 53
6.3.2.5. LEK 54
6.3.2.6. SALTHALTSFLUKTUATIONER 54
6.3.2.7. PATOGENER 55
6.3.2.8. POPULATIONSTÄTHET 55
6.3.2.9. PIGMENT OCH "DUBBELSIDIGHET" 56
6.4. PARASITFÖREKOMST 56
6.5. FELKÄLLOR 57
7. SAMMANFATTNING 58
TILLKÄNNAGIVANDE 59
REFERENSER 60
BILAGOR

1. INLEDNING

Undersökningar av förekomsten av sjukdomar hos fisk inleddes då Johnston år 1905 rapporterade om fisksjukdomar i Nordsjön (Johnstone, 1905). Systematisk undersökning av fisksjukdomar påbörjades dock först på 1970-talet då man även började klarlägga det eventuella sambandet mellan föroreningar i vattenmiljön och uppkomsten av sjukdomar hos fisk. Bland de första som undersökte föroreningars inverkan på uppkomsten av sjukdomar hos fisk var Snietszko (1974) och Sindermann (1979). Föroreningars inverkan på uppkomsten av fisksjukdomar har i Europa undersökts i bl.a. Nordsjön (Peters & Waterman, 1979; Dethlefsen, 1980, 1984; Vethaak, 1985, 1992; Vethaak & Rheinallt, 1992; Vethaak & Jol, 1996), Östersjön (Vitinsh & Baranova, 1976; Dethlefsen & Watermann, 1982; Lehtinen et al., 1984; Lindesjöö, 1984; Wiklund & Bylund, 1993, 1994; Lang & Dethlefsen, 1994; Wiklund, 1994;) och i övriga europeiska vattendrag (Shelton & Wilson, 1973; Möller, 1984, 1990; Bucke et al., 1983 a, b; Reiersen & Fugelli, 1984; Dethlefsen et al., 1987). Det är dock ännu oklart om ett direkt samband råder mellan uppkomsten av fisksjukdomar och föroreningar i vattenmiljön.

Det förekommer en del svårigheter vid undersökning av föroreningars inverkan på uppkomsten av sjukdomar. Det har visat sig svårt att skilja på naturligt uppkomna sjukdomar hos fisk från sjukdomar förorsakade av föroreningar i vattendragen (Vethaak, 1987). Även avsaknaden av oförorenade vattendrag som kan användas som referensområden utgör ett problem vid undersökning av fisksjukdomar. Nordsjön och Östersjön samt de flesta europeiska floderna anses alla vara förorenade till en viss grad.

Enligt Internationella havsforskningsrådets (ICES: International Council for the Exploration of the Sea) Östersjö-arbetsgrupp, lämpar sig flundra *Platichthys flesus* (L.), bäst som indikatororganism vid undersökningar av hur förändringar i miljön påverkar uppkomsten av fisksjukdomar. Orsakerna till flundrans lämplighet som indikatororganism anses vara dess 1. stora utbredning, 2. relativt höga abundans, 3. stationära beteende, 4. lättupptäckta sjukdomar och parasiter samt 5. bottenära habitat som gör den utsatt för föroreningar i sedimenten (Lang et al., 1995).

Flera undersökningar har gjorts om förekomsten av sjukdomar hos flundra i bl.a. Nordsjön (Vethaak, 1987, 1992; Vethaak & Jol, 1996), Östersjön (Dethlefsen & Watermann, 1982; Lindesjöö, 1984; Wiklund & Bylund, 1993, 1994; Lang & Dethlefsen, 1994; Wiklund, 1994) samt i övriga europeiska vattendrag (Bucke et al.,1983 a, b; Reiersen & Fugelli, 1984; Möller, 1984, 1990; Ullrich, 1992, 1994), men entydiga bevis på vilken roll föroreningar har för uppkomsten av sjukdomar hos flundra har inte framkommit.

2. MÅLSÄTTNING

Under sommaren 1995 undersöktes flundra i Pulmankijärvi i finska Lappland. Syftet med undersökningen var att ta reda på förekomsten av sjukdomar hos flundrepopulationen i sjön. Pulmankijärvi belastas inte av mänsklig aktivitet i form av industri, koncentrerad bosättning eller odlingsmarker och sjön kan därmed räknas vara oförorenad. Den erhållna informationen beträffande flundrepopulationen i Pulmankijärvi avsågs kunna fungera som referens vid undersökningar av mera förorenade miljöer där man använder sjukdomsprevalens som indikator på förorening. Flundrorna från Pulmankijärvi undersöktes med avseende på förekomsten av fisksjukdomar som tidigare rapporterats hos flundra i marina-, brack- och sötvatten. I samband med sjukdomsundersökningen undersöktes även flundrans biologi samt makroparasiter. Inga tidigare undersökningar av flundrepopulationen i Pulmankijärvi har gjorts, det har dock spekulerats i huruvida flundran utgör en egen population eller om den vandrar till sjön från Tana älv (Bilaga 1).

3. LITTERATURÖVERSIKT

3.1. BIOLOGI

3.1.1 UTBREDNING

Flundra förekommer utefter Europas marina kustvatten från Svarta havet via Medelhavet till Atlantkusten och upp till Novaja Zemljas sydligaste delar. Den förekommer även i Östersjöns brackvatten, men är sällsynt i de saltfattigare östra Finska viken och norra Bottenviken.

Flundran är en euryhalin art som är känd för att tåla stora fluktuationer i salthalt och temperatur. Den påträffas ofta i grunda brackvatten, i flodernas sötvattenområden och t.o.m. i sjöar. Flundran föredrar sand och gyttjebotten, men kan påträffas på flera olika andra bottentyper. I Östersjön anses flundran leva på gränsen av sitt utbredningsområde och den har här anpassat sig till detta för den ofördelaktiga förhållande (Halme, 1962; Lange & Fugelli, 1965 citerad i Beaumont & Mann, 1984; Hansen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Wirjoatmodjo & Pitcher, 1984; Vethaak, 1992; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995).

3.1.2. Migration

Flundran räknas traditionellt som en stationär bottenfisk, med stark bundenhet till kustområden och närliggande havsområden. Säsongsvandringar till lekplatser och näringsrika lokaler förekommer dock. Dessa vandringar är främst lokala men även fjärrvandringar förekommer. I t.ex. Östersjön har märkta flundror vandrat över 400 km på två år (Halme, 1962; Otterlind, 1966, 1967; Hansen, 1979; Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984).

Flundran är en katadrom art som vid Atlantkusten vintertid vandrar från brackvatten- och sötvattenområdena inne i flodmynningar och fjordar, till öppna havet för att övervintra och leka i djupare vatten. Efter leken återvänder flundrorna till floderna där de vistas största delen av året (Nordqvist, 1901; Arnold-Reed & Balment, 1990). Flundran har genom sin starka anpassningsförmåga till olika hydrografiska förhållanden i Östersjön kunnat bilda mer eller mindre skilda populationer med olika vandringsvanor (Otterlind, 1967; Aro, 1989). I södra Östersjön utför flundrorna säsongsvandringar mellan grunda kustnära vatten och djupare vatten längre ut till havs, för att där övervintra och leka. Även flundrorna i norra Östersjön övervintrar på större djup ute till havs men vandrar däremot på vårvintern till grundare områden vid kusterna för att leka (Halme, 1962; Cieglewicz, 1963; Bonsdorff & Norkko, 1994; Koli, 1994)

Flundrornas födolokaler och "barnkammare" är på Atlantkusten koncentrerade till områden i närheten av eller i flodmynningar (De Veen, 1971 citerad i Vethaak, 1992; Wirjoatmodjo & Pitcher, 1984; Möller, 1990; Raffaelli et al., 1990). I södra Östersjön sker flundrornas näringsvandringar längs med kusten (Bagge, 1966, citerad i Aro, 1989). Flundrorna i norra Östersjön vandrar till födolokaler på djupare vatten. Här har

flundrorna åter ett dagligt vandringsmönster mellan djupare och grundare vatten (Suuronen, 1979). I Skärgårdshavet och Ålands hav är flundrornas näringsvandringar rätt lokala medan flundrorna i Finska vikens västliga delar har en mera utbredd vandring (Aro & Sjöblom, 1983; Aro, 1989).

3.1.3 TILLVÄXT OCH ÅLDER

Flundran kan uppnå en längd av 50 cm, maxvikt på 2,5 kg och kan bli 16 år gammal, men i Östersjön blir den vanligen 20-30 cm lång och väger mellan 300-600 g. Tillväxthastigheten hos flundran varierar både på individ- och populationsnivå samt mellan könen (Hansen, 1979; Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995).

En stor skillnad i längdtillväxten förekommer hos flundror från olika lokaler. Van Leeuwen & Vethaak (1988) har jämfört undersökningar som gjorts på flundror från olika miljöer. Flundrornas tillväxthastighet var generellt taget högre i brackvatten och sötvatten än i marina habitat, men det förekom även tillväxtskillnader mellan flundror från de olika brackvatten- och sötvattenmiljöerna.

Olika faktorer som påverkar flundrans tillväxt är bl.a. näringstillgång, beståndstäthet, salthalt, migration och temperatur. Enligt Hansen (1979) är flundrans tillväxt först och främst beroende av förhållandet mellan näringstillgång och beståndstäthet. Låg salthalt kan enligt Möller (1990) inverka negativt på tillgången till näring. Flundrornas födoorganismer i brackvatten kan enligt honom ha ett lägre energiinnehåll än födoorganismer i mera marina vatten. Bytesorganismernas artantal är litet i brackvatten men individantalet kan dock vara stort och en direkt inverkan av låg salthalt på tillgången på födoorganismer och på tillväxten är svår att påvisa. Den ökade osmoregleringen och ökad energiförbrukning kan negativt påverka tillväxthastigheten hos flundror i brackvatten och tidvattenmiljöer (Hansen, 1979; Möller, 1990). Halme (1962) anser att flundrans tillväxt är svagare ju lägre salthalten i vattnet är. Enligt honom är det den låga salthalten som hämmar flundrornas tillväxt och reproduktion i finska kustvatten.

Vattentemperaturen kan inverka på flundrors tillväxthastighet. Temperaturen dikterar tillväxtperiodens längd och i kalla lokaler är tillväxtperioden kort. Flundrornas tillväxt i

Vita havet är långsam på grund av den korta tillväxtperioden i området (Ssytsch-Awerinzewa, 1930, citerad i Hansen, 1979). Enligt Suuronen (1979) är flundrornas tillväxt långsam vid Finlands kuster på grund av den korta växtperioden och de hårda förhållandena med stora temperaturfluktuationer som råder här.

Honflundror växer som äldre snabbare än hanflundror och uppnår även en högre ålder. Flundror över tio år är utan undantag honor. Hanflundror blir sällan längre än 35 cm (Suuronen, 1979; 1989).

3.1.4. KONDITIONSFAKTOR

Konditionsfaktorn mäter förhållandet mellan längd och vikt och används ofta som ett mått på de biotiska och abiotiska faktorernas effekt på fiskpopulationers hälsa och välmående (Cone, 1989).

Det är en aning tvivelaktigt vad konditionsfaktorn egentligen anger. Vad säger ett högt eller lågt värde om en flundras allmänkondition? Kan man anse att en fet flundra är i god kondition? Enligt Hansen (1979) korrelerar hög konditionsfaktor med en snabbare tillväxt hos flundror. Konditionsfaktorn hos flundra varierar ifråga om lokal och undersökning. Det är svårt att jämföra konditionsfaktorer mellan undersökningar av flundror emedan beräkningarna ofta inte har gjorts på samma typ av material. Konditionsfaktorn är bl.a. i vissa undersökningar uträknad på orensad flundra och i vissa på rensad samt på blodtappad flundra.

3.1.5. KÖNSMOGNAD OCH LEK

Åldern för flundrornas könsmognad är beroende av tillväxthastigheten och kön. Snabbare tillväxt leder till tidigare könsmognad. Flundror har observerats bli könsmogna då de uppnått en längd av ca 20 cm och leker för första gången vid 2-4 års ålder. Hanar uppnår könsmognad som betydligt yngre och mindre än honor (Kändler & Thurow, 1957; Hansen, 1979; Suuronen, 1979).

Varierande lektider för flundror i olika lokaler anses beror på lokalernas vattentemperaturer. I Mellaneuropa leker flundrorna från november till april (De Veen, 1971 citerad i Vethaak, 1992; Hansen, 1979). I Oslofjorden och södra Östersjön sker leken i mars-april (Kändler & Thurow , 1957; Hansen, 1979). I norra Östersjön sker

flundrornas lek senare på våren, från slutet av maj till slutet av juni (Sandman, 1906; Suuronen, 1979; Koli, 1994). Mera norrut längs norska nordkusten till Barents hav och Vita havet sker leken ännu senare, i juni och juli då leken sammanfaller med vinterns slut (Ssytsch-Awerinzewa, 1930 citerad i Hansen, 1979; Hansen, 1979).

En flundrehona kan producera ca 2 miljoner romkorn, som kläcks 5-7 dygn efter befruktningen. Larverna driver pelagiskt tills de uppsöker botten då de nått en längd på ca. 10 mm. Vattnets salthalt måste vara minst 10 ‰ för att romkornen inte skall sjunka till botten (Suuronen, 1989; Pethon & Svedberg, 1995).

Vid sydvästra Finlands kust leker flundrorna på grunda bottnar och rommen läggs direkt på sandbotten eller på hårdbotten med algpåväxt (Sandman, 1906; Solemdal, 1967; Suuronen, 1979; Bonsdorff & Norkko; 1994, Koli, 1994). I egentliga Östersjön, där det förekommer en beständig haloklin, är flundrans rom pelagisk. I Finlands kusttrakter antas rommen vara bentisk emedan salthalten är under 10 ‰ samt romkornen här oftast är mindre till storleken än i lokaler med högre salthalt (Suuronen, 1989). Dödligheten hos bentiska flunderägg anses vara stor och endast en tredjedel av äggen utvecklas till yngel (Sandman, 1906). Den höga dödligheten kan bero på vågrörelser och på att rommen äts upp av bottendjur och rovfisk (Suuronen, 1989; Bonsdorff & Norkko, 1994).

Flundran anses inte kunna fortplanta sig i sötvatten (Beaumont & Mann, 1984). Möller och Dieckwish (1991) har emellertid hittat stora mängder flunderlarver 110 km uppströms i floden Elbes sidofåror och författarna föreslår att flundran möjligtvis kan leka i sötvatten. Under sekelskiftet påstod fiskarna i Elbe att floden hade två flundrepopulationer; en som leker i havet och en som leker i floden. Ifall flundran inte leker i Elbe, måste flundrelarverna driva från flundrans lekområden i centrala Nordsjön till Elbes flodmynning och härifrån vidare 110 km uppströms in i Elbes sidofåror (Möller & Dieckwish, 1991).

Flundra som lever i sötvatten verkar bli könsmogen senare än rent marint levande flundror. I sötvattenområdet i floden Frome i England sker den ovanligt snabba somatiska tillväxten hos flundran troligtvis på bekostnad av gonadutvecklingen emedan det här inte påträffats könsmogna individer. Det finns dock en möjlighet att de individer

inom denna sötvattenpopulation som har en snabbare gonadutveckling vandrar tidigare till havet för att leka än de flundror i populationen som har en långsammare gonadutveckling (Beaumont & Mann, 1984).

3.1.6. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA

Flundra är en av de få plattfiskarter hos vilka både individer med ögon på höger sida (normal) eller på vänster sida av kroppen kan påträffas. I olika delar i Nordsjön och Östersjön varierar prevalensen från bl.a. 5,3 % flundror med vänsterögonsida i England till respektive 35 % i Östersjön (Hansen, 1979; Vethaak et al., 1990; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995).

3.1.7. FÖDOVAL

De stora variationerna som förekommer i flundrans födoval beror på de olika miljöer flundran lever i. Flundrans viktigaste födoorganismer är blötdjur och kräftdjur, men även insektlarver, -puppor och -adulter, ormstjärnor, småfisk och rom utgör dess föda (Gottberg, 1924; Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Doornbos et al. 1984; Suuronen, 1989; Möller, 1990; Koli, 1995; Pethon & Svedberg, 1995). I sötvatten, i floden Frome i England utgjordes födan av chironomider, Ephemeroptera nymfer, *Trichoptera* larver, mollusker och crustaceer (Beaumont & Mann, 1984).

3.2. FLUNDRANS SJUKDOMAR OCH PARASITER

3.2.1. ALLMÄNT OM FISKSJUKDOMAR

Ett djur kan svara på stress på olika sätt: fysiologiskt, biokemiskt och beteendemässigt, via cell- och vävnadsförändringar samt genom förändring i infektionsresistens (Sindermann, 1983). Stress kan definieras som "summan av en organisms ospecifika reaktioner på ogynnsamma stimuli, som påverkar organismens funktionella processer och som kan leda till patologiska förändringar". Ogynnsamma stimuli kan utgöras av naturliga och icke naturliga miljöfaktorer. Förorening utgör en icke naturlig miljöfaktor (Thulin et al., 1989).

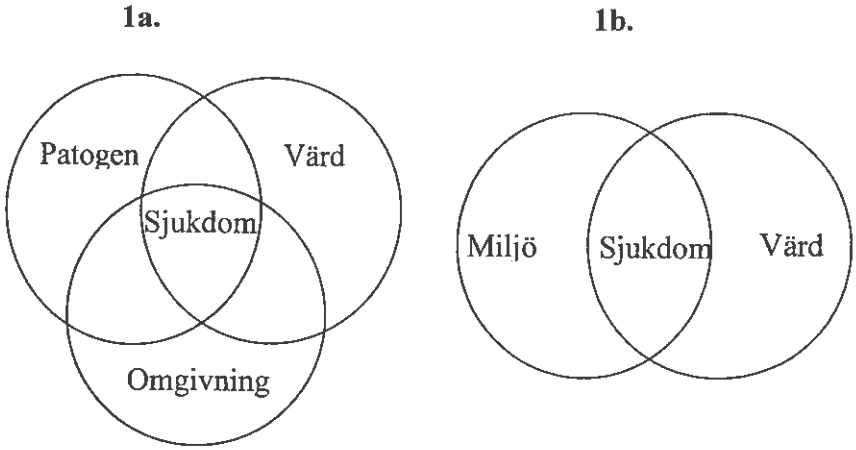
Sjukdom är en konstant följeslagare till alla växt- och djurarter. Normalt avlägsnar sjukdomar individer kontinuerligt från populationer (Sindermann, 1983). Man antar att fiskar i naturliga ekosystem alltid är bärare av potentiellt patogena mikroorganismer

som normalt inte påverkar värddjuret. Om fisken utsätts för ökande stress från omgivningen, t.ex. av toxiska ämnen i det omgivande vattnet, kan fiskens immunförsvar påverkas och sjukdom kan uppstå (Snieszko, 1974). Sjukdom kan definieras som "en avvikelse från fiskens normala fysiska och sociala välbefinnande och omfattar enstaka eller flera klara symptom och reaktioner vilka leder till en försämring av fiskens normala funktioner" (Thulin et al., 1989).

Fisksjukdomar kan indelas i två huvudgrupper: infektiösa sjukdomar och icke-infektiösa sjukdomar. Infektionssjukdomar orsakas av virus, bakterier, svamp, samt mikro- och makroparasiter. Mikroparasiter är vanligen encelliga organismer medan makroparasiterna är flercelliga organismer (Sindermann, 1983; Thulin et al., 1989). Oberoende av om det gäller mikro- eller makroparasiter står parasiternas patogenicitet vanligen i relation till i vilket antal de förekommer hos värddjuret (Thulin et al., 1989). Infektionssjukdomar utlöses av ett komplext samspel mellan patogener, miljön och värdorganismen (fig. 1). All avvikelse från normala miljöförhållanden kan resultera i en grad av stress på populationen (Snieszko, 1974).

Icke-infektiösa sjukdomar hos fisk uppkommer oberoende av patogener och är betingade av genetiska och/eller miljömässiga faktorer (fig.1) (Sindermann 1983; Thulin et al., 1989). Till icke infektiösa sjukdomar hör skelettdeformationer, missbildningar med genetiskt ursprung, fysiologiska störningar, metaboliska störningar samt vissa former av tumörer (Sindermann, 1983).

De sjukdomsframkallande miljöfaktorerna kan indelas i naturliga och icke naturliga. De naturliga miljöfaktorerna indelas i abiotiska och biotiska. Till de abiotiska miljöfaktorerna hör bl.a. kraftiga variationer i vattnets salthalt, temperatur och syrgashalt samt fiskeintensitet. Till de biotiska miljöfaktorerna hör bl.a. beståndstäthet, näringsförhållande, föda, parasitförekomst samt fiskens ålder (Snieszko, 1974; Thulin et al., 1989). De icke naturliga sjukdomspåverkande miljöfaktorerna är miljöföroreningar (Thulin et al., 1989). Sjukdomar som misstänks vara gynnade av vattenförorening är skelettdeformationer, tumörer, fenskador och sårsjuka (Möller, 1979).



Figur 1a och 1b. Två modeller på yttre och inre faktorer som ofta samverkar vid utbrott av en fisksjukdom. Förekomsten av patogener samt fiskens resistens mot patogener påverkas av de rådande miljöförhållandena (Snieszko, 1974).

3.2.2. SJUKDOMAR HOS FLUNDRA

De tre vanligaste sjukdomarna hos flundran är lymfocystis, sårsjuka och fenröta (Vethaak, 1987). Dessa sjukdomar har påträffats hos flundra längs bl.a. Englands kust, Nordsjökusten med tillhörande vattendrag samt i Östersjön (Bucke et al., 1983a,b; Dethlefsen, 1980, 1984; Dethlefsen & Lang, 1994; Dethlefsen & Watermann, 1982; Lang & Dethlefsen, 1994; Möller, 1980, 1984, 1990; Reiersen &; Fugelli, 1984; Thulin et al., 1989; Ullrich, 1992; Vethaak, 1985, 1992, 1993; Vethaak & Jol, 1996; Vitinsh & Baranova, 1976; Wiklund, 1994; Wiklund & Bylund, 1993, 1994; Wiklund & Dalsgaard, 1995). Andra sjukdomar hos flundra är levernoduler/ -tumörer, skelettdeformationer, sidolinjemissbildningar och pigmentförändringar.

3.2.2.1. LYMFOCYSTIS

Lymfocystis förekommer främst på fiskhuden. Sjukdomen karakteriseras av små 1-2 mm stora pärl- eller romkornsaktiga, genomskinliga, pigmenterade eller gräddvita noduler på fiskhuden. Nodulerna är enskilda bindvävsceller som flerfaldigt förstorats av en virusinfektion. Lymfocystis cellerna kan vara jämnt utspridda över hela kroppsytan men ofta uppträder de i klaslika samlingar. Ibland förekommer sjukdomssymptomen även i inre organ t.ex. i levern och mjälten (Bucke et al., 1983b; Bylund & Fagerholm, 1984; Lindesjöö, 1984; Vethaak, 1993; Wiklund & Bylund, 1994; Vethaak & Jol, 1996). Lymfocystis anses vara en mycket smittosam sjukdom (Sindermann, 1979). Viruset som orsakar sjukdomen kan spridas från fisk till fisk bl.a. genom kontakten mellan hona-hane i samband med leken. Under lekperioden är flundran utsatt för stress

och hög populationstäthet, vilket ökar infektionsrisken. Dessutom äter flundran nästan inget under lekperioden, vilket kan försämra dess kondition (Bylund & Fagerholm, 1984; Vethaak, 1987).

Det råder olika uppfattningar om huruvida föroreningar inducerar uppkomsten av lymfocystis hos flundra. Enligt Bucke et al. (1983b), är det en ofta uttryckt åsikt att lymfocystis är en infektionssjukdom, som inte verkar ha ett föroreningsrelaterat ursprung. Enligt Lindesjöö (1984) är många av den åsikten att lymfocystis är associerat med föroreningar varpå följer att denna sjukdom är en av de viktigaste i uppföljningsprogram av fisksjukdomar. Vethak (1993) och Vethaak & Jol (1996) fann inte klara indikationer på att förorening inverkar på lymfocystisprevalensen längs den nederländska kusten, men att samverkan av föroreningar med andra faktorer, som salthalt, fiskeaktivitet, migration och lek kan öka sjukdomsprevalensen.

3.2.2.2. HUDSÅRSJUKA

Hos flundra förekommer hudsårsjuka både på ögon- och blindsidan av fisken. Symptomen hos flundra har beskrivits som oftast runda, röda och öppna sår. Första tecken på sår är svaga blödningar på huden. Dessa utvecklas i ett senare skede till ett vitt sår omgivet av en kant av röd, blödande, inflammerad vävnad. Slutligen, i det egentliga sårskedet, blir muskelvävnaden synlig och det röda såret har en vit kant av nekrotisk vävnad som omges av ett rött, blödande område. Sårens storlek kan variera från små skador på 1-2 mm till större eroderade områden på 1-2 cm i diameter. Såren läker troligtvis ofta och ärren kan identifieras som områden med mörkt pigment eller oregelbundet strukturerad hud (Vethaak, 1993; Wiklund, 1994; Vethaak & Jol, 1996). Ett större hudsår eller flera små kan rubba fiskens salt/vattenbalans och kan leda till att fisken dör (Thulin et al., 1989).

Vad som orsakar sårsjuka är ännu inte känt, men man har antagit att om skadad hud infekteras av bakterier uppkommer sår. Skador på huden kan vara orsakade av fiskeredskap eller vara en följd av fiskarnas lekbeteende (Möller, 1981; Dethlefsen et al., 1987; Vethaak, 1993; Wiklund & Bylund, 1993, Vethaak & Jol, 1996).

Bakterierna, "atypisk" *Aeromonas salmonicida, Vibrio anguillarum*, samt *Aeromonas hydrophila* har isolerats från sår hos flundra (Wiklund & Bylund, 1991, 1993; Ullrich,

1992; Wiklund et al, 1994; Wiklund & Dalsgaard, 1995). Även hög salthalt, salthaltsfluktuationer, osmotisk stress, temperaturökning, syrefattiga sediment, trängsel, föroreningar, födobrist och låg kondition har antagits kunna påverka uppkomsten av sårsjuka (Sindermann, 1979; Möller, 1981, 1984, 1990; Ullrich, 1992; Vethaak, 1992, 1993).

Man har inte funnit bevis på samband mellan förorening och sårsjuka (Möller, 1984, 1990; Ullrich, 1992; Vethaak, 1993; Wiklund, 1994 Vethaak & Jol, 1996), men höga prevalenser av sårsjuka har påträffats i lokaler påverkade av förorening (Vethaak, 1987; Wiklund, 1994). Enligt Sindermann (1979) är sårsjuka, näst efter fenröta troligtvis den oftast rapporterade sjukdomen hos fisk i förorenade vatten.

3.2.2.3. FENRÖTA

Den troligtvis bäst kända men sämst förstådda fisksjukdomen i förorenade områden är enligt Sindermann (1979) det ickespecifika tillståndet som kallas fenröta. Detta syndrom verkar ganska klart kunna associeras till nedsmutsade kustmiljöer (Sindermann, 1979).

Fenröta har beskrivits som vävnadsnekros på fenor. Fenornas yttre kanter blir vita och eroderade och fenstrålarna blir synliga då den mjuka vävnaden mellan dem försvinner. I de allvarligaste fallen resulterar sjukdomen i fullständigt bortfall av fenan. Hos plattfiskar påverkas främst rygg- och stjärtfenorna samt de pariga fenorna (Mahoney et al., 1973; Vethaak, 1985, 1993).

Fenröta orsakas troligtvis av bakterieinfektion, men man vet inte med säkerhet om bakterierna är den primära sjukdomsorsaken. Troligtvis är det fråga om en blandad etiologi (Vethaak, 1993). Enligt Sindermann (1983) kan fenröta kopplas till kemiska stressfaktorer som påverkar fiskens skyddande slemlager. Dylik kemisk stress kan bero på låg syrehalt kombinerat med en hög sulfidhalt i vattenmiljön. En bakteriell invasion på det skadade slemlagret kan utgöra den sekundära effekten.

3.2.2.4. LEVERNODULER OCH -TUMÖRER

Levernoduler hos flundra kännetecknas av vävnadsförändringar med väldefinierade kanter på leverns yta. Färgen på nodulerna varierar från mörkröda till nästan vita.

Nodulerna utgörs av pre-neoplastiska och neoplastiska vävnadsförändringar samt carsinomer (Wiklund & Bylund, 1994). I utvecklingen av levertumörer har man troligtvis det starkaste beviset på sambandet mellan förorening och sjukdom. Det förekommer bl.a. en högre prevalens av levertumörer hos flundra från förorenade lokaler än från icke förorenade lokaler vid den nederländska kusten (Vethaak, 1987, 1993; Vethaak & Jol, 1996).

Emedan lymfocystis och sårsjuka är infektionssjukdomar kan effekten av förorening enbart vara indirekt, t.ex. genom nedsatt motståndskraft hos fisken eller genom ökad styrka hos en patogen. Däremot kan leverneoplasmer ha en direkt kemisk etiologi utan inblandning av en infektionsfaktor (Vethaak & Jol, 1996).

3.2.2.5. SKELETTDEFORMATIONER

De vanligaste skelettdeformationerna hos fisk är skoliosis (lateral böjning av ryggraden), lordosis (dorso-ventral böjning av ryggraden), kotkompression, mopsskalle och käkdeformation (förkortning av pann- och överkäksbenet), samt olika missbildningar av fenor och gälbågar. Skelettskadorna är antingen av genetiskt ursprung eller förvärvade och kan orsakas av bl.a. vitaminbrist, syrebrist, bakterier och parasiter (Lindesjöö, 1984; Thulin et al., 1989).

3.2.2.6. SIDOLINJEMISSBILDNINGAR

Sidolinjemissbildningar beskrivs som inbuktningar, avbrott och utskott på laterallinjen. Storleken på avvikelserna varierar från några millimeter till fullständig avsaknad av laterallinjen (Wiklund & Bylund, 1994).

3.2.2.7. PIGMENTFÖRÄNDRINGAR

Pigmentförändringar hos flundra anses som en normal företeelse (Bucke et al., 1983). Pigmentavvikelser är vanligtvis ärftligt eller utvecklingsmässigt betingade, men förändringarna kan även vara orsakade av parasiter eller miljöförhållanden. Pigmentförändringarna är oftast mörka fläckar på flundrans blindsida. Mörk pigmentering kan även observeras i läkande sårkanter på fiskhuden (Thulin et al., 1989).

3.2.3. MAKROPARASITER HOS FLUNDRA

En parasits skadegörande inverkan på värddjuret beror på parasitens, värddjurets och miljöns samverkan. Parasiter skadar normalt inte adulta, fritt levande fiskar. Om fiskens motståndskraft däremot är nedsatt, p.g.a. ogynnsamma yttre faktorer, har parasiter en märkbart större betydelse som sjukdomsorsakare (fig. 1a). Parasiter kan förekomma både på fiskarnas yttre organ, gälar och fenor (ektoparasiter) och på de inre organen (endoparasiter) (Bylund & Fagerholm, 1984). Nedan beskrivs några makroparasiter från olika vattenmiljöer vilka eventuellt kunde ha förekommit hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

3.2.3.1. TREMATODA (SUGMASKAR)

Metacerkarien av trematoden *Cryptocotyle lingua* och *C. concavum* förekommer hos de flesta marina fiskarter. Hos fisken känner man igen metacerkarien av *Cryptocotyle* sp. som en svart prick, som ofta finns i stort antal i hudepitel över hela kroppsytan och fenorna samt ibland även i hornhinnan. I Östersjön förekommer *C. concavum* metacercarier allmänt i huden på fenorna och kroppen av flundra (Möller & Anders, 1986; Thulin et al, 1989; Fagerholm & Köje, 1994; Wiklund & Bylund, 1994).

Diplostomatosis är en ögonsjukdom förorsakad av cercarielarven av trematoden *Diplostomum* sp. som tränger in i fiskkroppen och sedan vandrar till fiskens lins och kan t.o.m. göra fisken blind. Den nedsatta synen (katarakt) kan leda till att fisken har svårare att hitta föda, vilket resulterar i viktminskning och försämrad kondition. Vid akut infektion, då cercarien borrar sig genom fiskens hud och gälar, förorsakar de blödningar på dessa ställen. Larver som vandrar i fiskkroppen täpper ibland igen tunna blodkärl i gälarna och hjärnan vilket kan resultera i fiskens död. Diplostomatos känns igen på grumlighet i ögonen. *Diplostomum* sp. är vanlig i söt- och brackvattenfisk (Bylund & Fagerholm, 1984; Möller & Anders, 1986; Thulin et al., 1989).

Hos flundra från Nordatlanten påträffas metacercarier av trematoden *Stephanostomum baccatum* inkapslade ytterst i muskulaturen och på fiskens blindsida mellan fenornas fenstrålar. De ca 1 mm stora cystorna är omgivna av vit pigmentering. Hos ungfisk är ofta hela blindsidan angripen men hos äldre individer syns cystorna framför allt vid basen av fenstålarna. Man har i laboratorieexperiment visat att parasiten har en

försvagande effekt på ungfisk ibland med dödlig utgång (Möller & Anders, 1986; Thulin et al., 1989).

3.2.3.2. CESTODA (BANDMASKAR)

Cestoderna är alla endoparasiter. Adulta cestoder påträffas i värddjurets matsmältningskanal. Fisken behöver inte få tydliga sjukdomssymptom fastän tarmen är full av maskar. Större tjockväggiga cystor som påträffas framförallt i levern och i övriga organ innehåller ofta inkapslade cestodlarver. Cestoder förekommer i marina-, brackvatten- och sötvattenmiljöer (Bylund & Fagerholm, 1984; Möller & Anders, 1986; Thulin et al., 1989). I flundra i Östersjön har man påträffat cestoder bl.a. av arterna *Bothriocephalus* spp., *Proteocephalus* sp. samt *Caryophylleus* sp. (Fagerholm & Köie, 1994).

3.2.3.3. NEMATODA (RUNDMASKAR)

Nematoderna är en artrik grupp inkluderande parasitiska former, med spridning i många miljöer. I fisk påträffas de oftast 1-20 mm långa larverna av parasitiska nematoder liggande orörliga och inkapslade på bukhålans organ och ibland även i fiskens muskulatur. Adulter, som i regel lever i fiskens mag- och tarmkanal, har en låg sjukdomsframkallande inverkan på sina värddjur (Möller & Anders, 1986; Thulin et al, 1989).

Anisakis simplex, spiralmasken, hör till de få fiskparasiter som även kan skada människan. I sin andra mellanvärld, fisken, återfinns *Anisakis* i en platt, mycket karakteristisk spiral inkapslad på bukhålans organ och bindvävshinnor. *Anasakis* är vanlig i de flesta marina fiskarter (Thulin et al., 1989).

Hysterothylaceum aduncum förekommer både som larv och som adult hos fisk i marint och bräckt vatten. Den adulta masken, som i flundra sällan blir könsmogen, lever i fiskens mage och tarm, utan att förorsaka sjukdomssymptom för fisken. I Östersjön förekommer denna nematod ofta hos flundra (Bylund & Fagerholm, 1984; Thulin et al., 1989; Fagerholm & Köie, 1994). *Raphidascaris acus* är en besläktad sötvattens-nematod vars larver kan förekomma i fisklever bl.a. i Östersjön. Nematoderna *Cucullanus heterochrous* och *Cucullanellus minutus* är artspecifika för flundran och förekommer ibland rikligt hos flundran i Östersjön (Fagerholm & Köie, 1994).

3.2.3.4. ACANTHOCEPHALA (HAKMASKAR)

Adulta acanthocephaler är tarmparasiter hos vertebrater. De flesta kända hakmaskarna parasiterar fisk. En av de vanligaste arterna är *Echinorhynchus gadi*, som förekommer i marina och brackvattenlevande fiskarter och påträffas rikligt hos flundra i Östersjön. *Pomphorhynchus laevis* är en typisk parasit hos europeiska sötvattenfiskar, och förekommer i tarmen hos flera marina värdar, bl.a. flundra, från kust- och brackvattenområden (Möller & Anders, 1986; Fagerholm & Köie, 1994).

3.2.3.5. HIRUDINEA (IGLAR)

Vissa igelarter lever regelbundet som ektoparasiter på fiskar i söt- och brackvatten. Iglarna är blodsugande och kan orsaka lokala sårbildningar på huden av värddjuret. De kan även överföra encelliga blodparasiter, som i sin tur kan skada fisken. Om angreppet på fisken är litet utgör igeln inget större hot för fisken. *Piscicola geometra*, fiskigeln, är den vanligaste igeln på fisk i norra Europa (Bylund & Fagerholm, 1984; Möller & Anders, 1986; Thulin et al., 1989).

3.2.3.6. KRÄFTDJUR

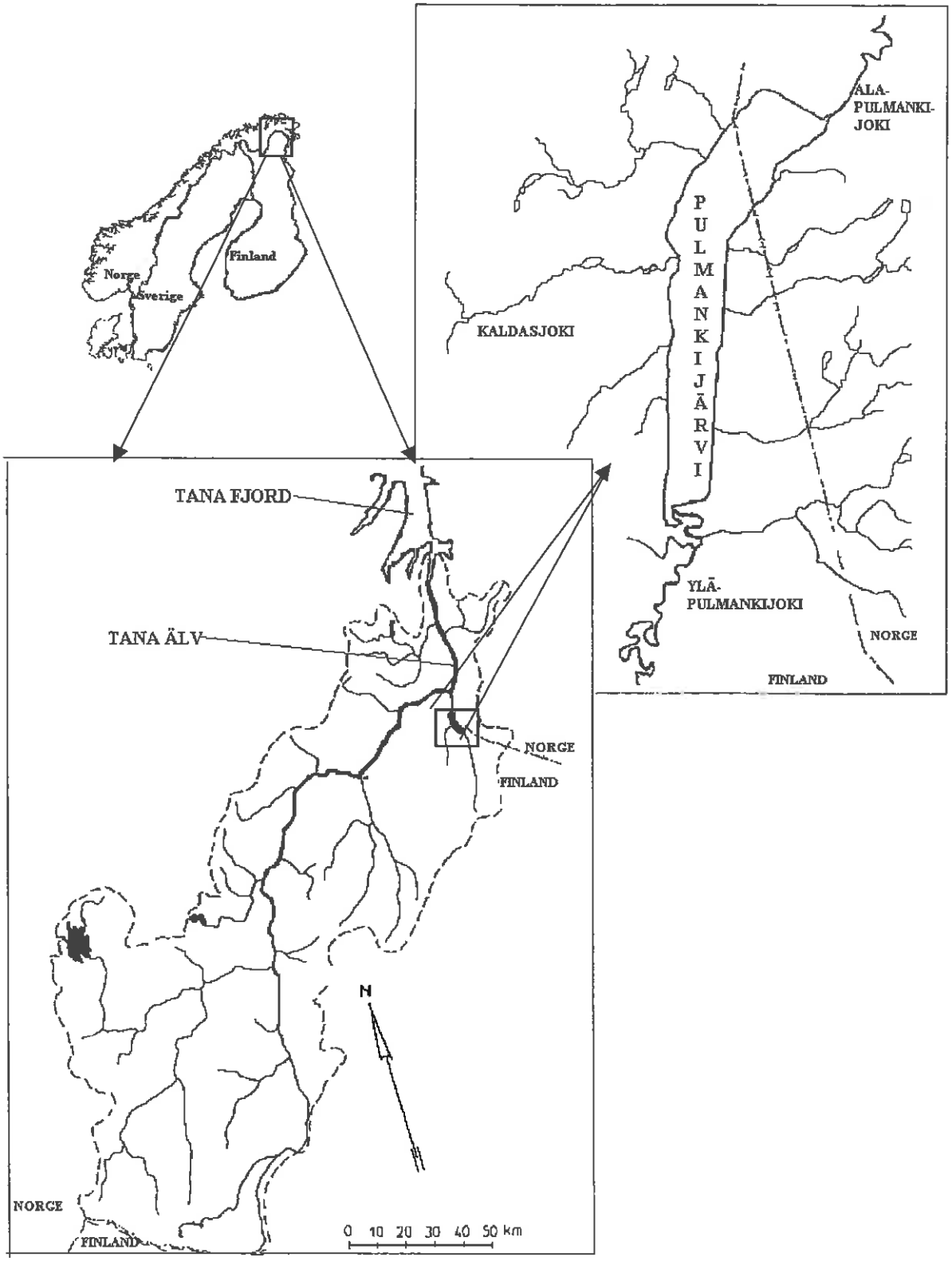
Det finns ett stort antal kräftdjur som lever som parasiter på fisk. De flesta är ektoparasiter. Parasiten skadar fiskens hud med sina mundelar och förorsakar små sår. Följden kan vara sekundära bakterie- och svampinfektioner. Hos flundra kan det förekomma crustaceer av bl.a. arterna *Lernaeocera branchialis*, *Acanthochondria* sp., *Holobomolochus* sp. samt *Lepeophtheirus pectoralis* (Bylund & Fagerholm, 1984; Thulin et al., 1989; Fagerholm & Köie, 1994).

4. MATERIAL OCH METODER

4.1. UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

4.1.1. PULMANKIJÄRVI

Sjön Pulmankijärvi (fig.2) är en djup, fjordlik sjö, som varit i kontakt med ishavet under inlandsisens smältningsskede (Mansikkaniemi, 1964). Sjön uppkom då stora ismassor stannade i sjön under den postglaciala perioden. Sjön ligger idag 17 m över havets yta (Mansikkaniemi, 1967), den är 9,2 km lång och 1,6 km bred och har en area på 11,2 km^2. Maximivattendjupet är 34 m. Strandlinjen är nästan rak och mycket brant, förutom



Figur 2. Karta över Pulmankijärvi.

i sjöns norra och södra ända. Sjöns botten är nästan platt (Petäjä, 1964; Mattsson, 1982). Till sjön rinner två större åar, Yläpulmankijoki och Kaldasjoki (Mattsson, 1982). Från sjön rinner Alapulmankijoki, som är en långsamt flytande å med sandbotten (Mattsson, 1983). Alapulmankijoki rinner ut i nedre Tana älv. Härifrån fortsätter Tana älv ännu ca 70 km ut till Tana fjord. På detta vis binds Pulmankijärvi ihop med Tana älv, Tana fjord och Ishavet (Itkonen & Vaajala, 1985; Lax et al., 1993). Alapulmankijoki har en lutning på 0,57 m/km och nedre Tana älv 0.26 m/km (Mansikkaniemi, 1967).

Flödet i sjön och åarna är som störst i slutet av maj. Normalt medelvattenstånd råder i sjön vid midsommar. Vattenståndet är som lägst i slutet av juli. Den normala vattenståndsväxlingen varierar mellan 2,0-2,5 m. Sjön fryser till i slutet av oktober och islossningen sker i början av juni. Bottnet i de djupaste delarna består av sand som transporteras till sjön från Yläpulmankijoki under flödestider (Mattsson, 1982).

Fiskstammen i Pulmankijärvi består av gädda (*Esox lucius*), lax (*Salmo salar*), öring (*Salmo trutta)*, sik (*Coregonus lavaretus*), röding (*Salvelinus alpinus*), harr (*Thymallus thymallus*), lake (*Lota lota*), storspigg (*Gasterosteus aculeatus*), småspigg (*Pungitius pungitius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och flundra (Mattsson, 1982; Vuorinen, 1995). Fiskelaget i Nuorgam har fridlyst Yläpulmankijoki med sidofåror från allt fiske (Mattsson, 1983).

4.1.2. TANA ÄLV

Pulmankijärvi ingår i Tana älvs nederbördsområde som ligger på gränsen mellan Finland och Norge (fig. 2). Tana älv anses vara en av Europas mest betydelsefulla älvar för vandringsfisk. Älven är oreglerad och i naturligt tillstånd (Vesihallitus, 1980). Tana älvs nederbördsområde är i Finland beläget i norra delen av Lapplands län och i Norge i mellersta delen av Finnmark fylke. Nederbördsområdets areal är 16.386 km^2 varav 5029 km^2 är beläget på finska sidan. Sjöprocenten är liten, 2,4 % inom nederbördsområdet (Lax et al., 1993).

Tidvattnet inverkar ca 18 km uppströms i Tana älv (Mattsson, 1983). Vattenflödet är som kraftigast i maj-juni och svagast i mars-april (Itkonen & Vaajala, 1985; Lax et al., 1993). Medelströmshastigheten är 100-200 m^3/s (Lapin vesi- ja ympäristöpiiri, 1994). Vid byn Tana bru, 37 km från älvmynningen, är vattennivån sommartid ca. 7 m över

havet (Siirala & Huru, 1992). Vatten- och lufttemperaturerna i området överstiger sällan 20°C och är oftast under 15°C. Den varmaste perioden infaller från slutet av juni till början av augusti. Under denna tid är vattnets temperatur i medeltal 13-16°C. Älven är i medeltal isbelagd under halva året, från december till maj. I sidofårorna sker islossningen först i juni och tillfrysningen äger rum tidigare än i huvudfåran (Lax et al., 1993).

4.1.3. FÖRORENING I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

Det finns ingen egentlig industri inom Tana älvs nederbördsområde. Gles- och sommarbebyggelse samt jordbruk utgör diffusbelastarna inom området. Rennäringens diffusa belastning är liten. Även belastningen som härstammar från avstjälpningsplatser är liten och troligtvis obetydlig för vattendraget. Punktbelastarna är större bostadscentras och de mindra byarnas avloppsanläggningar (Lax et al., 1993). Endast lokal eutrofiering kan påträffas i Tana älvs nederbördsområde (Siirala & Huru, 1992).

På basen av undersökningar, som gjorts mellan åren 1965-1988, framgår det att Tana älvs buffringsförmåga (alkalinitet) har minskat. Alkaliniteten och pH är vanligen lägst vid snösmältningen på våren (Lax et al., 1993). Försurningen anses utgöra det största hotet mot Lapplands svagt buffrade vattendrag. Den luftburna föroreningen är största källan till försurningen (Lapin vesi- ja ympäristöpiiri, 1994). Största delen av svavelutsläppen norr om polcirkeln härstammar från Kolahalvön. Katjonerna som normalt finns i luften neutraliserar vanligen största delen av nedfallens sulfater och nitrater. I Lappland förekommer det dock undantagsvis litet neutraliserande joner i luften. Tillsammans med Lapplands karga jordmån utgör detta en försurningsrisk, fastän Lapplands svavel- och kväveutsläpp i medeltal är små jämfört med utsläppen i resten av Finland och Europa (Laurila et al., 1991).

Det sura svavelnedfallet som når Tana älvs nederbördsområde är enligt modelluträkningar och norska luftkvalitetsundersökningar ca. 0,3-0,4 $gm^{-2}a^{-1}$. Den för naturen kritiska gränsen av svavelutsläpp är i Norden 0,5 $gm^{-2}a^{-1}$ men det är helt klart att den kritiska gränsen i Lappland är lägre än detta (Nilsson, 1986, i Siirala & Huru, 1992; Siirala & Huru, 1992).

4.2 MATERIALINSAMLING

Flundrorna samlades in i Pulmankijärvi under tiden 15.6 - 16.10. 1995 genom fiske med nät. De fiskar som erhölls mellan tiden 15.6 - 5.7 samt 19.8 - 16.10 var fångade av de lokala fiskarna. Nätserier användes under tiden 5.7 - 19.8. En nätserie bestod av 10 monofilamentnät med maskstorleken 15-60 mm (15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 mm). Under juli månad hölls nätena i sjön i medeltal 12 timmar per dygn. På grund av den dåliga fångsten i juli utökades den ena nätserien i augusti till två nätserier som hölls i sjön 24 timmar i ett sträck. Sammanlagt hölls nätena i sjön 41 nätter. Näten lades ut slumpmässigt utmed sjöns södra strand, som är långsluttande sandbotten, och utmed den sydöstra stranden som är brantsluttande stenbotten. Flundror som erhölls av lokala fiskare var fångade med nät av 45 mm maskstorlek, vid sjöns södra och västra strand. Dessa flundror bevarades djupfrysta av fiskarna om de inte kunde levereras direkt. Södra stranden fiskades även två gånger med yngelnot. Utöver material från Pulmankijärvi erhölls i medlet av augusti (18.8.) flundror från Tana älvmynning. Dessa flundror, som var fångade av norska fiskare, levererades djupfrysta. Flundrorna användes som jämförelsematerial vid undersökningen av flundrorna från Pulmankijärvi.

4.3. BEHANDLING AV FÅNGSTEN

Samtliga flundror undersöktes direkt efter fångsten, förutom de 49 flundror som varit frysta och som behandlades då de erhållits av de lokala fiskarna, samt de 23 flundror som bevarades i sump under tiden 24.7. - 4.8. Av flundrorna som bevarades i sump togs det för en annan undersökning histologiska leverprover och det behövdes 20-30 flundror samtidigt för denna provtagning.

Samtliga flundror undersöktes med avseende på längd, vikt, kön, könsmognad, ålder samt på vissa makroparasiter samt sjukdomar som kan förekomma hos flundra. Födoval undersöktes på samtliga flundror som inte hade bevarats i sump. Flundrorna vägdes med 0,1 g noggrannhet på den totala vikten samt efter att inälvorna och gonaderna avlägsnats. Alla fiskar könsbestämdes och könsmognadsgraden registrerades som icke könsmogen, könsmogen eller urlekt.

Makroskopiska sjukdomar, makroparasiter, ärr och pigmentfläckar noterades på huden, kroppen och fenorna på flundrorna. Fisken avlivades med ett snitt i nacken med hjälp av en vass kniv. Bukhålan klipptes upp med sax på fiskens vänstra sida så att levern blev lättillgänglig. Eventuella makroparasiter, cystor, noduler, tumörer och pigmentfläckar på levern noterades. Mjälten klipptes upp för kontroll av förekomsten av lymfocystis cystor. Flundrorna undersöktes på förekomsten av sjukdomar som tidigare rapporterats hos flundra i marina, brackvatten- och sötvattenmiljöer, d.v.s. lymfocystis, sårsjuka, fenröta, levernoduler/-tumörer, skelettdeformationer samt laterallinjeavvikelser.

Tarmen och magsäcken avlägsnades försiktigt från bukhålan och konserverades individuellt i 70 % laboratoriesprit, efter att de kontrollerats på eventuella makroskopiskt synliga makroparasiter och parasitcystor. Analys av maginnehåll och tarmparasiter gjordes vid senare tidpunkt på det konserverade materialet. Maginnehållet hos flundrorna från Tana älv analyserades genast på födoorganismer. Tarmparasitanalys gjordes inte på dessa flundror.

Flundrornas otoliter togs tillvara för åldersbestämning. Skallen på fisken skars upp från övre ögat rakt bakåt så att hjärnan och båggångarna blev synliga. Med pincett plockades sedan båda otoliterna ut och lades i papperspåsar för senare åldersbestämning. Åldersbestämningen gjordes av Eero Aro vid Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutets fiskeriavdelning i Helsingfors.

4.4. Resultatanalys

Konditionsfaktorn (K) beräknades på 162 st. flundror och beräknades på den rensade vikten i gram och längden i cm enligt Fulton (Bagenal, 1978) :

$$K = \frac{100 \text{ x vikten}}{\text{längden}^3}$$

Vid resultatanalysen upptäcktes dokumentationsfel i fråga om längd och vikt hos två flundror från Pulmankijärvi. Dessa fiskar har uteslutits från analysen.

4.4.1 FÖDOVALSANALYS OCH PARASITANALYS

De undersökta flundrornas i sprit konserverade tarmar och magsäckar klipptes upp och analyserades på födoorganismer och makroparasiter. Födoorganismerna artbestämdes i preparationsmikroskop. Artbestämningen av födoorganismerna gjordes med hjälp av litteratur (Panelius 1972; Möller & Anders, 1986; Thulin et al., 1989; Mandahl-Barth, 1996).

De med ögat synliga tarmparasiterna plockades åt sidan och artbestämdes till grupp i preparationsmikroskop. En del av parasiterna lades i laktofenol i 3-7 dygn, varefter morfologin lättare kunde observeras i ljusmikroskop. Artbestämningen av parasiterna gjordes med hjälp av litteratur (Pavlovskii,1972; Möller & Anders, 1986; Nylund, 1989; Thulin et. Al., 1989; Mandahl-Barth, 1996).

4.4.2. SVEPELEKTRONMIKROSKOPISK ANALYS

De tarmparasiter (grupperna Acanthocephala, Cestoda och Trematoda) som påträffades hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi, artbestämdes m.h.a. svepelektronmikroskop. Nedan beskrivs den utförda svepelektronmikroskopiska analysmetoden.

Rengöring: Parasiterna, som varit konserverade i 70 % laboratoriesprit, lades i vatten för ca. 10 minuter. Därefter tvättades materialet i fysiologisk saltlösning för att avlägsna orenheter som kontaminerar ytan. Tvättningen upprepades ett antal gånger.

Fixering: Provena överfördes i glutaraldehydfixativ (2.2 % glutaraldehyd i 0.1 M Na-fosfatbuffert) där de hölls i 1 timme vid 4°C. Härefter tvättades preparaten i 3 x 5 minuter i fosfatbuffert (0.1 M) och postfixerades i 1 timme i osmiumfixativ (1 % OsO_4 i 0.15 M Na-fosfatbuffert) vid 4° C. Preparaten tvättades sedan i 0.15 M fosfatbuffert i 3 x 5 minuter.

Dehydrering: Preparaten dehydrerades stegvis i en stigande acetonserie (50, 60, 70, 80, 90, 95, 100 %) i 5 minuter per koncentration. Därefter torkades preparaten enligt critical point metoden i en critical point apparat.

Montering: De torkade preparaten monterades på preparathållare, "stubbar", av aluminium med hjälp av dubbelsidig tape. Ledande silverfärg drogs på stubben, utåt från preparaten för att uppnå bättre ledningsförmåga. Slutligen sputtrades (sprayades) preparaten med guld i en sputterapparat på Institutionen för organisk kemi vid Åbo Akademi.

Fotografering: Svepelektronmikroskopbilder togs dels med svepelektronmikroskopet på Institutionen för Organisk kemi vid Åbo Akademi, dels med svepelektronmikroskopet på Zoologiska institutionen vid Stockholms universitet, Sverige.

4.4.3. STATISTISKA METODER

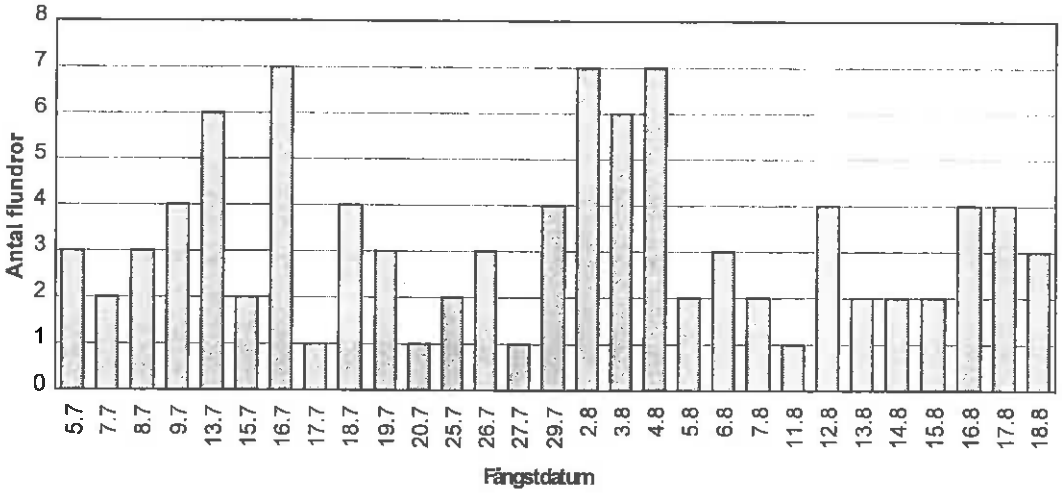
Med hjälp av Microsoft Excel 5.0 gjordes beräkningar av frekvenser, medelvärden, standardavvikelser, konditionsfaktor och korrelationskoefficient samt gjordes även figurerna 3-4, 7-17, 19-21, 23-24 och 29. Med statistikprogrammet SPSS for Windows 6.0 beräknades signifikanserna med independent T-test och One-Way ANOVA samt gjordes figurerna 5 och 6.

5. RESULTAT

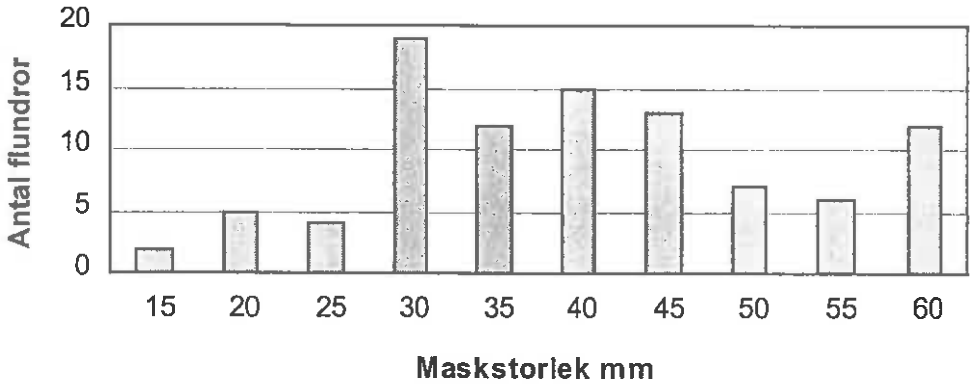
5.1. BIOLOGI

5.1.1. FÅNGSTER

Totalt fångades och undersöktes 175 flundror från Pulmankijärvi. Samtliga flundror fångades med nät. Under provfisket erhölls 95 flundror. Största fångsterna erhölls i medlet av juli och början av augusti (fig. 3) och 75 % av flundrorna (n = 71) fångades med nät med 30-45 mm och 60 mm maskstorlekar (fig. 4). Av lokala fiskare erhölls 31 levande och 49 djupfrysta flundror. Könsfördelningen var 53 % honor (n = 93) och 46 % hanar (n = 81). En flundra uteslöts av misstag från könsbestämningen. Från Tana älvsmynning erhölls och undersöktes 28 djupfrysta flundror, av vilka 25 % (n = 7) var honor och 75 % (n = 21) hanar. Inga flundror erhölls vid yngelnotdragningarna.



Figur 3. Antalet flundror (n = 95) per fångsttillfälle fångade under provfiske i Pulmankijärvi.



Figur 4. Antalet flundror (n = 95) per nätmaskstorlek (15-60 mm) fångade under provfisket i Pulmankijärvi.

Den totala fångsten under provfisket i Pulmankijärvi (Σn = 431) bestod till 22 % (n = 95) av flundra och 62 % (n = 267) av sik med en medelvikt på 73 g. Den resterande 16 % av fångsten bestod av gädda, lax, öring, harr, röding och lake.

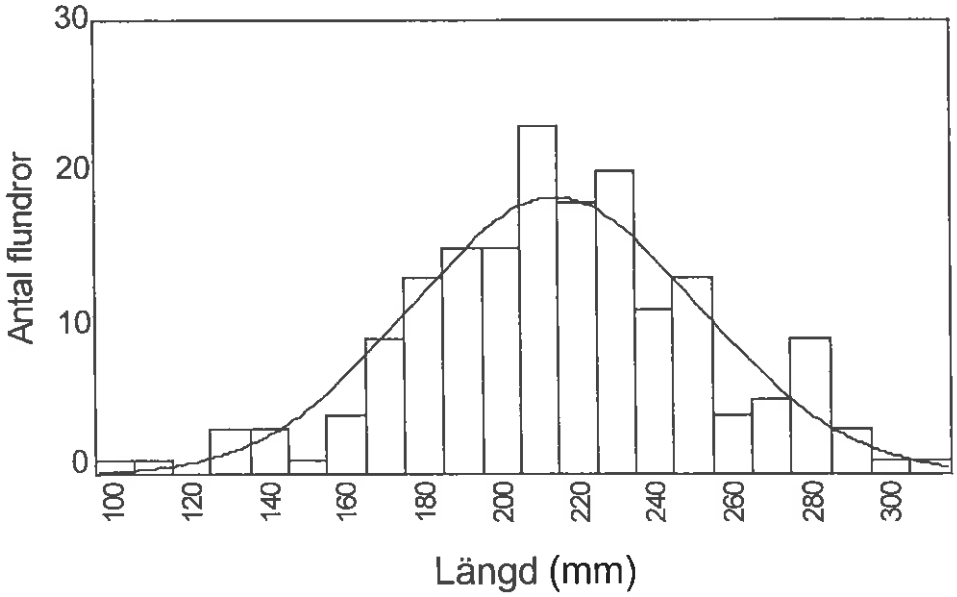
5.1.2. Längd-, vikt-, köns- och åldersfördelning

Längden mättes på 174 av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Honornas medellängd var 216,3 mm ± 38,9 och hanarnas medellängd var 211,6 ± 36,0 medan medellängden för samtliga flundror var 214,0 mm ± 37,5. I figur 5 framgår flundrornas

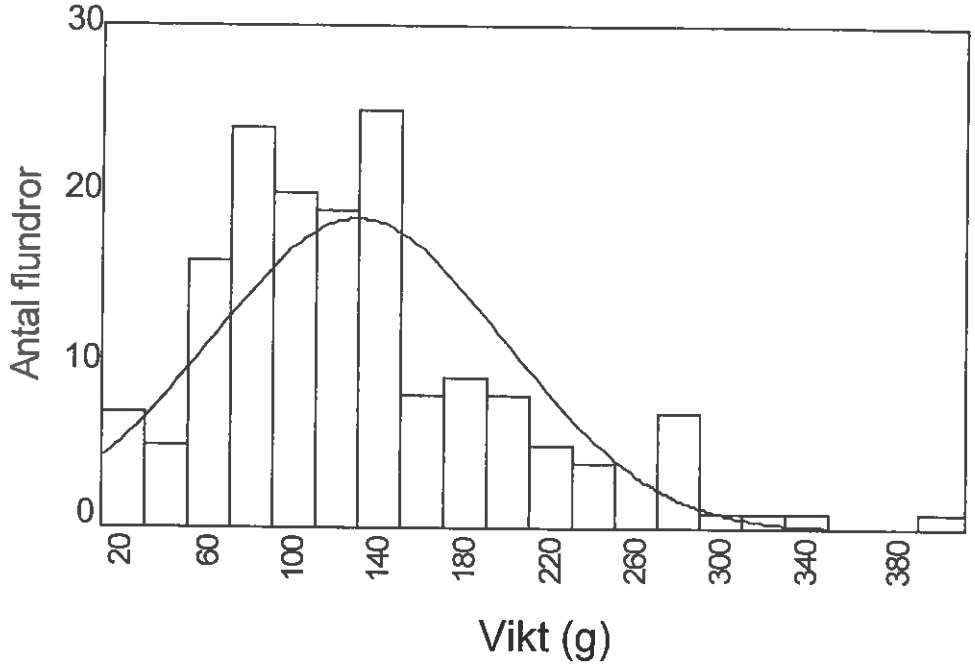
fördelning i 10 mm längdklasser. Den klassindelade längden följer en normalfördelningskurva (fig. 5).

Den totala **vikten** vägdes på 173 flundror med medelvikten 146,0 g ± 77,4. Den rensade vikten vägdes på 161 flundror. Medelvikten (rensade) var för honorna 135,1 g ± 72,6 och för hanarna 123,8 g ± 64,5 medan det totala rensade medelvikten var 129,7 g ± 69,0. I figur 6 framgår flundrornas fördelning i 20 g viktklasser för den rensade vikten. Den klassindelade rensade vikten följer en normalfördelningskurva (fig. 6). Det råder inga statistiskt signifikanta skillnader i längd (T-test, p = 0,239) eller vikt (rensad) (T-test, p = 0,291) mellan könen hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

För de undersökta flundrorna från Tana älvmynning var medellängden för honorna 318,1 mm ± 33,4 och för hanarna 280,9 mm ± 40,8 medan den totala medellängden var 308,6 mm ± 38,4. Den totala medelvikten på samtliga flundror från Tana älvmynning var 437,8 g ± 145,9. Den rensade medelvikten för honorna var 399,8 g ± 101,9 och för hanarna 280,5 g ± 124,3. Den totala medelvikten (rensad) var 370,0 g ± 117,9. Det råder inga statistiskt signifikanta skillnader mellan längd (T-test, p = 0,427) eller vikt (rensad) (T-test, p = 0,392) mellan könen hos de undersökta flundrorna från Tana älvmynning.

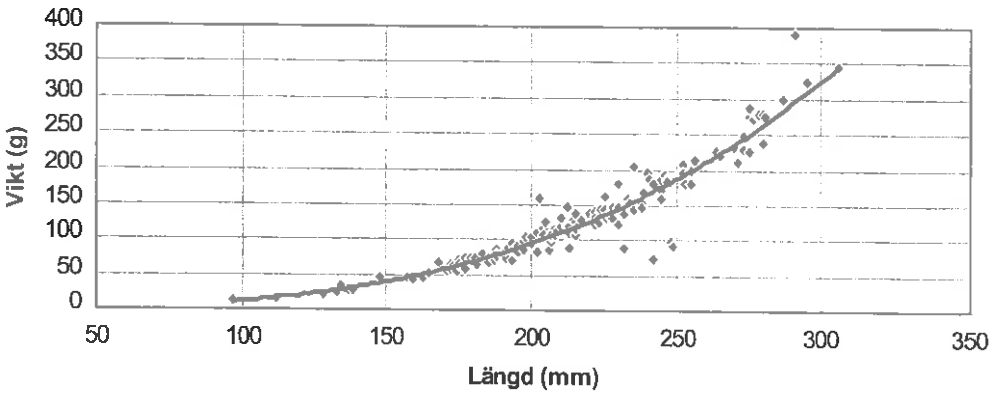


Figur 5. Antalet flundror i respektive längdklass (0-9.99 mm) för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=174). Den klassindelade längden följer en normalfördelningskurva.



Figur 6. Antalet flundror i respektive rensad viktklass (0-19,99 g) för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=162). Den klassindelade rensade vikten följer en normalfördelningskurva.

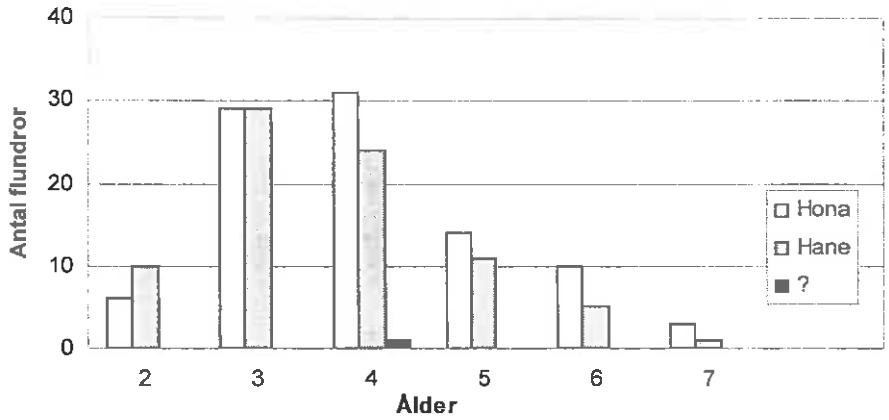
Förhållandet mellan längd och rensad vikt för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi beskrivs av korrelationskurvan i figur 7. Flundrornas längd och vikt har en positiv korrelation (r = 0,9229, n = 161).



Figur 7. Korrelationen mellan längd och rensad vikt hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=161).

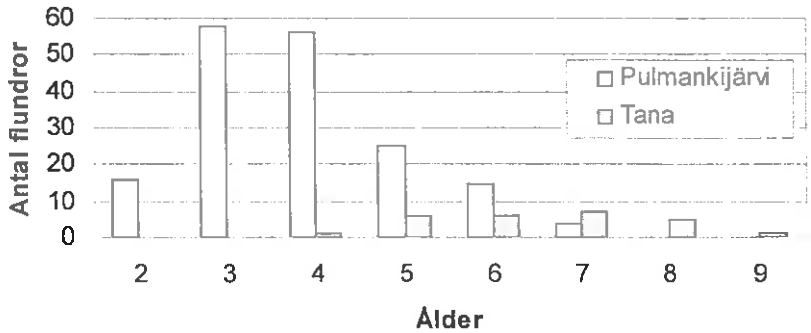
Åldern bestämdes för 173 flundror från Pulmankijärvi. Flundrornas ålder varierade från 2 till 7 år med en medelålder på 3,9 år. Medelåldern för honorna var 4,5 år och för hanarna 3,6 år. Ingen 0- eller 1-årig flundra påträffades (fig. 8).

Av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning kunde åldern bestämmas för 26 flundror. Åldern varierade från 4 till 9 år och medelåldern hos dessa flundror var 6,5 år. Medelåldern för honorna var 6,5 år och för hanarna 6,3 år (fig. 9).



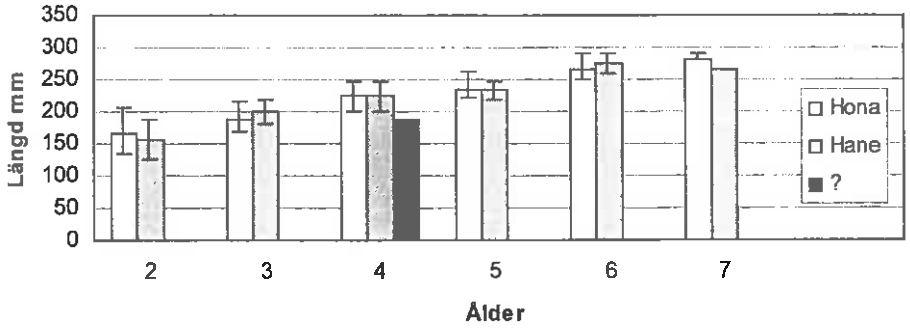
Figur 8. Åldersfördelningen för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=174). ? = Icke könsbestämd individ.

Åldersfördelningen för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning presenteras i figur 9. De undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var betydligt yngre än de undersökta flundrorna från Tana älvmynning.

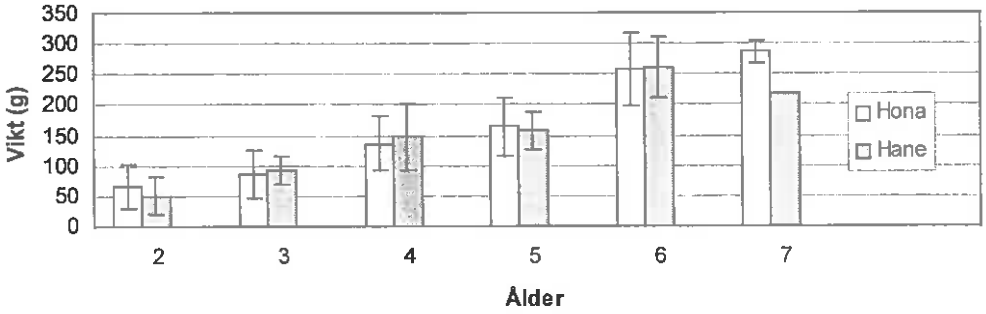


Figur 9. Åldersfördelningen för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 174) och Tana älvmynning (n = 26).

Förhållandet mellan flundrornas längd och ålder presenteras i figur 10, samt mellan vikt och ålder i figur 11. Längden och vikten visar en stigande trend med stigande ålder.

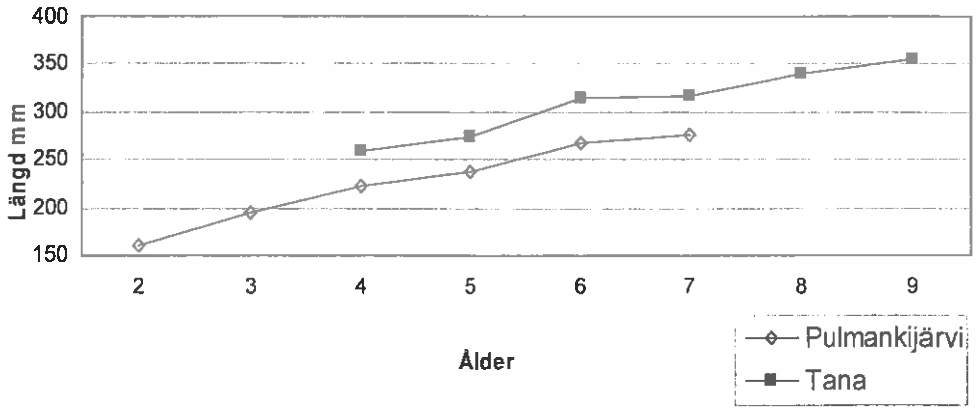


Figur 10. Längdfördelningen per ålder för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=174). ? =icke könsbestämd individ. Standardavvikelsen är angiven i staplarna.



Figur 11. Viktfördelningen (rensad) per ålder för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=161). ?= Icke åldersbestämd individ. Standardavvikelsen är angiven i staplarna.

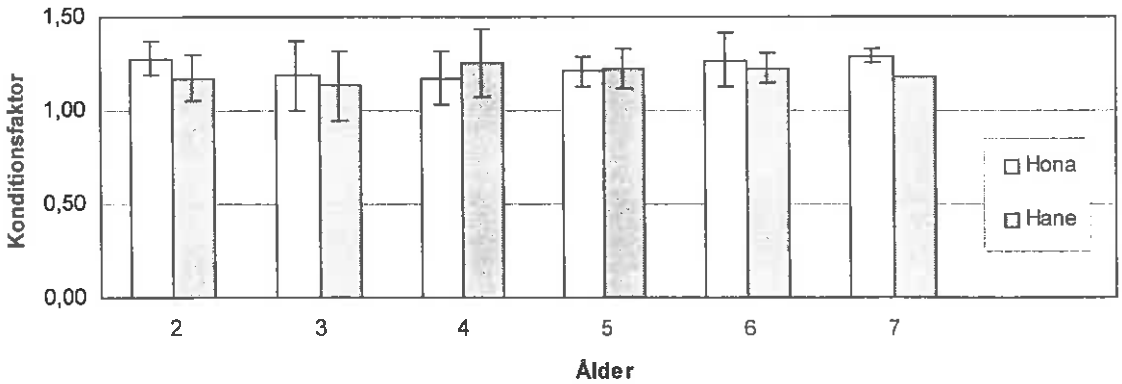
I figur 12 presenteras åldersgruppernas medellängder för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning. Flundrorna från Tana älv mynning har en större medellängd än flundrorna från Pulmankijärvi.



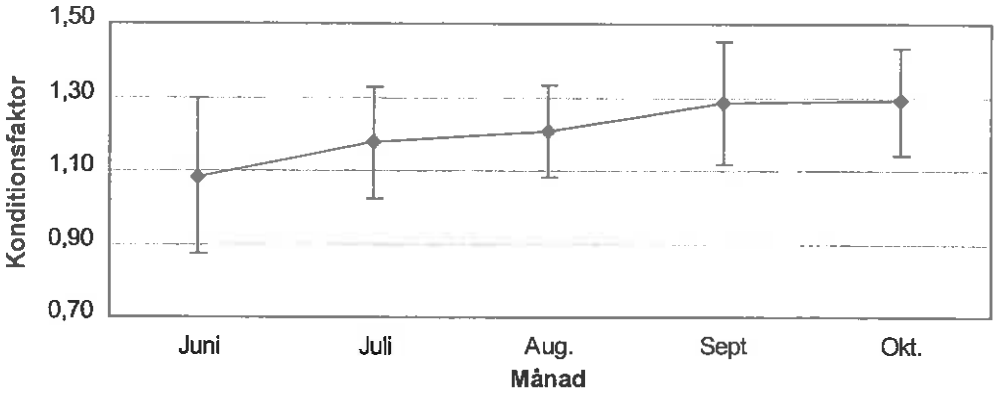
Figur 12. Medellängdfördelningen per ålder för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 174) och Tana älvmynning (n = 28).

5.1.3. KONDITIONSFAKTOR

Konditionsfaktorn för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 161) hade ett medelvärde på 1,2 ± 0,16. Det råder ingen statistiskt signifikant skillnad i konditionsfaktorn mellan honor och hanar (T-test, p = 0,736) eller mellan åldersgrupper i förhållande till kön (ANOVA, p = 0,127) hos flundra från Pulmankijärvi (fig. 13). Konditionsfaktorn visade en svagt stigande trend från juni till oktober (fig. 14).

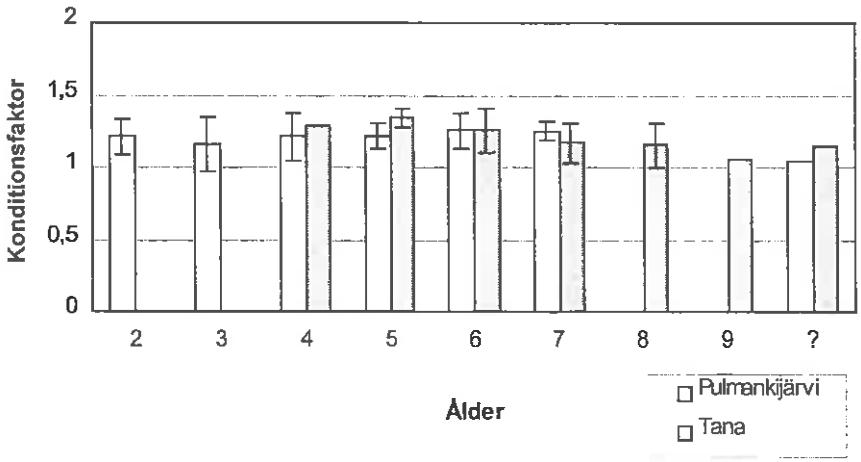


Figur 13. Medelvärdet för konditionsfaktorn i förhållande till ålder och kön hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=161). Standardavvikelsen är angiven i staplarna.



Figur 14. Medelvärdet för konditionsfaktor per fångstmånad för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=161). Standardavvikelsen är angiven i punkterna.

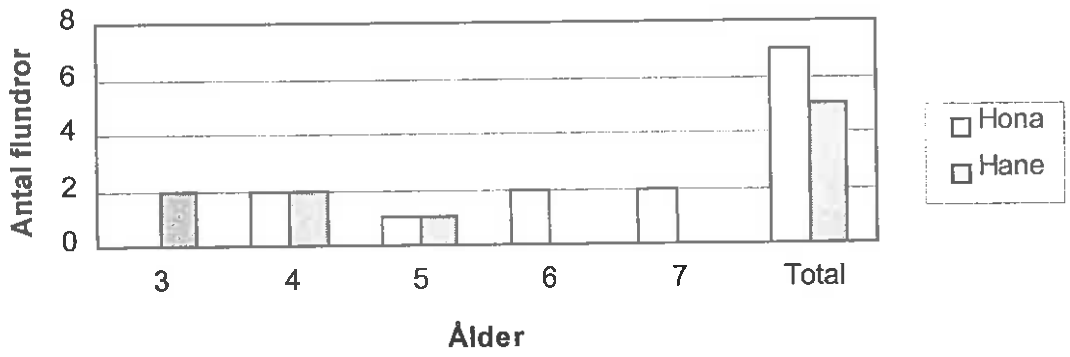
Konditionsfaktorn för de undersökta flundrorna från Tana älvmynning framgår av figur 15. Ingen statistiskt signifikant skillnad (T-test, p = 0,157) i konditionsfaktorn noterades mellan honor och hanar eller mellan åldersgrupper i förhållande till kön (ANOVA, p = 0,150). Mellan de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning noterades ingen statistiskt signifikant skillnad (T-test, p = 0,871) i konditionsfaktorn.



Figur 15. Medelvärdet för konditionsfaktorn för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning i förhållande till flundrornas ålder. ? = Icke åldersbestämd individ. Standardavvikelsen är angiven i staplarna.

5.1.4. KÖNSMOGNAD

Bland de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var andelen könsmogna individer endast 6,8 % (n = 12) (fig. 16). Av dessa var 5 hanar och 7 honor. De könsmogna hanarna var 3-5 år, och de fångades i september. De könsmogna honorna var 4-7 år och de var fångade i juli och augusti. Gonaderna hos dessa 12 flundror hade dock enbart en svag antydan om mognad. De övriga från Pulmankijärvi undersökta flundrornas gonader var hårda och färglösa utan antydan till mognad.



Figur 16. Antalet könsmogna individer i förhållande till åldern för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=12).

Av de 28 undersökta flundrorna från Tana älvmynning var 2 flundror icke könsmogna och 11 flundror var urlekta, medan de resterande 15 flundrorna noterades som könsmogna men inte lekmogna. De icke könsmogna individerna var en 8-årig hane och en 5-årig hona. De urlekta flundrorna var alla honor tillhörande åldersgrupperna 5-8 år. De 15 könsmogna flundrorna från Tana älvmynning bestod av 10 honor i åldern 5-8 år, och 5 hanar i åldern 4-9 år.

5.1.5. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA

Av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi hade 42 % (n = 74) vänstersidan som ögonsida. Av samtliga fångade honor och hanar hade 47 % (n = 44) respektive 37 % (n = 30) vänstersidan som ögonsida. Av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning hade 43 % (n = 12) ögonen på kroppens vänstra sida. Proportionen flundror med vänstersidan som ögonsida var hos både honor och hanar 43 %.

5.2 FÖDOVAL

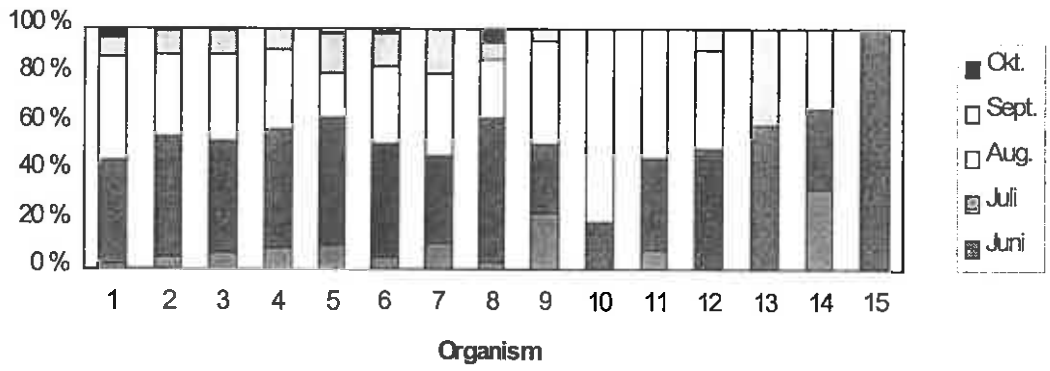
Sammanlagt 167 individer av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi undersöktes på födoorganismer. Av dessa flundror saknade 49 mag- och tarminnehåll. Huvuddelen av födan utgjordes av musslor, snäckor, nattslände-, mygg- och harkranklarver samt av sötvattensmärlor och storspigg *Gasterosteus aculeatus* (tabell 1 och fig. 17).

Hos de flesta av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi utgjorde maginnehållet en blandning av små mängder av flera olika födoorganismer. Oftast påträffades 1-20 individer tillhörande samma art i flundrornas matspjälkningskanal (tabell 1). Samtliga påträffade födoorganismer förekom hos flundror fångade i juli medan flundrornas föda i oktober främst utgjordes av nattsländelarver och fisk (fig. 18).

Hos de från Tana älvmynning undersökta flundrorna (n = 28) bestod födan enbart av fisk som identifierades som storspigg.

	Tot. antal (n) flundror med födoorganism	N antal födoorganismer noterade hos n antal flundror			
Organism		**N = 1-10**	**N = 11-20**	**N = 21-30**	**N > 31**
Musslor (Bivalvia)					
Klotmussla (Sphaeridae)	71 (42,0%)	24 (14,3%)	30 (18,0%)	7 (2,4%)	10 (6,0%)
Snäckor (Gastropoda)					
Fjädergälsnäcka (*Valvata* sp.)	38 (23,0%)	17 (10,2%)	9 (5,4%)	2 (1,2%)	10 (6,0%)
Dammsnäcka (*Lymnea* sp.)	56 (33,0%)	26 (15,6%)	18 (10,8%)	7 (4,2%)	5 (2,9%)
Spindeldjur (Arachnida)	3 (2,0%)	3 (2,0%)			
Kräftdjur (Crustacea)					
Pungräka (*Mysis relicta*)	5 (3,0%)	2 (1,2%)	1 (0,6%)	2 (1,2%)	
Märlor (Gammaridae)	64 (38,0%)	41 (24,5%)	16 (9,6%)	7 (4,2%)	
Insekter (Insecta)					
Dagslända larv (Ephemeroptera)	14 (8,0%)	6 (3,6%)	3 (1,8%)	2 (1,2%)	3 (1,8%)
Bäckslända larv (Plecoptera)	21 (13,0%)	12 (7,2%)	8 (4,8%)	1 (0,6%)	
Skalbagge (Coleoptera)	13 (8,0%)	10 (6%)	3 (1,8%)		
Nattslända larv (Trichoptera)	87 (52,0%)	27 (16,2%)	32 (19,2%)	12 (7,2%)	16 (9,5%)
Mygglarv (Diptera)	83 (49,0%)	13 (7,8%)	36 (21,5%)	10 (3,6%)	24 (14,4%)
Harkrank larv (Tipulidae)	72 (43,0%)	40 (23,9%)	22 (17,2%)	6 (3,6%)	4 (2,4%)
Harkrank larv (Dicranota)	12 (7,0%)	9 (5,4%)	1 (0,6%)		2 (1,2%)
Övriga					
Fisk (*G. aculeatus*)	32 (19,2%)	32 (19,2%)			
Romkorn	2 (1,0%)	2 (1,2%)			

Tabell 1. Födoorganismer som noterats i tarmkanalen hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 167). Talen anger både det totala antalet och andelen (%) flundror med respektive födoorganismer samt antalet undersökta flundror med antalet (N) och andel (%) noterade födoorganismer.



Figur 17. De olika födoorganismernas (1-15) förekomstförhållande per fångstmånad i matspjälkningskanalen hos de år 1995 undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Organismerna finns listade i tabell 2.

1	Nattslända larv	6	Dammsnäcka	11	Skalbagge
2	Mygglarv	7	Fjädergälsnäcka	12	Harkrank larv
3	Harkrank larv	8	Fisk	13	Pungräka
4	Klotmussla	9	Bäckslända larv	14	Spindeldjur
5	Märlor	10	Dagslända larv	15	Romkorn

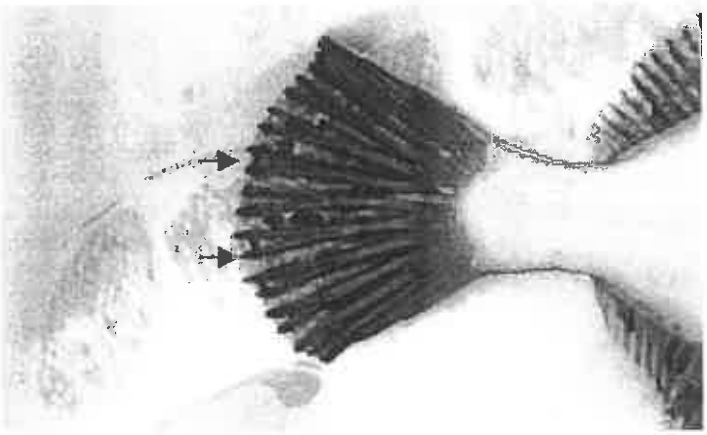
Tabell 2. Födoorganismer som noterats i tarmkanalen hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

5.3. NOTERADE SJUKDOMAR

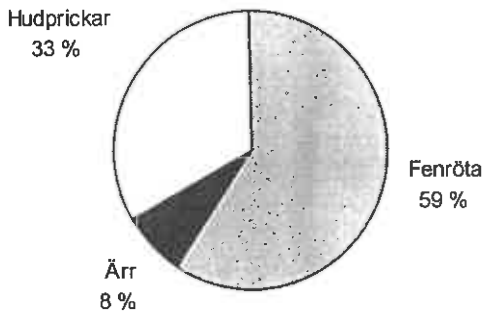
Hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi observerades inga egentliga sjukdomar men defekter så som fenröta och ärr noterades (fig. 19). Fenröta förekom hos 76 % (n = 133) av flundrorna. De påverkade flundrorna hade tydliga skador på främst stjärt- och ryggfenorna med eroderade fenstrålar samt eroderad mjukvävnad mellan fenstrålarna. Oftast noterades hos flundrorna läkt eller läkande fenröta, d.v.s. knölar av nybildad vävnad på fenstrålarna (fig. 18). Akut och läkande eller läkt fenröta dokumenterades inte var för sig utan de olika graderna av fenröta utgör i resultaten en gemensam typ av defekt.

Ärr förekom på kroppen hos 10 % (n = 17) av de undersökta flundrorna. Främst förekom ärr som kunde tolkas vara läkta nätskador. Ärren som var belägna strax bakom huvudet på flundrorna sträckte sig från bukfenan till ryggfenan och bar tydliga spår av att tunn nätlina skadat vävnaderna.

Hos 43 % (n = 75) av de undersökta flundrorna noterades punktformiga blödningar i huden på flundrornas blindsida. Dessa blödningar har i resultaten behandlats under termen "hudprickar".



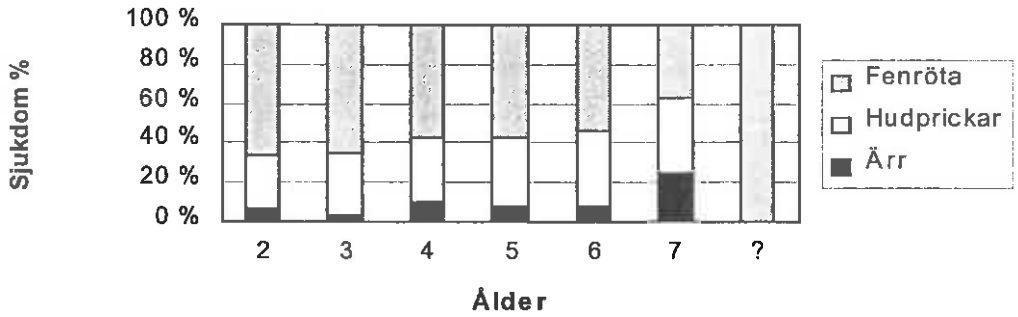
Figur 18. Fenröta på stjärtfenan hos en flundra fångad i Pulmankijärvi. Spår av eroderad vävnad kan noteras i spetsen på fenstrålarna och på vävnaden mellan fenstrålarna (pilarna).



Figur 19. De påträffade defekternas interna förekomstförhållande hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 133).

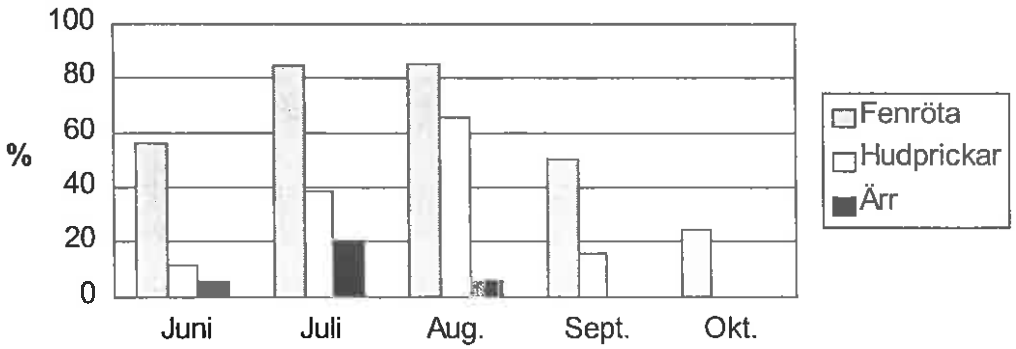
Av samtliga undersökta flundrehonor från Pulmankijärvi hade 77 % (n = 72) fenröta, 42 % (n = 39) hudprickar och 16 % (n = 15) ärr; av hanarna hade 75 % (n = 61) fenröta, 44 % (n = 36) hudprickar och 2,5 % (n = 2) ärr. Det förekom inga statistiskt signifikanta skillnader i prevalensen av fenröta (T-test, p = 0,721), hudprickar (T-test, p = 0,899) eller ärr (T-test, p = 0,888) mellan de båda könen.

Hos 7-åriga flundror var förekomsten av de olika defekterna mera jämnfördelad än hos de övriga undersökta åldersgrupperna (fig. 20). Hos de övriga åldersgrupperna förekom fenröta oftare än hudprickar medan ärr förekom mera sällan. Fördelningen mellan de olika defekterna blev dock jämnare med stigande ålder. Det förekom inga statistiskt signifikanta skillnader i prevalensen av fenröta (ANOVA, p = 0,980), hudprick (ANOVA, p = 0548), eller ärr (ANOVA, p = 0,165) mellan de olika åldersgrupperna.



Figur 20. Fördelningen av defekter per åldersgrupp hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n = 175). ? = icke åldersbestämd individ.

Förekomsten av defekter hos de undersökta flundrorna steg från juni till augusti för att sedan avta i september och oktober (fig. 21). Ärr påträffades endast i juni- augusti. I oktober påträffades enbart fenröta.

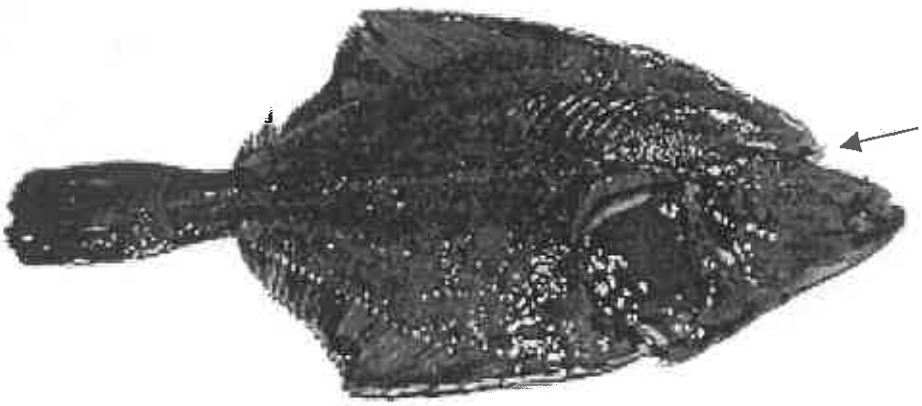


Figur 21. Den procentuella andelen defekter i förhållande till fångsten per månad hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=175).

Av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning hade 68 % (n = 19) fenröta, 7 % (n = 2) hade ärr och 3,5 % (n = 1) hade hudprickar. Det råder inga statistiskt signifikanta skillnader i prevalensen fenröta (T-test, p = 0,106) eller prevalensen ärr (T-test, p = 0,964) mellan de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning.

5.3.1. Hudpigment och "dubbelsidighet"

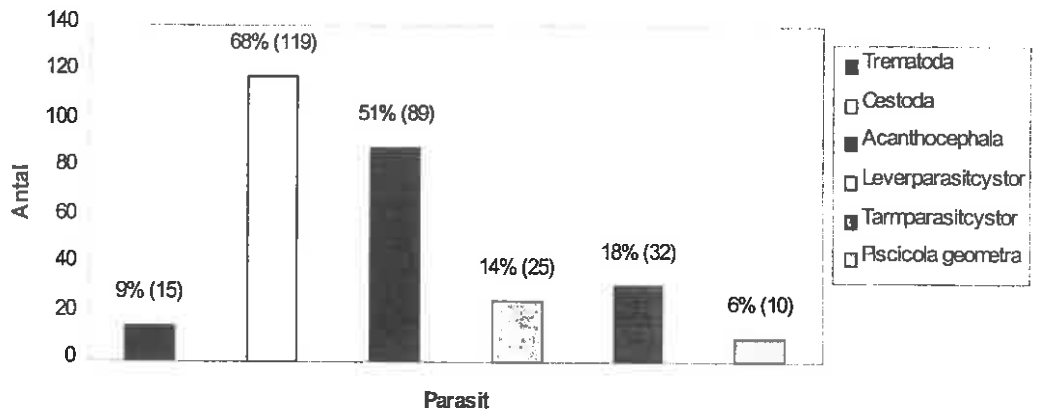
Av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi hade en individ fullständigt pigmenterad blindsida (fig. 22). Mellan huvudet och ryggfenans främre del hade flundran en krokformad inbuktning medan ögonens placering inte avvek från den hos normala flundror. Av de övriga undersökta flundrorna i Pulmankijärvi noterades endast en individ (0,5 %) med mörka runda pigmentfläckar på blindsidan. Av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning hade 11 % (n = 3) av fiskarna pigmentfläckar på blindsidan.



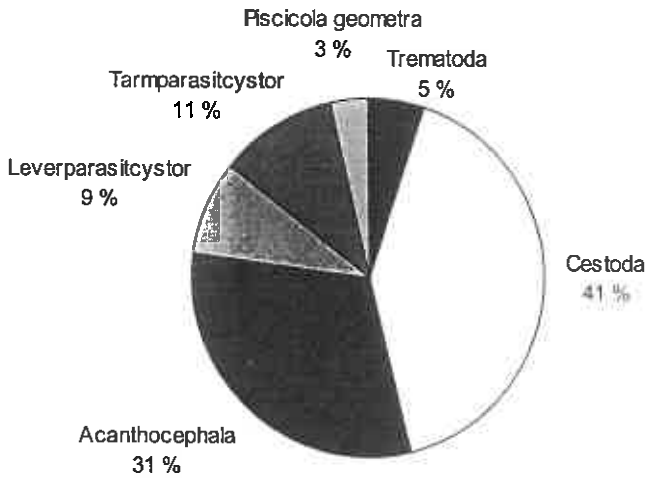
Figur 22. Blindsidan av dubbelsidig flundra fångad i Pulmankijärvi. Pilen pekar på inbuktningen.

5.4. Parasitförekomst

Hos 95 % (n = 167) av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi påträffades parasiter. Klasserna Cestoda och Acanthocephala var de två klart största parasitgrupperna hos flundrorna (fig. 23 & 24).



Figur 23. Påvisade parasitgrupper hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=167) samt den procentuella prevalensen infekterade flundror. Värdet inom parentes anger antal flundror infekterade av respektive parasitgrupp.



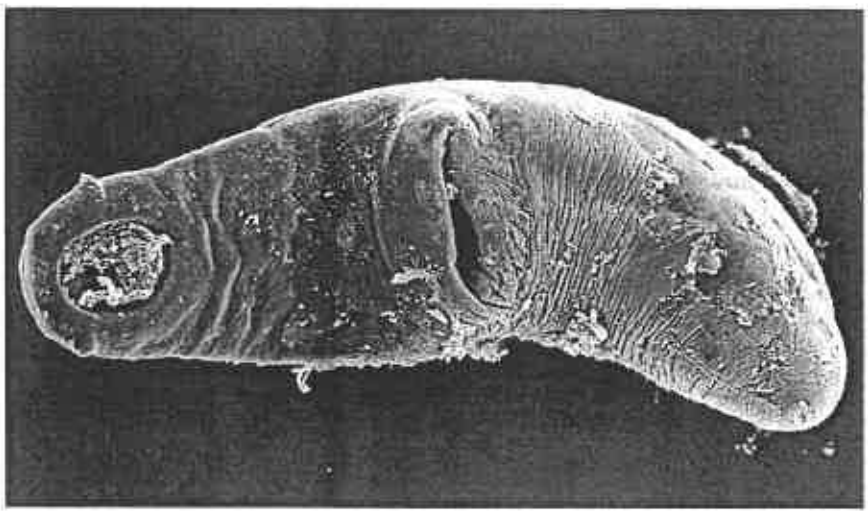
Figur 24. Den procentuella fördelningen av samtliga noterade parasiter enligt parasitgrupp hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (n=167).

Endast en ektoparasitart påträffades på de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Parasiten som satt fastsugen på flundrans hud identifierades som fiskigel, *Piscicola geometra* och hittades på 5,7 % (n = 10) av flundrorna.

Endoparasiter påträffades på levern och i tarmen hos flundrorna. Förekomst av leverparasiterna noterades som små, knappnålshuvudstora vita parasitcystor på leverns yta men de artbestämdes inte. Leverparasitcystor förekom hos 14 % (n = 25) av flundrorna.

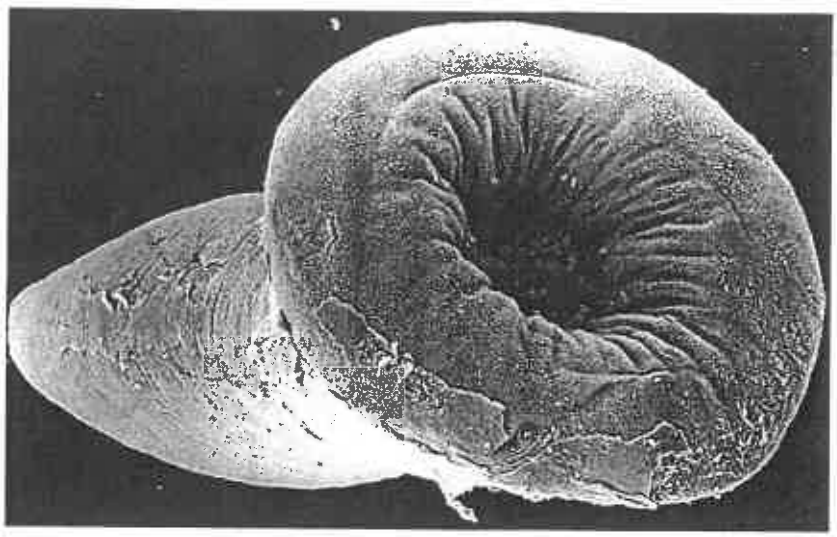
Tarmparasiterna som noterades, tillhörde klasserna Trematoda, Cestoda och Acanthocephala. Trematoda påträffades hos 9 % (n = 15), Cestoda hos 68 % (n = 119) och Acanthocephala hos 51 % (n = 89) av flundrorna undersökta från Pulmankijärvi.

Trematoderna var ca. 1 mm långa, maskformiga djur med en sugskål framtill vid munöppningen och en sugskål bakom denna vid djurets främre hälft. På de laterala sidorna om den främre sugskålen hade djuret två flikar. Trematoderna bestämdes tillhöra arten *Crepidostomum farionis* (fig. 25).

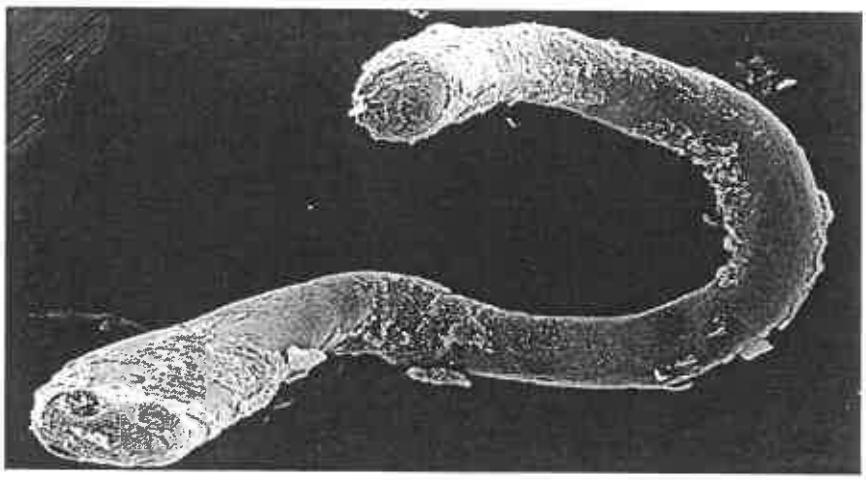


Figur 25. Trematoden *Crepidostomum farionis* påträffad i tarmkanalen hos flundra från Pulmankijärvi.

Cestoderna som påträffades i tarmen på flundra, var ca. 10 mm långa djur som hade scolex med en eller flera sugskålar och tillhörde arterna *Cyathocephalus* sp. *Schistocephalus* sp. och *Proteocephalus* sp.. *Cyathocephalus* sp. (fig. 26) hade osegmenterad kropp och trattformigt huvud. *Schistocephalus* sp. var ca. 10 mm lång och hade en segmenterad, kraftig, spolformad kropp med en längsfåra på undersidan. *Proteocephalus* sp. (fig. 27) var ca. 2 mm lång, hade osegmenterad långsmal kropp och ett platt huvud med fyra sugskålar.

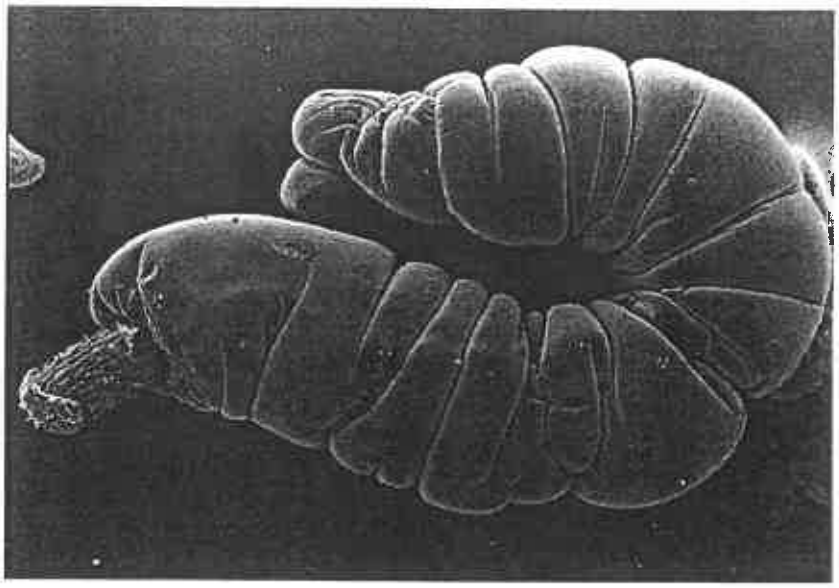


Figur 26. Cestoden *Cyathocephalus* sp. påträffad i tarmkanalen hos flundra från Pulmankijärvi.



Figur 27. Cestoden *Proteocephalus* sp påträffad i tarmkanalen hos flundra från Pulmankijärvi.

Acanthocephaler som påträffades i tarmen på flundra var ca. 5 mm långa, maskformade djur som hade en hakförsedd, indragbar proboscis framtill. De satt fast i tarmväggen med proboscis. De flesta acantocephaler bestämdes tillhöra arten *Echinorhynchus truttae* (fig. 28) och de hade 20 - 22 hakrader på proboscis, med 13 - 16 hakar per rad. Enstaka exemplar av typ *Neoechinorhynchus rutili* påträffades även, och dessa har ett klotformat proboscis med 3 kransar av 6 hakar.



Figur 28. Acanthocephalen *Echinorhynchus truttae* påträffad i tarmen hos flundra från Pulmankijärvi.

Encysterade parasiter i tarmväggen noterades men artbestämdes inte. De var små vita knappnålshuvudstora noduler i tarmväggen. Dessa tarmväggscystor förekom hos 18,3 % (n = 32) av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

Leverparasiter, som identifierades till *Anisakis* sp. hittades hos 6,9 % (n = 12) av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning och 2,3 % (n = 4) av dessa flundror hade även encysterade tarmparasiter som dock inte artbestämdes.

6. DISKUSSION

6.1. BIOLOGI

6.1.1. FÅNGSTEN

Den totala fångsten på 175 flundror var överraskande liten. Det utökade antalet nät ökade inte fångstmängden per dag (fig. 3). Enligt lokalbefolkningen har flundrefångsterna genom tiderna varit stora och den totala flundrefångsten under sommaren 1995 motsvarade inte fångstmängder från tidigare år. Flundran utgör för de lokala fiskarna enbart en "störande" bifångst i lax och siknäten, och den kastas ofta tillbaka i sjön.

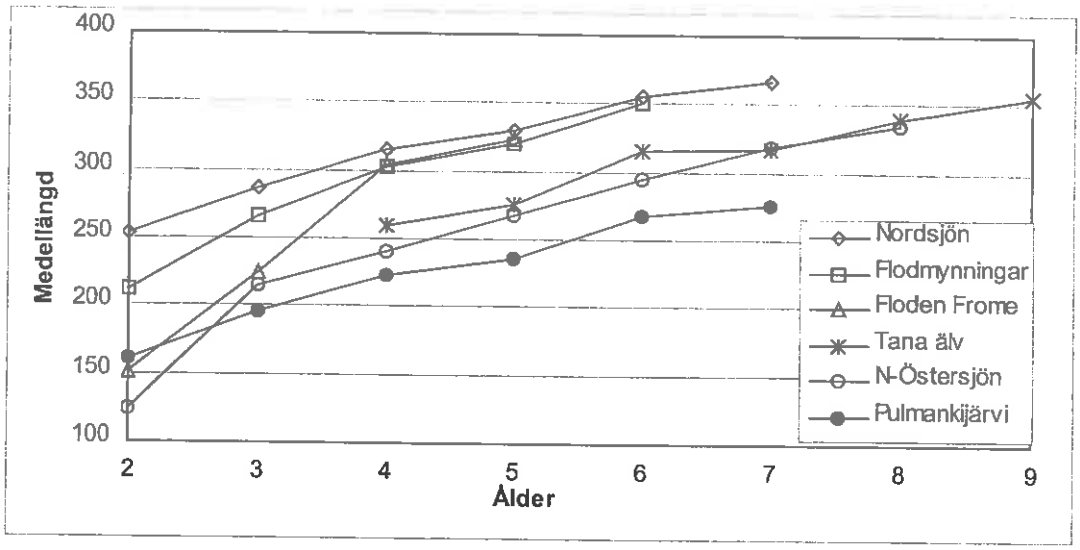
Mera flundror fångades i näten om dessa lades närmare Yläpulmankijoki mynning. Mynningen har grunt sandbotten där flundror kan antas trivas bra. Yläpulmankijoki är dock helt skyddat från fiske för att inte laxens vandring skall störas och nätena kunde därför inte läggas i älvmynningen. Under månadsskiftet juli-augusti rasade stranden en bit upp i Yläpulmankijoki och vattnet blev grumligt en bit ut på sjön. Under denna period på ett par dagar var fångsterna aningen större än tidigare (fig. 3). Möjligtvis flydde flundrorna åns grumliga vatten ut i sjön eller såg inte näten och fastnade i dem.

Frågan vart de tidigare rapporterade, ibland överstora mängderna flundror försvunnit kan ha många svar. Möjligtvis har populationens individantal minskat eller så har flundrorna vandrat till större djup i sjön, till Yläpulmankijoki mynning eller ut ur sjön. Flundran är känd för att företa migrationer till födolokaler och lek. En naturligt förekommande populationsstorleksreglerande rytmik kan möjligtvis även vara en orsak till de små flunderfångsterna.

Orsaken till att det inte erhölls flundreyngel vid yngelnotdragningarna i Pulmankijärvi är att flundra troligtvis inte leker i sjön och därmed förekommer det inga yngel.

6.1.2. Längd, vikt, tillväxt, ålder och könsfördelning

De undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var små (fig. 29) jämfört med de undersökta flundrorna från Tana älvmynning samt med flundror undersökta bl. a från Nordsjön och från brackvattenmiljön i flodmynningar och sötvattenområdet i floden Frome. De undersökta flundrorna från Pulmankijärvi hade dock en tillväxt som påminner om Östersjöflundrans (Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Van Leeuwen & Vethaak, 1988).



Figur 29. Medellängder per ålder för flundra i olika europeiska vattendrag inklusive Tana älv och Pulmankijärvi (Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Van Leeuwen & Vethaak, 1988). Flodmynning anger brackvattenområden i europeiska floders mynningar.

I Östersjön lever flundran på gränsen av sitt utbredningsområde och den har därför en långsam tillväxt. Det kalla klimatet och den därmed korta tillväxtperioden kan vara en förklaring till den lägre tillväxt de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning visar i jämförelse med bl.a. flundror från sötvattensområdet i floden Frome (Beaumont & Mann, 1984). En orsak till att flundrorna från Tana älvmynning var större än flundrorna från Pulmankijärvi (fig. 12) kan vara att Pulmankijärvi fryser till tidigare än Tana älvmynning och tillväxtperioden i sjön blir kortare för dessa flundror. En annan orsak kan vara att flundrorna i Tana älvmynning vandrar för att övervintra och leka till större djup i Tana fjord eller ishavet där födotillgången sannolikt är större än vad den är under vintern i Pulmankijärvi.

Enligt Hansen (1979) är flundrans tillväxthastighet först och främst beroende av förhållandet mellan näringstillgång och beståndstäthet. Populationstätheten undersöktes inte för flundrorna i Pulmankijärvi, men på basen av den ringa flundrefångsten kan man anta att populationstätheten är låg. Siken konkurrerar med flundran om föda i Pulmankijärvi (Himberg, pers. kom.) men i vilken grad detta påverkar flundrans tillväxt i sjön är inte känt. Troligtvis är dock mellanartskonkurrensen om födan låg vilket gynnar flundrepopulationen i sjön. Undersökningar av bottenfaunan för att utreda

förekomster samt mängden av flundrornas födoorganismer gjordes inte i Pulmankijärvi. Flundrorna undersöktes endast på maginnehåll (tabell. 1).

Medellängden ökade inte under fångstmånaderna medan medelvikten steg under fångstperioden från och med juni för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Orsaken till att medelvikten steg kan vara en ökad tillgång på födoämnen under sommarmånaderna. Längdökningen sker möjligtvis långsammare än viktökningen hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

Ur figur 10 och 11 kan man läsa att det inte förekom skillnader i längd eller vikt mellan honor och hanar hos de undersökta flundrorna i Pulmankijärvi. Enligt Suuronen (1979), råder det en storleksskillnad mellan könen hos äldre flundror i finska kustvatten. Möjligtvis har de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi inte uppnått en tillräkligt hög ålder för att en storlekskillnad mellan könen skall kunna uppstå. Den förhållandevis högre åldersstrukturen hos de undersökta flundrorna från Tana älvmynning inverkade dock inte signifikant på vikt- och längdskillnader mellan könen.

Medelåldern för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var låg (3,9) (fig. 9) jämfört med medelåldern hos de undersökta flundrorna från Tana älvs mynning (6,5) samt flundror från marina miljöer men den överensstämmer med medelåldern hos flundrepopulationer i andra undersökningar i sötvattenområden (Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Van Leeuwen & Vethaak, 1988). De flundror som växer snabbast i en population blir oftast tidigast könsmogna och migrerar först från sötvattenlokaler till marina lekområden. Sötvattenlokaler karakteriseras av populationer med relativt unga flundror och man anser att endast en del av individerna i populationen återvänder till sötvatten efter leken. De äldre åldersgrupperna i sötvattenlokaler kan därför domineras av långsamt växande, icke könsmogna flundror som även kan vara fallet i Pulmankijärvi (Beaumont & Mann, 1984; Van Leeuwen & Vethaak, 1988).

Det förekom ett större antal honor än hanar bland de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Könsfördelningen var jämn för 3 åringarna varefter honorna dominerade i äldre åldersgrupper (fig. 8). Flundrehonor har även i andra undersökningar konstaterats förekomma som äldre i större mängd än hanar (Suuronen, 1979).

6.1.3. KONDITIONSFAKTOR

Medelvärdet på konditionsfaktorn (1,2 ± 0,16) hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var hög jämfört med medelvärden på konditionsfaktorn hos flundror undersökta från andra europeiska vattendrag, där konditionsfaktorn kan ha ett medelvärde som underskrider 1 (Hansen, 1979; Vethaak, 1992; Jansen et al., 1995; Vethaak & Jol, 1996). Det höga medelvärdet på konditionsfaktorn kan bero på att det i Pulmankijärvi troligtvis finns många tillväxtgynnande faktorer så som eventuellt stor tillgång på föda samt låg mellan- och inomartskonkurrens. Den relativt höga konditionsfaktorn kan även bero på att de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi inte var lekmogna och därmed inte har utsatts för den stress som gonadutvecklingen samt leken innebär för flundra. Gonadutvecklingen är energikrävande och flundror har observerats ha en låg konditionsfaktor speciellt under lekperioden (Hansen, 1979). De undersökta flundrorna från Tana älvmynning var dock könsmogna och hade en lika hög konditionsfaktor som de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (fig.15). De undersökta flundrorna från Tana älvmynning var dock fångade i slutet av lekperioden och konditionsfaktorn stiger troligtvis hos flundra efter denna period.

Medelvärdet på konditionsfaktorn hos de undersökta flundrorna i Pulmankijärvi steg sakta under fångstmånaderna (fig. 14). Den troligtvis under sommaren ökande förekomsten av för flundra tillgängliga födoorganismer och den därpå följande viktökningen kan vara en förklaring till den stigande konditionsfaktorn från juni till oktober hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Den långsamma längdtillväxten hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi kan i sin tur bero på den korta tillväxtperioden.

6.1.4. KÖNSMOGNAD

I Vita havet blir flundran könsmogen vid 4-5 års ålder (Ssytsch-Awerinzeva, 1930 citerad i Hansen, 1979), vilket kan stämma överens med åldern för könsmognad för flundra i Tana älvmynning, emedan de yngsta undersökta flundrorna från Tana älvmynning var 4 år gamla och könsmogna. Från Tana älvmynning undersöktes dock inte flundror under 4 år. Endast 25% av de undersökta flundrorna i Pulmankijärvi var över 4 år vilket kan tyda på att de flesta flundrorna vid 4-5 års ålder vandrat via Tana älv för att leka och att det av den orsaken påträffades få könsmogna individer i sjön (fig. 8 & 16).

Enligt Hansen (1979) blir flundran könsmogen då den uppnått en längd på 20 cm. Snabb tillväxt leder hos flundror till tidig könsmognad och därpåföljande tidig vandring till havet för lek (Beaumont & Mann, 1986). Flundrorna i Pulmankijärvi var små till växten och blir antagligen därför könsmogna vid en högre ålder än flundrorna i Tana älvmynning. Flundror undersökta från Tana älvmynning var vid 4 års ålder könsmogna och hade en längd som motsvarar den hos 6-7 åriga flundror undersökta från Pulmankijärvi. Medellängden hos de undersökta 4-5 åriga flundrorna från Pulmankijärvi var 23 cm och dessa flundror var inte könsmogna.

6.1.5. Lek

Av 28 flundror undersökta i augusti från Tana älvmynning var 26 könsmogna eller urlekta, medan det i Pulmankijärvi påträffades varken köns- eller lekmogna flundror (fig. 16). Flundrans lektid i Vita havet infaller i juni-juli (Ssytsch-Averinzeva, 1930 citerad i Hansen, 1979) och sammanfaller således troligtvis med flundrans lektid i Tana älv emedan en del av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning var urlekta. Emedan det endast påträffades ett litet antal (12 st.) flundror som uppvisade en påbörjad gonadutveckling och inga urlekta flundror eller yngel påträffades i sjön under den tid som provfisket pågick drar jag slutsatsen att flundran inte leker i Pulmankijärvi. Om flundran leker i Pulmankijärvi torde det ha påträffats lekmogna individer under provfisket eftersom denna tid (5.7-18.8) sammanfaller med flundrornas lektid i Tana och Vita havet och borde således sammanfalla även med lektiden för de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

Enligt en del av lokalbefolkningen vid Pulmankijärvi utgör flundran i sjön en egen, lekande population. De hävdar att de sett flundror leka i Pulmankijärvi och att flundror "stora som tändsticksaskar" (ca 5 cm) funnits i sjön (Vuorinen, 1996) vilket skulle tyda på förekomsten av yngel och lek. Jag finner det dock högst osannolikt att flundra leker i sjön.

Argument som talar för möjligheten att flundran i Pulmankijärvi skulle kunna utgöra en egen lekande sötvattenspopulation, även om flundran inte anses kunna fortplanta sig i sötvatten (Beaumont & Mann, 1984), är bl.a. möjligheten för flundrans romkorn att överleva trots sötvattenförhållandet i sjön. Flundra har setts leka i Ålands hav trots vattnets låga salthalt (Bonsdorff & Norkko, 1994), och i floden Elbe i Tyskland har

förekomsten av flundrelarver i sötvattenområden lett till spekulationer om flundrans möjlighet till lek i sötvatten (Möller & Dieckwisch, 1991). De potentiella lekområdena i Pulmankijärvi är de grunda sandbottnar som helt saknar påväxt. De bentiska romkornen kunde möjligtvis även överleva här, utan att kvävas av alger. De oskyddade romkornen kan dock vara utsatta för förödande vågrörelser samt en omfattande predation från bottendjur och fisk.

Flundrans fortplantningsförmåga i vatten med låg salthalt försämras även i och med att flundrehanarnas spermieaktivitet avtar och spermiens överlevnadstid förkortas drastiskt, då vattnets salthalt sjunker under 6 ‰ (Suuronen, 1989).

6.1.6. Migration

På basen av mina resultat drar jag slutsatsen att flundran i Pulmankijärvi inte utgör en egen, i sjön lekande population. Pulmankijärviflundran vandrar troligtvis till sjön från Tana älv för att återigen som äldre vandra till Tanafjord för att leka. Flundran återvänder troligen inte till sjön efter leken.

Den ringa storleken (216 mm / 129,7 g), den låga medelåldern (3,9 år), det låga antalet könsmogna individer (12 av 175) samt avsaknaden av urlekta gonader hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi, utgör grunden för mina konklusioner (fig.5, 6 & 16).

Flundrorna från Pulmankijärvi har troligtvis vid 4-5 års ålder och över 20 cm's längd påbörjat lekvandringen till Tana älv och alla flundror äldre än 7 år har vandrat från Pulmankijärvi. Orsaken till att flundror under 2 år inte påträffades i sjön beror troligtvis på att de först som 2-åringar påbörjar vandringen till Pulmankijärvi från födo- och leklokalerna i Tana älvmynning. Hos många fiskarter är vandringen mellan lokaler med olika salthalter förknippad med begynnande reproduktionsaktivitet och flundror som vandrar från söt- till saltvatten blir könsmogna först ett år efter att de har nått havet. I sötvattenområdet i floden Frome i England påträffades heller inga flundror med mogna eller urlekta gonader och det förekom inga tecken på att flundran efter att den vandrat ut till havet för att leka skulle återvända till sötvattenområdet (Beaumont & Mann, 1984; Arnold-Reed & Balment, 1991).

En faktor som talar mot att flundran skulle vandra upp i Pulmankijärvi, är längden på vandringen. Flundran anses vara en stationär bottenart, men den har dock i europeiska vattendrag påträffats företa långa lek- och födovandringar (Halme, 1962; Suuronen, 1979; Beaumont & Mann, 1984). Hur klarar en 2-årig flundra under 100 mm längd av att vandra ca 70 km uppströms till Pulmankijärvi? Svaret kan vara att sjön ligger endast 17 m.ö.h. (Mansikkaniemi, 1967). Forsar eller andra hinder som skulle försvåra flundrans vandring förekommer inte heller i Tana älv eller Alapulmankijoki. Flundra påträffas allmänt ända upp till första forsen, Alaköngäs, i Tana älv från älvmynningen sett. Flundrornas vandring i Tana älv kan underlättas av att tidvattnet i havet inverkar 18 km uppströms (Mattsson, 1983). Ligger flunderynglens födoområden, i enlighet med observationer om flundrors födolokaler i övriga europeiska floder, i Tana älvs övre tidvattenszon, förkortas flundrornas vandringsträcka till Pulmankijärvi med ca. 20 km emedan Yläpulmankijoki mynnar ut i denna zon. Ett relativt säkert tecken på att flundrorna vandrar från hav till sjö vore om det hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi hade påträffats trematoden *Cryptocotyle lingua*, vilket dock inte var fallet (Wirjoatmodjo & Pitcher, 1983; Möller, 1990; Raffaelli et al., 1990; Vethaak, 1992; Hutchinson & Hawkins, 1993).

Varför vandrar då flundran till Pulmankijärvi? Vid nordsjökusten är det mycket vanligt att flundror vandrar upp i floder, och det kan dels vara frågan om en slump att flundror vandrar till Pulmankijärvi. Födokonkurrens inom populationen i Tana älv och -fjord i flundrans "normala" födolokaler tvingar en del av individerna mot Pulmankijoki och Pulmankijärvi. Små flundror är kända för att vandra långt in i sötvatten (Wirjoamodjo & Pitcher, 1984).

6.1.7. VÄNSTERSIDA SOM ÖGONSIDA

Andelen individer med vänstersida som ögonsida var stor bland de undersökta flundrorna från både Pulmankijärvi (42 %) och Tana älvmynning (43 %). Flundra med vänstersida som ögonsida har rapporterats från flera lokaler i Europa andelen vänstersvängda varierade mellan 5 och 35 % (Hansen, 1979; Beaumont & Mann, 1984; Vethaak et al., 1990; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995). Orsaken till den höga andelen flundra med vänstersida som ögonsida i Pulmankijärvi och Tana älv är inte kändt.

RKTI /KTO
TE UTKIMUSASEMA
49 99980 UTSJOKI

6.2. FÖDOVAL

Födoorganismerna hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (tab.1) överensstämmer i hög grad med de födoorganismer som funnits i magen på flundror som undersökts från sötvattenområdet i River Frome i England (Beaumont & Mann, 1984). I Pulmankijärvi utgjorde musslor samt nattslände- och mygglarver de vanligaste födoorganismerna hos flundrorna. Kräftdjur, harkranklarver och fisk utgjorde en betydande födokälla i Pulmankijärvi medan dessa inte i större mängd utnyttjas av flundrorna i River Frome. I Östersjön består flundrornas föda i huvudsak av mollusker samt mygglarver och kräftdjur och i marina miljöer består födan av musslor, kräftdjur, ormstjärnor och småfisk (Gottberg, 1924; Suuronen, 1979; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995; Westberg, 1997)

Man kan påstå att flundran är en opportunist som äter den tillgängliga födan på den lokal där fisken befinner sig för tillfället. Mängden insekter bland de påträffade födoorganismerna från de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi är relativt stor och reflekterar den stora mängd insektlarver som sannolikt finns i sjön.

6.3. SJUKDOMAR

6.3.1. FÖREKOMST AV SJUKDOMAR OCH DEFEKTER SAMT DERAS EVENTUELLA ORSAKER

6.3.1.1. FENRÖTA

Uppkomsten av fenröta hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi är snarare relaterad till mekanisk skada än till en infektiös skada. Flundrornas långa vandring från Tana älv till Pulmankijärvi kan eventuellt genom mekaniskt slitage på fenorna ge upphov till fenröta. Den höga prevalensen fenröta bland de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi kan dock även tyda på en hög prevalens av de till fenröta associerade bakterien *Aeromonas hydrophila* (Ullrich, 1992). Fenröta och sårsjuka i flundra från Nordsjön och europeiska floder har visat höga signifikanta samband, vilket kan tyda på likheter i dessa två sjukdomarnas etiologi (Ullrich, 1992; Vethaak, 1992) och då det inte förekom andra sjukdomar än fenröta bland de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi,

kan man kan eventuellt anta att patogeners förekomsten i sjön är begränsad. Flundrorna från Pulmankijärvi undersöktes dock inte på bakterier eller andra mikropatogener.

Eventuellt kan det sura svavelnedfall som når Tana älvs nederbördsområden, 0,3-0,4 $gm^{-2}a^{-1}$, ha en inverkan på uppkomsten av fenröta hos flundra. Enligt Sindermann (1983) kan fenröta bero på låg syrehalt kombinerat med en hög sulfidhalt i vattenmiljön. En bakteriell invasion på det skadade slemlagret kan utgöra den sekundära effekten. Syrehalten i Pulmankijärvi mättes dock inte. Fenröta har beskrivits som nekros och regression av fenvävnad (Ullrich, 1992), vilket stämmer överens med observationerna hos de undersökta flundrorna i Pulmankijärvi.

Diagnos av fenröta kan vara problematiskt och mina resultat skall tolkas med stor försiktighet. Svårigheter uppstår då man skall särskilja fenröta från mekanisk skada som förorsakats av parasiter, predatorer eller fiskeredskap (Vethaak, 1985, 1992). På grund av diagnossvårigheter har rapporteringen av fenskador uteslutits från ett antal undersökningar av föroreningsrelaterade fisksjukdomar, fastän föroreningar anses ha en inverkan på uppkomsten av fenröta (Vethaak, 1992, 1993).

6.3.1.2. "HUDPRICKAR"

"Hudprickarna" kan beskrivas som punktformiga blödningar i huden på flundrans blindsida och definieras här som defekt framom sjukdom. Troligtvis var "hudprickarna" mekaniska fångstskador som en följd av behandlingen då flundrorna avlägsnades från näten. Dylika röda prickar uppkom även om man skrapade fiskhuden lätt med nageln. Möjligtvis kan de små röda blödningarna även ha orsakats av fiskigeln, som i vissa fall påträffades på flundrornas hud.

Eftersom mina resultat antyder att flundran inte leker i sjön, är det inte troligt att de röda prickarna kan vara blödningar orsakade av lekbeteende i stil med de blödningar i huden som rapporterats från lekande flundra i finska kustvatten (Bonsdorff & Norkko, 1994).

6.3.2. AVSAKNADEN AV ANDRA ALLMÄNT FÖREKOMMANDE SJUKDOMAR

Sjukdomar hos flundra är mycket allmänna och man kunde vänta sig att finna dessa sjukdomar hos flundror i Pulmankijärvi. Nedan diskuteras möjliga orsaker till att dessa sjukdomar så gott som helt saknades hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

6.3.2.1. MULTIFAKTORIELLA FISKSJUKDOMSORSAKER

Fisksjukdomar induceras troligtvis multifaktoriellt varav förorening kan vara en faktor. Även andra faktorer har förknippats med förhöjda sjukdomsprevalenser. Det har spekulerats i om bl.a. fiskeaktivitet, fiskens längd och vikt, konditionsfaktor, ålder, könsmognad och lek, migration, födotillgång, salthaltsfluktuationer och patogener har ett samband med förekomsten av bl.a. lymfocystis, sårsjuka, fenröta samt leverneoplasmer. Dessa sjukdomar har observerats i varierande prevalenser i de flesta undersökta flunderpopulationer i Östersjön, Nordsjön och längs med den europeiska Atlantkusten (Bucke et al., 1983a,b; Dethlefsen, 1980, 1984; Dethlefsen & Lang, 1994; Dethlefsen & Watermann, 1982; Lang & Dethlefsen, 1994; Möller, 1980, 1984, 1990; Reiersen &; Fugelli, 1984; Thulin et al., 1989; Ullrich, 1992; Vethaak, 1985, 1992, 1993; Vethaak & Jol, 1996; Vitinsh & Baranova, 1976; Wiklund, 1994; Wiklund & Bylund, 1993, 1994; Wiklund & Dalsgaard, 1995).

6.3.2.2. FÖRORENING

Direkta samband mellan förorening och sjukdomsprevalenser har inte entydigt kunnat bevisas i undersökningar av miljöstressfaktorers inverkan på sjukdomsprevalensen hos flundra bl.a. längs med de nederländska och tyska Nordsjökusterna. Föroreningars indirekta inverkan på sjukdomsprevalenser har dock inte kunnat uteslutas (Möller, 1990; Vethaak, 1992; Vethaak & Jol, 1996).

Eftersom lymfocystis och sårsjuka är infektionssjukdomar, kan förorening endast ha en indirekt effekt på uppkomsten av dessa sjukdomar. Leverneoplasmer kan i motsats ha en direkt kemisk etiologi, utan inverkan av patogener (Vethaak & Jol, 1996). Vethaak (1992) föreslår att stora förekomster av sårsjuka på flundrans blindsida kan indikera inverkan av sedimentrelaterade faktorer på uppkomsten av sår. Ingen signifikant korrelation har dock påträffats mellan förekomst av fisksjukdomarna lymfocystis, sårsjuka och fenröta, och halter av föroreningar i sediment (Vethaak, 1992). Signifikant större förekomster av sårsjuka på flundrornas blindsida än på ögonsida har noteras även i Östersjön men här hade hanar oftare sårsjuka på blindsidan än honor. Orsakerna är troligtvis inte relaterade till förorening utan relaterade till flundrornas lekbeteende, eller till olika morfologiska och fysiologiska egenskaper mellan könen (Wiklund & Bylund, 1993). I marina lokaler har bly i sediment visat en positiv korrelation till förekomsten av sårsjuka och leverneoplasmer (Vethaak & Jol, 1996). En bidragande orsak till

avsaknaden av sjukdomar hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi kan vara att det saknas föroreningskällor i sjöns tillrinningsområde och sjön följaktligen kan anses vara oförorenad. Detta innebär att flundrorna i Pulmankijärvi inte utsätts för den stress förorening eventuellt medför.

6.3.2.3. FISKEAKTIVITET

Flundra från Pulmankijärvi används sällan som människoföda och enligt lokalbefolkningen kastas den vid fångst ofta tillbaka i sjön. På en del av de undersökta flundrorna påträffades tydliga ärr som vittnade om skador förorsakade av nät. Inga andra typer av ärr observerades. Det är inte osannolikt att skador på det skyddande slemlagret i huden kan göra fisk mera känslig för infektion av patogener (Lüdemann, 1993; Wiklund, 1994) och i undersökningar har man observerat ett positivt samband mellan fiskeaktivitet och sjukdomsprevalens (lymfocystis, hudsårsjuka, leverneoplasmer) hos flundra (Vethaak & Jol, 1996). En eventuell avsaknad av patogener kan vara en delorsak till att det inte påträffades sårsjuka hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. De observerade punktformade blödningarna på huden på en del av de undersökta flundrornas kan vara skador orsakade då flundrorna avlägsnats från näten vid fångsten. Dessa kunde möjligtvis utgöra en början på sårsjuka ifall patogener som inducerar sårsjuka förekom i Pulmankijärvi.

6.3.2.4. LÄNGD, VIKT, ÅLDER OCH KÖNSMOGNAD

De undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var korta och små (fig. 5, 6 & 29) jämfört med flundror från andra undersökningar (Beaumont & Mann, 1984; Van Leeuwen & Vethaak, 1988; Koli, 1994; Pethon & Svedberg, 1995). En signifikant positiv korrelation mellan ökande fisklängd och/eller stigande ålder, och större sjukdomsprevalens har observeras i ett antal andra undersökningar av flundrors sjukdomar. I norra Östersjön korrelerar längden då flundra uppnår könsmognad med de kortaste flundrorna noterade med sårsjuka. Det är okänt om det är faktorerna relaterade till könsmognadsprocessen som inducerar eller gör flundra mera mottaglig för sårsjuka. Könsmognad inducerar ett antal beteendemässiga, fysiologiska och anatomiska förändringar vilka kan bidra till att öka fiskens mottaglighet för sårsjuka (Suuronen, 1979; Möller, 1990; Vethaak, 1992; Wiklund & Bylund, 1993; Vethaak & Jol, 1996).

Eventuellt p.g.a. att de flesta undersökta flundrorna från Pulmankijärvi är små har de inte uppnått könsmognad. Sjöns större flundror kan eventuellt ha vandrat från sjön till Tana älv före uppnådd könsmognad och potentiellt sjukdomsutbrott, vilket kan vara en orsak till att det sällan påträffades varken könsmogna eller sjuka individer bland de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi (fig.16). De icke könsmogna flundrorna har inte utsatts för den stress som könsmognadsprocessen möjligen utgör och därpåföljande minskad motståndskraft mot sjukdomar.

De undersökta flundrorna från Tana älvmynning hade inte en högre prevalens av sjukdomar än de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi fastän Tana flundrorna var större, äldre och en del var könsmogna. Möjligtvis saknar flundrorna i Tana fjord och dess tillrinningsområde överlag sjukdomar.

6.3.2.5. Lek

Lekande fisk kan utsättas för stress i form av bl. a. hög populationstäthet och födobrist. Flundrans lekaktivitet anses spela en större roll än undernäring för förekomst av sjukdomar hos flundra (Rijnsdorp & Vethaak, 1989; Vethaak & Jol, 1996).

Flundrans lekbeteende kan ge upphov till blödningar på flundrans hud (Bonsdorff & Norkko, 1994). Blödningarna kan utvecklas till sår om de infekteras av patogener. Bakterieceller från en flundra med sår kan möjligen även överföras till en frisk flundra under leken (Wiklund, 1994). Emedan flundrorna i Pulmankijärvi troligtvis vandrar ut ur sjön för att leka utsätts de inte i sjön för den stress och de skador, samt eventuella därpåföljande sjukdomar, som kan förknippas med lek. De undersökta flundrorna från Tana älv var könsmogna eller urlekta vilket betyder att dessa flundror utsätts för den stress som leken innebär. Dessa flundror hade dock inte sjukdomar i större utsträckning än de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

6.3.2.6. Salthaltsfluktuationer

Enligt Möller (1990) kan kraftiga och regelbundna salthaltsfluktuationer inverka på flundrans mottaglighet för sjukdom. Han föreslår att tidvatten- och säsongfluktuationer i salthalt kan ha en negativ inverkan på evertebratbiomassan med därpåföljande lägre näringstillgång för flundra. Flundran blir undernärd och dess motståndskraft mot patogener minskar (Möller, 1990).

I en undersökning av flundersjukdomar i nederländska Waddensjön påträffade Vethaak (1992) mycket höga prevalenser av sårsjuka i vissa lokaler med stora salthaltsfluktuationer. Han föreslår att bakterieinfektion, osmotisk stress och anaeroba sediment, samt möjligtvis trängsel och födobrist kan vara inblandade i sjukdomsuppkomsten här (Vethaak, 1992). Man kan spekulera i om en av orsakerna till avsaknaden av sjukdomar hos Pulmankijärviflundran kan vara att den lever i sötvatten och inte i tidvattensområden med stora salthaltsfluktuationer och därpåföljande stress. De undersökta flundrorna från Tana älvmynning lever i en miljö av salthaltsfluktuationer men hade dock inte en högre sjukdomsprevalens än de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Östersjöflundran har höga sjukdomsprevalenser och den lever åter i en miljö med stabil salthalt. Salthaltsfluktuationer har eventuellt inte en direkt inverkan på uppkomsten av sjukdomar hos flundror.

6.3.2.7. Patogener

Fenröta och sårsjuka hos flundra förknippas med angrepp av patogena bakterier (Möller, 1990; Ullrich, 1992; Wiklund & Bylund, 1993; Wiklund & Dalsgaard, 1995). Förekomsten av patogener undersöktes inte hos flundrorna från Pulmankijärvi men frånvaron av sjukdomar hos de undersökta flundrorna kan bl.a. bero på att de sjukdomsinducerande patogenerna saknas, inte förekommer i tillräckligt stora mängder i miljön eller inte inducerar sjukdomar. Lymfocystis är en virussjukdom som sprids under lek från en flundra till en annan (Bylund & Fagerholm, 1984). Avsaknaden av lymfocystis hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi kan vara en direkt följd av att flundran troligtvis inte leker i sjön eller att viruset saknas från sjön.

6.3.2.8. Populationstäthet

Flundrornas populationstäthet undersöktes inte i Pulmankijärvi, men på basen av flunderfångstens storlek kan inomartskonkurrensen om föda anses vara liten. Mellanartskonkurrensen är antagligen även låg. På basen av undersökningar av sik i Pulmankijärvi kan man dock anse att sik konkurrerar med flundran om föda men det är oklart hur stor konkurrensen är. Det höga konditionsfaktorvärdet indikerar att flundran är välnärd.

Överföringen av patogener mellan flundrorna i Pulmankijärvi kan man anta vara minimal då det högst troligt varken förekommer lek eller trängsel mellan individer. Hög

populationsdensitet kan gynna överföringen av patogener inom en population. Även den ökade stress som trängsel förorsakar flundra kan inverka på dess mottaglighet för sjukdomar (Sindermann, 1979).

6.3.2.9. PIGMENT OCH "DUBBELSIDIGHET"

En av flundrorna från Pulmankijärvi var fullständigt tvåsidigt pigmenterad (fig. 22), och dess utseende stämde överens med de beskrivningar av tvåsidig flundra påträffad i Trondheimsfjorden i Norge (Gulliksen et al., 1982). I övrigt förekom det ingen betydande pigmentering av blindsidan hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och Tana älvmynning. Att det inte förekom pigmentfläckar tyder på att sårsjuka troligtvis inte förekommer på flundra i Pulmankijärvi eftersom lekande och lekta sår ofta är pigmenterade. Avsaknaden av pigmentering kan möjligtvis även bero på dessa flundrors genetiska arv eller på t.ex. den oförorenade miljön de lever i. Pigmentfläckar på blindsidan är i övrigt ett normalt fenomen hos flundra (Bucke et al., 1983; Thulin et al., 1989; Pethon & Svedberg, 1995).

6.4. PARASITFÖREKOMST

Det påträffades inga marina parasitarter hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi. Varken på de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi eller Tanaälv hittades det *Cryptocotyle concavum* eller *C. lingua*. Trematodens mellanvärddjur, *Littorina* sp. snäckor är marina arter och förekommer inte i Pulmankijärvi. Flundrorna har troligtvis undgått infektion av parasiten i Tana fjord före sin antagna vandring till sjön. Att de undersökta flundrorna inte hade den i sötvatten förekommande hakmasken *Echinorhynchus laevis*, kan åter tyda på att flundrorna nyligen vandrat från havet och inte ännu blivit infekterade av parasiten eller att parasiten saknas i sjön. I levern hos flera av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning påträffades nematoden *Anisakis* sp., som har marina värdar. Detta kan återigen visa att flundran i Pulmankijärvi inte ligger i kontakt med den marina miljön i Tana fjord emedan *Anisakis* sp. inte påträffades hos de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi.

Hos enbart 14 % (n=25) av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi observerades parasitcystor i levern, vilket är färre än mängden observerade parasitcystor i levern hos undersökt flundra från Östersjön där 40-60% av flundrorna kan vara infekterade

(Wiklund & Bylund, 1994). Möjligtvis kan den mindre förorenade miljön i Pulmankijärvi inverka på den lägre andelen flundror med parasitcystor än hos flundror undersökta från det betydligt mera förorenade Östersjön.

6.5. Felkällor

Det förekom vissa fel vid undersökningen av en del av flundrorna från Pulmankijärvi. Bl.a. kan flundrornas vikt och längd samt sjukdomsanalysen ha påverkats av att fiskarna varit frusna. Det är även osäkert huruvida de undersökta flundrorna återger det egentliga längd- och viktförhållandet inom populationen. Det användes dock en nätserie som borde ge en realistisk bild av populationsstrukturen samt verklighetstrogna värden på de olika parametrarna som undersöktes på flunderpopulationen i Pulmankijärvi.

Det kan även på grund av brister i sakkunskap förekomma fel i identifieringen av födoorganismerna samt parasiterna. Födoorganismerna stämmer dock med de i tidigare undersökningar identifierade arterna från Ala-Pulmankijoki (Pålmakälven) (Lax et al., 1993). Även samtliga identifierade parasiters värddjursarter påträffades i analysen av de undersökta flundrornas födoval, vilket tyder på att parasitarterna samt födovalsorganismerna är korrekt identifierade. Trematoden *Crepidostomum farionis* (bild 3) första mellanvärd är *Sphaerium* sp. och *Pisidium* sp. musslor. Cestoden *Cyanthocephalus* sp. har gammarider som mellanvärd, *Schistocephalus* sp. har spigg samt copepoder, *Proteocephalus* sp. spigg, *Echinorhynchus truttae* gammarider och *Neoechinorhynchus rutili* har spigg som mellanvärd (Pavlovskii, 1962; Möller & Anders, 1986).

7. Sammanfattning

- Samanlagt undersöktes 175 flundror från Pulmankijärvi och 28 flundror från Tana älvs mynning på biologi (längd, vikt, ålder, kön, könsmognad), födoval, sjukdomar (hudsår, lymfocystis, fenröta, levernoduler och -tumörer, synliga skelettdeformationer samt laterallinjeavvikelser) och makroskopiska hud- och inälvsparasiter.
- De undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var små och unga jämfört med de undersökta flundrorna från Tana älvmynning som var större, äldre samt könsmogna. De flesta undersökta flundrorna från Pulmankijärvi var icke könsmogna.
- Födovalet utgjordes främst av snäckor och musslor, sötvattensmärlor, nattslände-, mygg- och harkranklarver samt av storspigg.
- De enda sjukdomarna/defekterna som noterades var fenröta, ärr och punktformiga blödningar i huden.
- Fenröta förekom hos 76 % av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och hos 68 % av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning.
- Ärr förekom på 10 % av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och på 7 % av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning.
- Punktformiga blödningar i huden på flundrornas blindsida påträffades hos 43 % av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi och hos 3,5 % av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning.
- Hos 95 % av de undersökta flundrorna från Pulmankijärvi påträffades parasiter. De påträffade tarmparasiterna tillhörde klasserna Trematoda, Cestoda och Acanthocephala. På huden påträffades fiskigeln *Piscicola geometra*. Leverparasiten *Anisakis* sp. påträffades hos 6,9 % av de undersökta flundrorna från Tana älvmynning, men påträffades inte hos flundra från Pulmankijärvi.
- På basen av resultaten i undersökningen dras den slutsatsen att flundrorna i Pulmankijärvi inte utgör en i sjön lekande egen population utan flundrorna vandrar från Tana älv till sjön.

TILLKÄNNAGIVANDE

Jag vill tacka min handledare Tom Wiklund för konstruktiv kritik och gott tålamod samt Göran Bylund vid Parasitologiska institutet vid Åbo Akademi och Eero Niemelä vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet som gav mig tillfället att jobba med flundrorna i Pulmankijärvi. Jag vill även tacka Hans-Peter Fagerholm för all hjälp jag har fått med parasiterna och Chris Karppinen för hans hjälp med artkännedomen. Eero Aro vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet åldersbestämde flundrorna och honom vill jag även tacka. Tack skall även Kristiina Länsman, Bergetta Aikio, Mikko Aikio och Laila Aikio ha för de flundror de fångade i Pulmankijärvi och gav mig. Kjell Moen i Norge vill jag tacka för de flundror från Tana älv som han försåg mig med. Sist men definitivt inte minst vill jag tacka Maisa Vuorinen för all hjälp samt Specialmännen i Pulmankijärvi för de oförglömliga månaderna vid sjön.

REFERENSER

Arnold-Reed, D. E. and Balment, R. J. 1991. Salinity tolerance and its seasonal variation in the flounder, *Platichthys flesus*. Comp. Biochem. Physiol. **99A**, 1/2: 145-149.

Aro, E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic. Rapp. P-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 190: 72-96.

Aro, E. and Sjöblom, V. 1983. The migration of Flounder in the northern Baltic Sea. ICES- Baltic Fish Committee. C. M. 1983/J: **26** 12pp.

Beaumont, W. R. C. and Mann, R. H. K. 1984. The age, growth and diet of a freshwater population of the flounder, *Platichthys flesus* (L.), in southern England. J. Fish. Biol. **25**: 607-616.

Bonsdorff, E. and Norkko, A. 1994. Flounder (*Platichthys flesus*) spawning in Finnish archipelago waters. Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica **70**: 30-31.

Bucke, D., Feist, S. W., Norton, M. G. and Rolfe, M. S. 1983 a. A histopatological report of some epidermal anomalies of some Dover sole, Solea solea L., and other flatfish species in coastal waters off south-east England. J. Fish Biol. **23**: 565-578.

Bucke, D., Norton, M. G. and Rolfe, M. S. 1983 b. The field assessment of effects of dumping wastes at sea: II Epidermal lesions and abnormalities of fish in the outer Thames Estuary. Min. Agr. Fish. Food. Dir. Fish. Res., Fish. Res. Tech. Rep. **72**: 16 pp.

Bylund, G. och Fagerholm, H-P. 1984. Kalataudit. Ammattikasvatushallitus. 93 pp. + 13 bilagor.

Cieglewicz, W. 1963. Flounder Migrations and Mortality Rates in the Southern Baltic. ICES- Baltic-Belt Seas Committee. C. M. **78**.

Dethlefsen, V. 1980. Observations on fish diseases in the German Bight and their possible relation to pollution. Rapp. p-v. Réun. Cons. int. Mer. **179**: 110-117.

Dethlefsen, V. 1984. Diseases of North Sea fishes. Helgoländer Meeresunters. **37**: 353-374.

Dethlefsen, V., och Lang, T. 1994. Fischkrankheiten in der Ostsee. Infn. Fischw. **41** (2): 92-101.

Dethlefsen, V. & Watermann, B. 1982. Diseases of major fish species in Western Baltic sea. ICES-Marine Environmental Quality Commettee. C. M. 1982/ E: **19** 20 pp.

Dethlefsen, V., Watermann, B. och Hoppenheit, M. 1987. Diseases of North Sea dab (*Limanda limanda* L.) in relation to biological and chemical parameters. Arch. Fisch Wiss. **37**, 3: 107-237.

Doornbos, G. och Twisk, F. 1984. Density, Growth and Annual Food Consumption of Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and Flounder *(Platichthys flesus* L:) in Lake Grevelingen the Nethetlands. Netherland J. Sea Res. **18** (3/4): 434-456.

Fagerholm, H-P. och Köie, M. 1994. Parasites of flounder (Platichthys flesus) in the Baltic Sea: a review. BMB publ.**15**: 65-74.

Gottberg, G. 1924. Våra flunderfiskar. Fisketidskrift för Finland. **31** (4): 104-108.

Gulliksen, B., Haug, T. och Jørgensen, L. 1982. Observasjoner av dobbeltflyndrer i Balsfjord og Trondheimsfjord. Fauna, **35**: 150-153.

Halme, E. 1962. Tvärminnessä suoritettujen kampelamerkintöjen tuloksia. Kalamies, **1**:4-8.

Hansen, Ø. K. 1979. Skrubba (Platichthys flesus (L.)) i Oslofjorden og dens forhold til forurensning. Hovedfagsoppgave i marin zoologi ved universitetet i Oslo høsten 1979. 103 pp.

Holm, J. C. och Thorsen, J. 1986. Flounder (*Platichthys flesus*) in salmonid freshvater tank and cage culture. J. Appl. Ichtyol. **2** (1986): 49-58.

Hutchinson, S. and Hawkins, L. E. 1993.The migration and growth of 0-group flounders *Pleuronectes flesus* in mixohaline conditions. Jour. Fish. Biol. **43**: 325-328.

Itkonen, J. och Vaajala, M. 1985. Tenojoen vesistön tila. Veden laatu- ja perifytontutkimus. Vesihallituksen monistesarja. **319**. Vesihallitus, Helsinki. 44 pp + 17 bilagor.

Janssen, P. A. H., Lambert, J. G. D. och Goos, H. J. Th. 1995. The annual ovarian cycle and the influence of pollution on vitellogenesis in the flounder, *Pleuronectes flesus*. J. Fish Biol. **47**: 509-523.

Jonstone, J. 1905. Internal parasites and diseased conditions of fish. Rep. Lancs.Sea-Fish. Lab. **13**: 98-129.

Koli, L. 1994. Suomen kalaopas. WSOY:n graafiset laitokset, Porvoo. 160 pp.

Kändler, R. and Thurow, Fr. 1957. On the Stock of Flatfish and Cod and the Yields of the German Fishery in the Baltic. ICES. C.M. **52**: 25 pp.

Lang, T., och Dethlefsen, V. 1994. Externaly visible diseases and liver neoplasms in flounder (*Platichthys flesus*) of the south-western Baltic Sea. BMB Publ. **15**: 39-47.

Lang, T., Mellergaard, S. och Nagel, G. 1995. International BMB/ICES-Workshop "Fischkrankheiten und Parasiten in der Ostsee". Inf. Fischwirtsch. **42** (2): 75-83.

Lax, H-G., Koskenniemi, E., Sevola, P. och Bagge, P. 1993. Bottenfaunan i Tana älv som indikator på miljökvaliteten. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja-sarja A nro **131.** Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 65-124.

Lapin vesi- ja ympäristöpiiri. 1994. Lapin vesistöt ja ympäristö 1990-luvulla. Lapin vesien käytön, hoidon ja suojelun kehittämissuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallitus, Lapin vesi- ja ympäristöpiiri. Helsinki. 92 pp.

Laurila, T., Tuovinen, J-P. och Lättilä, H. 1991. Lapin ilmansaasteet. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaatuosasto. Helsinki. 67 pp.

Leeuwen van, P och Vethaak, A. D. 1988. Growth of Flounder (*Platichthys flesus*) and Dab (*Limanda limanda*) in Dutch Coastal Waters with Reference to Healthy and Deseased fish. I.C.E.S.-C.M. Demersal Fish Committee. 1988/**G: 54**. 12pp.

Lehtinen, K-J., Notini, M. & Lander, L. 1984. Tissue damage and parasite frecuency in flounders, Platichthys flesus (L.) chronically exposed to bleached kraft pulp mill effluents. Ann. Zool. Fennici 21: 23-28.

Lindesjöö, E. 1984. Fish diseases and their possible relation to pollution. Introd.Essay., Dept. Zool., Zool. Sec., Uppsala Univ. 32 pp.

Lüdemann, K. 1993. Fishery-induced skin injuries in flatfish from the by-catch of shrimpers. Dis. aquat. Org. **16**: 127-132.

Mandahl-Barth, G. 1996. Vad jag finner vid sjö och å. Nordstedts förlag. 117 pp.

Mansikkkaniemi, H. 1967. Geomorphological Analysis of Pulmanki-Tana Valley in Lappland. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. **4**. (1967-1970). 7-31. Ann. Univ. Turku. A, II: 40.

Mattsson, J. 1982. Pulmankijärven kalastus. Työraportti nro **1**. Kevo, Utsjoki. 16 pp. Opublicerad.

Mattsson, J. 1983. Tenon lohivedet. Työraportti nro 9. Kevo, Utsjoki. 51 pp + 13 bilagor. Opublicerad.

Möller, H. 1981. Fish diseases in German and Danish coastal waters in summer 1980. Meeresforsch. **29**: 1-16.

Möller, H. 1984. Dynamics of diseases in the lower Elbe River. Helgoländer Meeresunter. **37**: 389-413.

Möller, H. 1990. Associations between diseases of flounder (Platichthys flesus) and environmental conditions in the Elbe estuary, FRG. J. Cons. Explor. Mer., **46**: 187-199.

Möller, H. & Anders, K. 1986. Diseases and Parasites of Marine Fishes. Kiel: Möller, 365 pp.

Möller, H. and Dieckwisch, B. 1991. Larval fish production in the tidal River Elbe 1985-1986. Jour. Fish. Biol. **38**: 829-838.

Nazarov, V. M. och Chepurnova, L. V. 1969. Adaptive Features of the Reproductive Ecology and Sexual Cycle of the Flounder in the Northwestern Black Sea and the Adjacent Lagoons. Department of Zoology, Kishinev University. 915-917.

Nordqvist, O. 1901. Några hafsfiskars lek och förekomst af deras ägg och yngel i Finska viken. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn. XX, **7**, 30 pp.

Nylund, V. 1989. Kalojen taudit ja loiset i Koli L. red. 1989. Suomen eläimet. Kalat, sammakkoeläimet ja matelijat. Weiling + Göös, Espoo. 64-67, 343 pp.

Otterlind, G. 1966. Flundrans vandringsvanor i mellersta Östersjön. Ostkusten. **3**, 1966. 19-26.

Otterlind, G. 1967. Om rödspättans och flundrans vandringsvanor i södra Östersjön. Ostkusten. **10**: 9-14.

Panelius, S. 1972. Finlands makroskopiska evertebrater. Helsingfors. 2 upplagan. Opublicerad.

Pavlovskii. E. N. (editor) 1962. Key to Parasites of Fresh Water Fish of the USSR. Jerusalem 1964.

Peters, N. and Watermann, B. 1979. Tree Types of Skin Papillomas of Flatfishes and their Causes. Mar. Ecol. Prog. Ser. **1**: 269-276.

Pethon, P. och Svedberg, L. 1995. Fiskar i färg. Nordstedts Förlag AB, Stockholm. 245 pp.

Petäjä, A. 1964. Depth charts of some lakes in Utsjoki, Finnish Lapland. Rep. Kevo subarctic Res. Stat. 1: 346-349. Ann. Univ. Turku. A, II: **32**.

Raffaelli, D., Richner, H., Summers, R. and Northcott, S. 1990. Tidal migrations in the flounder (*Platichthys flesus*). Mar. Behav. Physiol. 16: 249-260.

Reiersen, L.-O. and Fugelli, K. 1984. Annual variation in lymphocystis infektion frequency in flounder, *Platichthys flesus* (L.). J. Fish Biol. **24**: 187-191.

Sandman, J.A. 1906. Kurzer Berict uber in Finnland ausgefurte Untersuchungen uber den Flunder, den Steinbutt und den Kabeljau. Rapp. P.-v. Réu. Cons. int. Explor. Mer. **5**: 37-44.

Shelton, R. G. J. and Wilson, K. W. 1973. On the occurence of lymphocystis, with notes on other pathological conditions, in the platfish stocks of the north-east Irish sea. Aquaculture **2:** 395-410.

Sindermann, C. J. 1979. Pollution-associated disease and abmormalities of fish and shellfish: a review. Fishery. Bull. **76**, 4: 717-749.

Sindermann, C. J. 1983. An examination of some relationship between pollutin and disease. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, **182**: 37-43.

Siirala M. & Huru H. Red. 1992. Tenojoen moninaiskäyttösuunnitelma. Suomalais-norjalainen rajavesistökomissio. Ympäristöminisreiön ympäristösuojeluosasto. Selvitys **83**/1990. Ympäristöministeriö. Helsinki. 107 pp. + 16 bildbilagor.

Sniezko. S. F. 1974. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. J. Fish Biol. **6**: 197-208.

Solemdal, P. 1967. The effect of salinity on buoyancy, size and development of flounder eggs. Sarsia **29**: 431-332.

Ssytsch-Awerinzewa, N., 1930. Über Pleuronectes flesus L. des Barentsmeeres und des Weissen Meeres. Wiss.Meresunters. Abt. Helgoland N. F. **17** (5): 1-23.

Suuronen, P. 1979. Kampelan (*Platichthys flesus*) yksilörunsaudesta, vaelluksesta, kasvusta ja kuolevuudesta Suomen lounasrannikolla. Pro Gradu, Helsingfors Universitet 49 pp.

Suuronen, P. 1989. Kampelakalat *Pleuronectiformes* i Koli L. red. 1989. Suomen eläimet. Kalat, sammakkoeläimet ja matelijat. Weiling + Göös, Espoo. 244-253, 343 pp.

Thulin, J., Höglund, J. och Lindesjöö, E. 1989. Fisksjukdomar i kustvatten. Naturvårdsverket, Stockholm, 126 pp.

Ullrich, S. 1992. Bakterielle Fishkrankheiten in Untereide und Unterelbe und ihre Beeinflussung durch Umveltfaktoren. Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Nr. **223**. 115 pp.

Ullrich, S. 1994. Epidemiology and Aetiology of bacterial flounder diseases in the lower Elbe and Eider (Germany): A comparison of two differently polluted rivers. BMB Publ. **15**: 31-34.

Vesihallitus. 1980. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma, Vesihallituksen asettaman työryhmän ehdotus. Osa I ja II. Vesihallitus. Tiedotus Nro. **186**. Helsinki.150 och 285 pp.

Vethaak, A. D. 1987. Fish diseases, signals for a diseased environment? Proc. 2nd. North Sea Seminar, Rotterdam, 1-3-Oct. 1987. Reasons for concern. **2**: 41-61.

Vethaak, A. D. 1992. Diseases of flounder (*Platichthys flesus*) in the Dutch Wadden Sea, and their relation to stress factors. Neth. J. Sea Res. **29** (1-3): 257-272.

Vethaak, A. D. & Jol, J. G. 1996. Diseases of flounder *Platichthys flesus* in Dutch coastal and estuarine waters, with particular reference to environmental stress factors. **I**. Epizootiology of gross lesions. Dis. Aquat. Org. **26**: 81-97.

Vethaak, A., Eggens, M. och Jol, J. 1990. On the frequencie of left-sided individuals in european flounder (Platichthys flesus) populations in relation to pollution monitoring. ICES. C. M. Marine Environmental Quality Committee. E:20 / ref. G.

Vethaak, A. D., & ap Rheinalt, T. 1992. Fish disease as monitor of marine pollution: the case of the North Sea. Rev. Fish. Biol. Fish. **2**: 1-32.

Vitins, M. and Baranova, T. 1976. Lymphocystis Disease of Baltic Flounder (Platichthys flesus L.) ICEC-Baltic Fish Committee. C. M. 1976/P: 6.

Vuorinen, M.-L. 1996. Pulmankijärven kalastus- ja kalastajahistoria. RKTL, Kala- ja riistaraportteja nro **71**: 45 pp + 2 bilagor.

Westberg, V. 1997. Flundrans *Platichthys flesus* (L.) födoval och födobeteende i den nordväståländska skärgården. Pro gradu-avhandling i biologi. Institutionen för biologi. Åbo Akademi.

Wiklund, T. 1994. Skin ulcer disease of flounder (*Platichthys flesus*): a review. BMB Publ. **15**: 17-26.

Wiklund, T. och Bylund, G. 1993. Skin ulcer disease of flounder *Platichthys flesus* in the northern Baltic Sea. Dis. Aquat. Org. **17**: 165-174.

Wiklund, T. och Bylund, G. 1994. Diseases of flounder (*Platichthys flesus* (L.)) in Finnish coastal waters. BMB Publ. **15**: 49-52.

Wiklund, T. och Dalsgaard, I. 1995. Atypical *aeromonas salmonicida* Associated with Ulcerated Flatfish Species in the Baltic Sea and the North Sea. Journal of Aquatic Animal Health. **7**: 218-224.

Wirjoatmodjo, S. and Pitcher, T. J.1984. Flounders Follow the Tides to Feed: Evidence from Ultrasonic Tracking in an Estuary. Estuar. Coast. Shelf Science. **19**: 231-241.

BILAGOR

DILAGA 7

Jääkauden kampela

vai mätäkuun ankka?

seura

KOKO
PERHEEN
LEHTI

N:o 36 • 9. 9. 1970

36. vuosikerta

Päätoimittaja
OLLI OHTOMIES

Toimitussihteeri
ANNA-MAIJA OKSANEN

Toimittajat
AAKE JERMO
AIRI MAUNULA
ANTERO MAUNULA
MATTI KLEMOLA
LEENA ERONEN

Taiteilijat
VESA MÄNNIKKÖ
KEIJO ILMANEN

Ilmoitukset
LASSE MARTTINEN

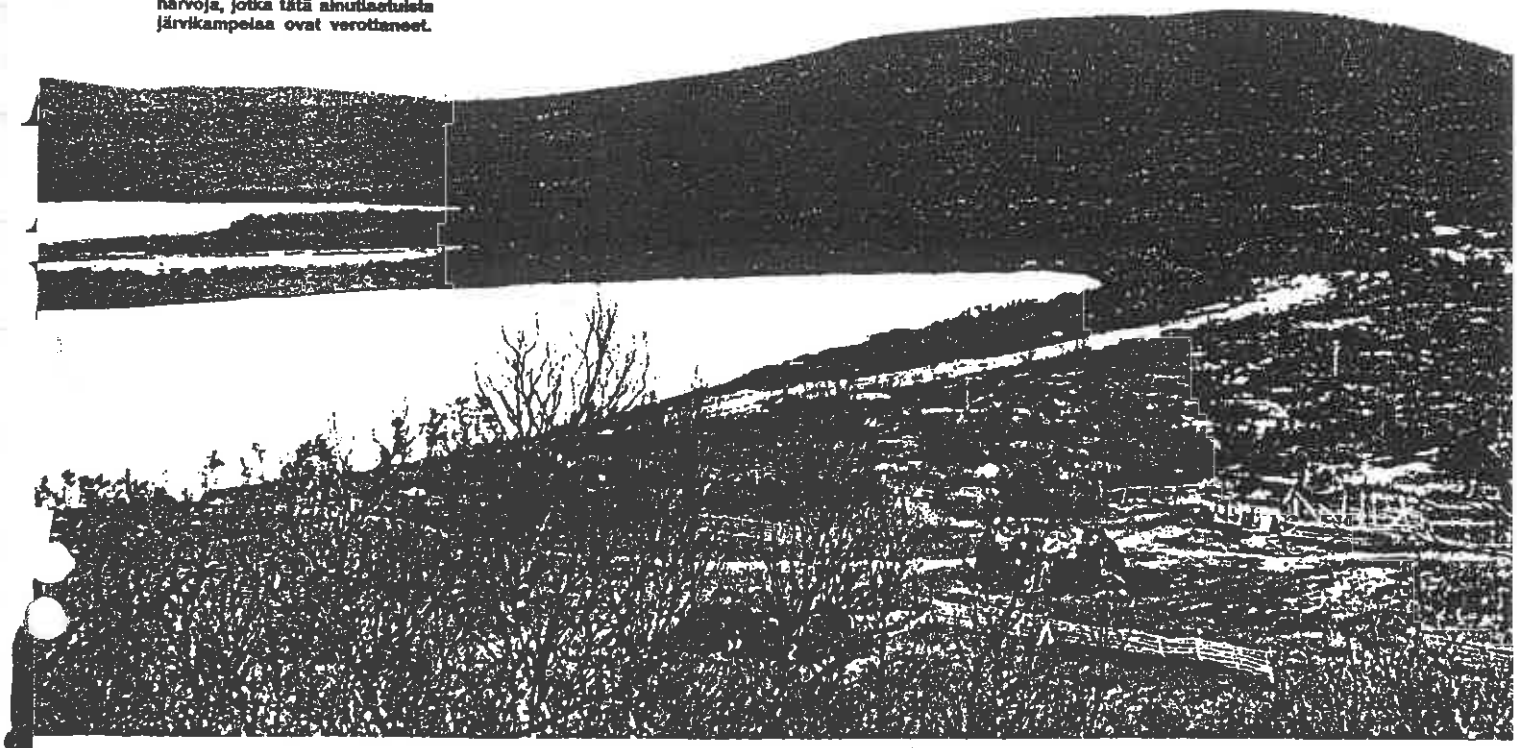
Ilmoitussihteeri
LEMPI WINTER

Kustantaja
YHTYNEET
KUVALEHDET OY

Hietalahdenranta 13
Helsinki 18

Puh. 649 717

▼ Pulmankijärven eteläpää hietikkoisine suistoalueineen, jossa kampelolta on runsaasti. Etualalla vanha turvekamma, turpeella katettu poromiesten asumus. Poromiehet ovatkin niitä harvoja, jotka tätä ainutlaatuista järvikampelaa ovat verottaneet.



Viime viikkoina on yleisön mieltä vaivannut hämmästyttävä väite: Lapin järvestä on löydetty makean veden kampelakanta, joka on eristynyt järveen aina jääkauden ajoilta. Maan suurin sanomalehtikin julkaisi jutun totena etusivullaan. Otimme selvää asiasta ja kerromme tuon salaperäisen järven salaisuuden.

ANTTI HANNU

KALERVO MANNINEN • OLLI TUUNAINEN

■■■ Ajatus ei ole aivan mahdoton.

Ajatus että suuren luonnonmullistuksen aikaan jäämassat olisivat työntäneet mukanaan Jäämeren eläimistöä nykyisen Suomen kamaralle. Kun jäät sitten sulivat, mudostui lukuisia järviä ja näihin järviin olisi tullut myös uusi kalakanta, joka lisääntyen ja kehittyen olisi jäänyt pysyväksi.

Tällaisesta alkuperäisestä ympäristöstään erilleen sulkeutuneesta eläimestä käytetään nimitystä *relikti*.

Eivätkä reliktit suinkaan ole meilläkään tuntemattomia.

Tunnemmehan Saimaan hylkeen eli norpan, jonka kantaisä aikoinaan vesireittien ollessa laveampia nousi Itämerestä. Näitä vekkuleitahan voimme nykyisin tavata Korkeasaaressakin.

Tunnemme Saimaan lohen, joka 7000—8000 vuotta sitten nousi Suomenlahdesta Vuoksen kautta.

Niinikään Saimaassa samoinkuin Päijänteessä ja muissa syvissä järvissämme elelee härkäsimppu, makeisiin vesiin reliktinä kotiutunut rumilus.

Ja sitten on aivan hiljattain löydetty eräästä järvestä uusi relikti. Ja arvatkaapa mistä järvestä! Se selviää kohta.

Järvikampelat erämaan rauhassa

Mennään Utsjoelta rajan yli Norjan puolelle. Ajetaan Tenon vartta Nuorgamiin. Siitä jälleen Suomen puolelle ja pikkuisen matkaa alaspäin. Ollaan Suomen pohjoisimmassa kolkassa. Saavutaan suurelle pitkulaiselle järvelle, josta kaksi kolmannesta on Suomen puolella, loput Norjaa. Rajapoijut kulkevat järvenselän yi.

Pulmankijärvi.

Se on laaksossa tunturien välissä. Rannat kasvavat tunturikoivua. Maisemat ovat autiot ja karut, asumuksia ei ole. Muutamia kallioita, jyrkkiä törmiä. Joen eteläpäähän laskee noin 30 kilometrin pituinen Pulmankijoki. Joen ja järven yhtymäkohtaan on muodostunut hietikko.

Tässä joen hiekkaisessa suistossa viihtyvät myös ne paljon puhutut kampelat.

Kalataloussäätiön kalastusbiologi *Olli Tuunainen* tuntee järven ja sen kalakannan. Yksinomaan merikalana pidetyn kampelan esiintymiseen Pulmankijärvessä on yksinkertainen selitys:

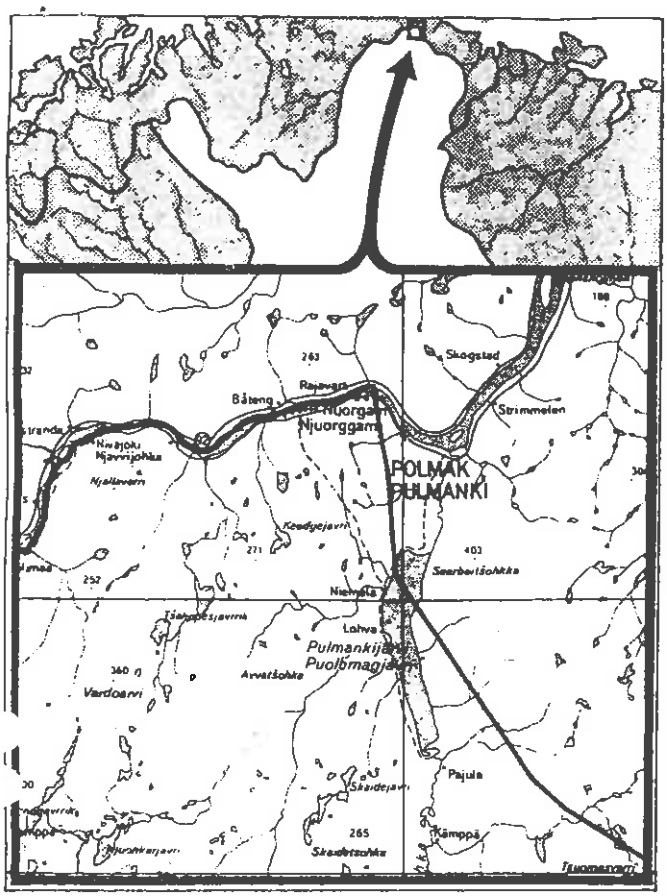
— Pulmankijärvi laskee Norjan puolella Tenojokeen ja Teno laskee Jäämereen, kuten tiedämme. Jäämerestä nousee näin ollen kalaa Pulmankijärveen; merilohta, meritaimenta, Jäämeren nieriää — ja kampelaa, sanoo Tuunainen.

— Joku salaperäinen voima niitä sinne aina kiskoo.

— Jotta Pulmankijärven kohdalla voitaisiin puhua jääkauden aikaisesta reliktistä, pitäisi Tenon ja Pulmangin välissä olla könkäitä, jotka olisivat eristäneet kampelakannan tuhansia vuosia sitten.

— Mutta yksi mielenkiintoinen jääkauden jälkeinen relikti Pulmankijärvestä on löydetty. Se on mysis-äyriäinen (mysis relicta) jota on myös eräissä muissa Lapin suurissa altaissa. Paikallinen kalatalousneuvoja *Kiril Sergejeff* teki löydön vuonna 1965 sattumalta avatessaan siikojen mahoja. Äyriäistä siirrettiin myös Inarinjärveen ravinnoksi lohikaloille.

— Pulmankijärvi ei ole syrjäisyytensä vuoksi koskaan kuulunut kalastusalueisiin. Paikka on tuttu vain joillekin urheilukalastajille. Mm. presidentti Kekkonen vaelsi vuonna 1965 Pulmankijoen vart-



▲ Pulmankijärvi löytyy Suomen pohjoisimmasta kolkasta, Utsjoen kunnasta. Sinne ovat vaivautuneet vaeltamaan vain sisukkaimmat onkimiehet kuten presidentti Kekkonen.

ta järvelle eräällä kalamatkallaan. Metsähallitus myy kyllä lupia Pulmangille, mutta hankalan taipaleen takana ollessaan se on saanut jäädä jokseenkin rauhaan.

Pulmanki on Suomen ainoa kampelajärvi!

— Kampelaa on Pulmangin hiekkasuistossa hyvin runsaasti. Pidimme yhtä verkkoa siinä yön yli ja saaliiksi saimme noin 30 yksilöä. Kampelat olivat pieniä 10—15 cm pituisia ja ilkeitä irroitettavia verkon silmistä.

— Se on sellainen kääpiöitynyt muoto merikampelasta eikä ole mielestäni missään nimessä ruokakalaksi kelvollinen, koska siinä on syötävää kovin niukalti. Jälkeenjääminen Jäämeren kampeloista jahtuu nähdäkseni ravintoköyhemmästä vedestä.

— Eipä sitä juuri kukaan ole kalastanutkaan. Lähellä asuvat valtion metsänvartijat ja paikalliset poromiehet joskus pyytävät omiksi tarpeikseen.

— Pyyntivälineeksi kelpaa verkon lisäksi pitkäsiima ja tietysti tavallinen mato-onki. Merialueilla sitä vedetään myös pohjatroolilla.

— Kampelaa ei tunneta ollenkaan Suomen- eikä Pohjanlahteen laskevissa vesistöissä. Koska se nousee Tenoon, on Pulmanki ainoa järvi Suomessa, jonne sillä on kulkutie. Itärajaa alaspäin mentäessä on joissa taasen sellaisia könkäitä ettei lohikaan niistä nouse.

— Kampela on merikala, joka liikkuu pohjassa. Sen pääravintona ovat simpukat, pohjaeläimet, kotilot, kalanpoikaset. Petokala se ei siis ole.

— Täysin eristäytynyttä jääkauden kampelaa pitäisin, kuten sanottu, hyvin epätodennäköisenä, koska alueella ei reliktejä — mysis-äyriäistä lukuun ottamatta — esiinny.

Tätä mieltä on Olli Tuunainen. Siinä Pulmankijärven salaisuus.

Ei jääkaudelta vaan Jäämerestä. Mutta mitäpä tuosta. Sillä huomion arvoinen tämä järvi on joka tapauksessa — onhan se kaikesta huolimatta Suomen ainoa kampelajärvi. Ja jos jääkauden kampela osoittautuikin uutisankaksi saatiin samaisesta vedestä se relikti kumminkin: tuo kelpo äyriäinen, lohen herkku, jota kala-asiantuntijamme varsinaisena sensaationa pitävät.

Kampelan »löytäjä» ei luovu toivosta

Lisensiaatti *Ilppo Kangas* Helsingin vesilaitokselta on se mies, josta asiantuntijoita hätkähdyttänyt juttu alunperin lähti liikkeelle. Hän liikkui kuluneena kesänä lomallaan Pulmankijärvellä harreja pyytämässä ja huomasi ve-

Jatkuu sivulla 60

▼ Tässä tohtori Lauri Kolin kädessä yksi jupakan aiheuttajista alkoholilla kyllästettynä. Ei siksi että se olisi ottanut kohun raskaasti — syy on säilöntäteknillinen.

▼ Kalastusbiologi Olli Tuunainen sai yhdellä verkonnostolla Pulmanglsta kolmisenkymmentä kampelaa. Hän pitää maamme ainoaa kampelajärveä hämmästyttävänä luonnonoikkuna — kaikesta huolimatta.

▼ Lisensiaatti Ilppo Kangas sai omalta Pulmankijärven reissultaan paitsi harmillista kuululsuutta myös pahanlaisen flunssan kylmässä vedessä kahlaamisen seurauksena.

JÄÄKAUDEN KAMPELA VAI...

Jatkoa sivulta 7

teen kahlatessaan kampeloiden pakenevan edellään.

Asiasta tuli turistua erään uutiskipeän lehtimiehen kanssa sillä tuloksella että pian saatiin lukea »uuden kalalajin löytämisestä» Lapin järvestä. Juttuun saatiin lisää salaperäisyyttä kun järven nimeä ei »vielä» suostuttu paljastamaan...

Sen jälkeen Kangas tarkemmin muistellessaan sai mieleensä että samaisia lituskoita tunnetaan järvessä olleen kautta historian ja niinpä hänelle tulikin kiire lähettää uutisen julkaisseeseen lehteen vastine, jossa koko homma kuitattiin mielikuvitusrikkaan reportterin loihtimana mätäkuun tarinana.

Ilppo Kangas on asioista kuitenkin edelleen toista mieltä kalastusbiologi Olli Tuunaisen kanssa.

Sitkeän vastaanhangoittelemisen jälkeen hän suostui haastateltavaksi:

— Toin Helsinkiin eläinmuseolle neljä näytekalaa, joista suurin oli 23 cm pitkä. Eli selvästi Jäämeren kampelaa suurempi. Aivan oivallinen ruokakala.

— On mahdollista että se olisi relikti, mutta tutkimusten tässä vaiheessa ei voida olla vielä varmoja. Kampelan mädin kehityksestä kyllä tiedetään että kala vaatii suolaisen veden. Nyt kun tutkitaan kalan sukuelimiä ja ikää, joita verrataan kasvuun, voidaan päätellä onko se jääkauden aikuinen relikti vai ei.

— Toivon ettei haluttomuuttani asiasta puhumiseen tulkita asian aliarvioimiseksi. On vain niin että päästettäessä tietoja keskeneräisinä julkisuuteen, munaa helposti itsensä...

Ja mitä sanoo tutkija?

Tohtori *Lauri Kolilla* Eläintieteelliseltä museolta oli sitten kunnia saada Ilppo Kankaan kalapaketti päsmittävākseen.

Omasta puolestaan hän ei usko reliktiteoriaan:

— Kyllä tämä on tavallinen Jäämerestä noussut kampela, sanoo Koli ja onkii hyppysiinsä alkoholilla täytetystä astiasta yhden lättänöistä kaloista.

— On näitä satunnaisesti tavattu esim. Satakunnan Pyhäjärvestä ja joistakin joista, mutta kyllä Pulmanki on ainoa varsinainen paikka, jossa näitä on runsaasti.

— Kampeloiden kelluvat mätimunat vaativat suolaisen, siis makeaa tiheämmän veden ja kun vielä tiedämme että kampelan siittiöiden hedelmöityskyky laskee kun mennään alle puolen suolaprosentin ei makean veden kampelakannasta puhumisessa ole mitään mieltä.

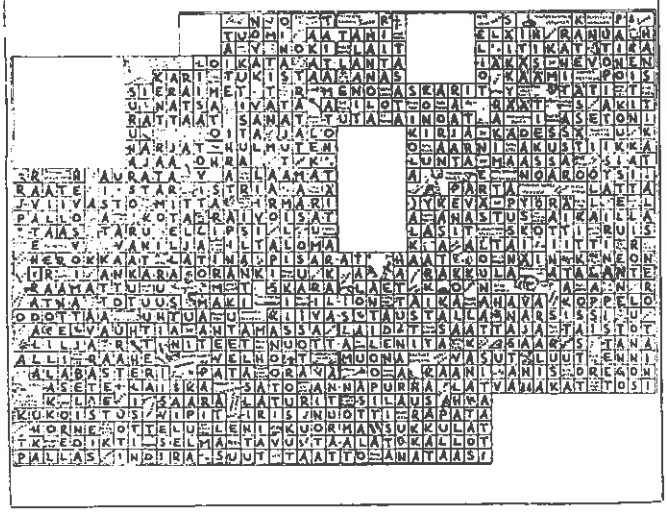
Emmeköhän usko tässä asiassa Kolia, niin harmillista kuin se meistä ihmeiden kalastajista onkin... □

N:o 31:ssä olleen »Suurnuotta 31:n» ratkaisu

50 markkaa rahaa: *Antti Hammarberg*, Ulvila

30 markkaa rahaa: *Ritva Sinervo*, Helsinki

10 markkaa rahaa: *Juhani Kalmari*, Kuopio ◇ *Sylvi Tapaninen*, Imatra.



REMIL

reumaattiseen särkyyn ja lihaskipuihin

Remil sisältää särkyä lievittävien lääkeaineiden lisäksi meprobamaattia, joka ehkäisee lihasten jäykistymisen ja laukaisee lihasjännityksen.

Annostus: 2 tabl. 3—4 kertaa päivässä aterian jälkeen.
Saatavana vain apteekeista.

Ohjehinnat:
10 tabl. 1,36
20 „ 2,24

Medica 1911
tiede ja terveys

Seuran tilaaminen on edullista!

12 N:OA (3KK) HINTAAN VAIN 13:-

tilatkaa

seura

— keskiviikon hyvä lehti

1.10.70 alkaen vuoden loppuun edullisesti lähimmältä asiamieheltä tai kääntöpuolella olevalla kupongilla, jolla voitte samalla tilata myös muita hyviä lehtiämme!

Kääntäkää, olkaa hyvä!

BKTL/KTO
ENOJOEN TUTKIMUSA
980 UTSJOKI
1392
HAG