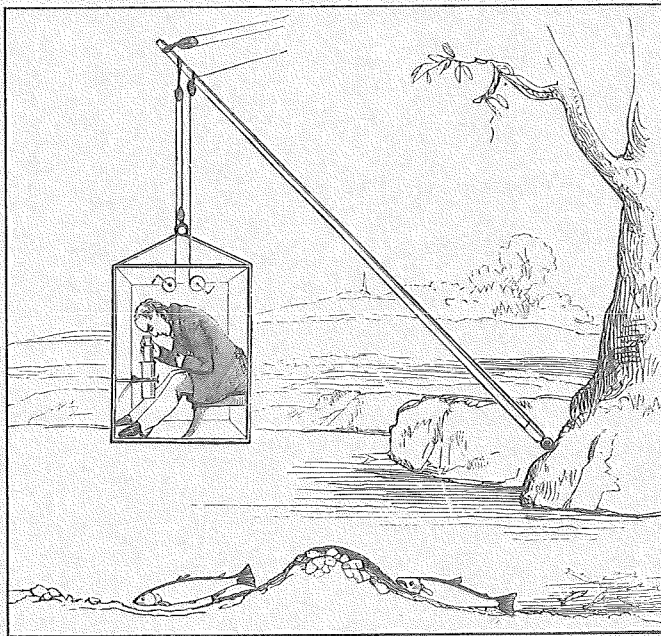


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



LENNART NYMAN

Polsk fiskeriforskning och varmvattenproblematiken.

POLSK FISKERIFORSKNING OCH VARMVATTENPROBLEMATIKEN .

Lennart Nyman

KONIN-PROJEKTET	3
Vattenkemi	4
Primärproduktion (fytoplankton)	4
Zooplankton	5
Bottenfauna	5
Fiskreproduktion och yngelstudier	6
Fiskföda	7
Fiskars temperaturlötolerans	7
Fisktillväxt, fiskets avkastning och parasitism	7
Fiskodling i varmvatten	9
SLUTOMDÖME	10
LITTERATUR	11
ERKÄNNANDEN	12
SUMMARY: THE FISHERY-BIOLOGICAL RESEARCH IN POLAND AND THE PROBLEMS OF HOTWATER EFFLUENTS	13

Polen har totalt 9.296 sjöar över en hektar, omfattande 3.169 km². Landet dräneras till 99.7% till Östersjön, och 89.6% av området avvattnas genom två floder, Wisła (Weichsel) och Odra (Oder). Förutom dessa vattensystem finns ett stort antal dammanläggningar för fiskodling. Dessa senare anläggningar svarar för ca 60% av den totala avkastningen av fisket i sötvatten, vilket i sin tur utgör ca 10% av Polens totala fångst. Av Polens ca 50 arter av sötvattensfisk (även inberäknande anadroma och katadroma arter) är relativt många av ekonomisk betydelse, inklusive ett antal arter som hos oss räknas som ogräsfisk, t ex vimma och braxen. Det kommersiella sötvattensfisket bedrivs av fyra organisatoriska enheter, av vilka den statsägda sektorn står för nära 90% av produktionen. De övriga drygt 10 procenten är fördelade på kooperativa företag, privatpersoner och polska sportfiskarföreningen (som faktiskt bedriver en del kommersiellt fiske utöver den rent sportsliga verksamheten).

Den statliga organisation som administrerar och utför vetenskapliga undersökningar inom sötvattens ekosystemen benämnes Inlandsfiskeriinstitutet och lyder direkt under jordbruksdepartementet. I Sverige motsvarar det i stort sötvattenslaboratoriet och tillhörande del av fiskeristyrelsens administrativa enhet. Ca 100 personer är anställda inom det polska institutet, inberäknat assistenter men ej rent kamerala poster som skrivbiträden och bibliotekari-er.

Inlandsfiskeriinstitutet bildades 1951 och består f n av 8 avdelningar och 3 fältstationer. P g a att praktiskt taget alla Polens sjöar finns i den norra delen av landet har lokaliseringen av institutets olika aktiviteter av naturliga hänsyn också koncentrerats dit, med ett undantag. Undantaget utgöres av de två avdelningar och den fältstation, som förlagts till Zabieniec strax utanför Warszawa. Dessa handhar ärenden som rör fisket i floder och reservoarer samt fiskodlingsproblematiken (som dominerar i södra Polen). Dessutom finns i Zabieniec en fältstation för dammodling. De övriga avdelningarna och därmed institutets högkvarter är belägna i Olsztyn, och ävenledes i norra Polen ligger de två andra fältstationerna, nämligen i Oliwa och Gizycko. Den geografiska fördelningen av institutets olika avdelningar framgår av Fig. 1. De olika "departementen" befattar sig med frågor rörande ichtyologi (fiskeribiologi i inskränkt bemärkelse), hydrobiologi, fiskeriteknik, fiskeriekonomi, organisering av forskning, dokumentation, fisket i sjöar och floder samt slutligen fiskodling. Inom denna breda ram kan man dock urskilja fem huvudinriktningar när det gäller forskningens målsättning:

1) Fiskodling. Inom denna ram undersöks inverkan av gödsling, utfodringsförsök, fiskselektion för uppfödningförsök samt utvärdering av de olika faktorer som inverkar på produktionen i fiskodlingar.

2) Varmvattenproblematiken. Inverkan av kylvattenutsläpp på de akvatiska ekosystemen och deras konsekvenser för fiskavkastningen är klart dominerande. I samband därmed studerar man också akklimatiseringen av främmande fiskar (läs: karp) i varmvattenrecipienter och den teknik som krävs för uppfödning av fisk under dessa omständigheter. Fiskeritekniska och, som det inofficiellt har visat sig fiskerijuridiska problem ingår också i detta problemkomplex.

3) Metoder att öka produktionen av värdefulla fiskarter. Forskningen inom detta område berör främst lax, öring, siklöja, ål och olika sikarter.

4) Metoder att öka fiskavkastningen i sjöar. Inom denna breda ämnessfär ryms givetvis alla de problemställningar som på ett eller annat sätt rör fisket.

5) Tekniska problem i samband med effektivisering av fiskredskap, d v s tester av nya nätmaterial och utvärderandet av nya redskap.

Punkt "2" i denna grupp har under de sista åtta åren alltmer kommit i förgrunden, speciellt internationellt sett, och de fiskeribiologiska frågeställningar som inryms i varmvattenproblematiken kommer att dominera resten av denna översikt.

KONIN-PROJEKTET

Strax öster om Poznan ligger en starkt expanderande industristad, Konin, som har ett snabbt accelererande behov av elektrisk kraft. För att täcka en del av detta kraftbehov färdigställdes under 1958 ett värmeverk, som avbördade sig sitt spillvatten till ett system av tre sjöar, som förbands med ett kanalsystem. Under det första året utgjorde kylvattenströmmen $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$, men redan 1964 var man uppe i $29 \text{ m}^3/\text{s}$, och innevarande år räknar man med ett kylvattenflöde på $75 \text{ m}^3/\text{s}$ från de 3 kraftverk som för närvarande producerar ca 1.200 MW. Det tidigare cirkulationssystemet har dessutom utvecklats ytterligare, och omfattar nu ett komplicerat nät av fem sjöar med sammanbindande kanaler. Cirkulationssystemet, som det tog sig ut med två kraftverk inkopplade (1971) är schematiserat i Fig. 2. Hela vattensystemet omfattar ca 11 km^2 . Under ledning av de två professorerna Tadeusz Backiel (chef för avdelningen för fisket i floder och reservoarer i Zabieniec) och Janusz Zawisza (chef för ichtyologin i Olsztyn) påbörjades under 1964 en brett upplagd undersökning av hur de värmepåverkade sjöarna i Konin förändrats. De successiva utvärderingarna av de resultat som undersökningarna frambringt har med stort intresse mottagits av en internationell publik, och trots varningar om att ej tyda resultaten som generella (se: Zawisza och Backiel, 1972) har det legat nära till hands att införa dem i den internationella debatten kring ämnet

"thermal pollution". Under det sista året har det framkommit många resultat och tolkningar som visar att sista ordet långt ifrån är sagt när det gäller utvärderingen av långtidseffekterna på Konin-sjöarna, och dessutom finns det mycket som tyder på att faktorer, som inte har med värmertilskottet att göra, kanske i många fall till en avgörande del bestämt utvecklingen. De resultat och den officiella och inofficiella debatt som förts (och förs) kring Koninprojektet ligger till grund för det försök till översikt som presenteras i det följande.

En grupp bestående av 17 forskare samt ett antal tekniker och fiskare engagerade sig i projektet. De ämnesområden som studerades var följande: 1) fisktillväxt, 2) analys av det kommersiella fisket, 3) fiskars temperaturtolerans, 4) vattenkemi, 5) bottenfauna, 6) zooplankton, 7) primärproduktion, 8) fytoplankton, 9) fiskreproduktion och yngelstudier, 10) predatoriska fiskars föda. De vunna resultaten och tolkningarna av den, som i vissa fall successivt ändrats, behandlas för varje ämnesområde separat.

I september 1967 presenterades de första resultaten av undersökningarna i Konin. Detta skedde på den 7:e polska hydrobiologkongressen i Swinoujscie. Tre år senare kom ytterligare en rapport, på den 8:e kongressen i Białyostok. Under 1971 och 1972 presenterades resultaten för ett internationellt forum, dels av Backiel och Zawisza (Fifth British Coarse Fish Conference, 1971, och Verh. Internat. Verein. Limnol., 1972), dels genom FAO:s försorg (Thorslund, EIFAC OP/5 1971).

Vattenkemi

Från 1965 och fram till nu har kemiska analyser av sjöarnas vatten utförts. En måttlig nedgång i O_2 under vår, sommar och höst och en svag ökning under vintern kunde noteras. Denna förändring ansågs kunna ha effekt på "känsliga organismer", men högst obetydligt i förhållande till själva värmepåverkan. I övrigt har endast små förändringar av jonsammansättningen påvisats, och den ökning av konduktiviteten som gjort sig märkbar kan tydligen tillskrivas huvudsakligen Ca, Mg och SiO_2 . Orsakerna till denna ökning har bl a tillskrivits utsläpp från en närbelägen kolgruva. Enligt professor Zawisza (muntl. medd. 1973) har det endast skett obetydliga förändringar under de senaste 8 åren, och man vet i själva verket inget om orsakerna. Förändringen i konduktivitet tillskriver han dessutom de mänskliga aktiviteterna runt sjöarna.

Primärproduktion (fytoplankton)

Primärproduktionen av fytoplankton i Lichenskiejön - den mest uppvärmda - är ungefär dubbelt så hög som i en uppvärmd sjö. Dessutom förekom stora skillnader i antalet taxa mellan de två typerna av sjöar. Speciellt stor skillnad gällde grönalger (Chlorophyceae), vilka normalt dominerar under sommaren, men i den uppvärmda sjön dominerade under hela året. Totalt noterades ett positivt samband mellan antalet arter och ökande temperatur (Fig. 3). Den viktigaste slutledningen om primärproduktionen gäl-

ler dynamiken i systemet: den höga produktionen i en uppvärmd sjö beror helt enkelt på ett snabbare energiflöde genom systemet - som alltså beror direkt på temperaturen - medan själva biomassan endast är obetydligt högre än i en uppvärmd sjö, vilket också ger sig tillkänna genom det relativt klara vattnet. Under de sista åren har man i vissa fall uppmätt primärproduktionen av storleksordningen 4 gånger den normala, och även i dessa fall har klorofyllanalyser visat att biomassan varit av samma storlek som i uppvärmda sjöar i närheten.

Zooplankton

Situationen för zooplankton liknar den för fytoplankton, d v s en ökning av produktionen (av växtätande plankton - herbivorer) men ingen större förändring av biomassan. Detta gällde åtminstone större crustaceer och rotatorier - de smärre arterna analyserades ej. För predatoriska plankton (carnivorer) var förhållandet annorlunda. I denna grupp var både biomassa och produktion i stort sett lika med kontrollsjön, men omsättningshastigheten var större (P/B) i den uppvärmda sjön. Dessutom skedde iögonenfallande förändringar i artsammansättningen med cladocerer ökande i betydelse och copepoder minskande i den uppvärmda sjön. Som ett exempel på ovan anförda förhållanden hänvisas till data från 1966 från Lichenskie-sjön (uppvärmd) och Mikorzynskiesjön (praktiskt taget opåverkad) Fig. 4. Ovan anförda utvärdering hänför sig till de första åren. De undersökningar som omfattade slutet av 60-talet stärkte intrycket av en dramatisk förändring även när det gällde zooplankton. Produktionen i stort var troligen fördubblad och herbivoreernas produktion i vissa fall fyrdubblad i den mest uppvärmda sjön. Den snabbare generationsomsättningen i den varma miljön leder till denna diskrepans, trots att biomassan är oförändrad. Som framgår av Fig. 4 är den "ekologiska produktionen" (d v s förhållandet mellan produktionen av herbivorer och primärproduktionen) 0.13 i den mest uppvärmda sjön, vilket tyder på en mycket stark produktion.

Bottenfauna

Redan tidigt kunde man urskilja tydliga värmeeffekter på bottenfaunan. Om vi bortser från mollusker så hade biomassan minskat i den uppvärmda miljön, och medellängden på de dominerande djuren (chironomidlarver) hade också minskat. Predatoriska larvformer ökade i antal. Klart var att bottenorganismerna minskade i betydelse som fiskföda. Dr. Leszczynski (Olsztyn) benämnde fenomenet "litoralisering", d v s djupbottnarna kom att domineras av djur typiska för strandzonen i en normal sjö. Denna förändring tillskrev han helt de förändrade hydro- och termodynamiska förloppen med en stark uppvärmning av hela vattenmassan under sommarhalvåret. Enligt Zawisza hade man egentligen inga direkta bevis för att bentiska organismer minskat i betydelse som födoobjekt för fisk, snarare anser han att det troligen finns fler organismer tillgängliga genom den snabbare generationsomsättningen. Leszczynski å andra sidan har följande uppfattning om slutvärderingen: 1) kvantitet: betydligt mindre än i normal sjö, 2) antal: samma som 1),

3) chironomidlarvers storlek: reducerad, 4) kvalitativt: Chaoborus-larver dominerar i den normala sjön och dessa försvinner gradvis med ökande temperatur och i deras ställe kommer chironomider (Ch. plumosus komplexet). Oligochaeterna minskar i betydelse. Den viktigaste förändringen består i ökningen av antalet bottendjursätande predatorer - Procladius, Polypedilum, Tanypodinae, Tanytarsinae, Odonata. Profundalen blir mer lik litoralen vid uppvärmning av en sjö. Den kvantitativa minskningen av insekterna (Chironomider och Chaoborus) anses bero på att adulterna kläcks under vintern, flyger upp och dör. Det har också anförts att storleksberoende predation på bottendjuren - av t ex små braxen - skulle medfört reduktionen i storlek och antal av bottendjuren snarare än den direkta värmepåverkan.

Fiskreproduktion och yngelstudier

Leken började mellan 3 veckor och ända till 2 månader tidigare än normalt i den varmaste sjön, tiden beroende på fiskart. Dessutom var lektiden utdragen (braxen och löja). I braxens fall kan detta fenomen sättas i samband med lekvandringar till den varmaste sjön ifrån övriga sjöar i systemet där temperaturen var lägre och könsmodningsprocessen således nästan normal. Tydligt har gonadutvecklingen accelererats av den högre temperaturen, medan själva leken försiggick vid samma temperatur som normalt. Ett undantag från den regeln utgjordes av löja som lekte även under högsommaren, vilket förväntas medföra morfologiska förändringar hos ynglet i likhet med erfarenheter från andra fiskarter. Antalet kotor är också lägre än i normala sjöar.

Den tidiga kläckningen av många arter ökade tillväxtperioden, vilket exemplifieras av Fig. 5. Tillväxthastigheten var mellan 3 och 8 gånger större än den normala, vilket till en del kan tillskrivas den gynnsamma planktonsituationen. Braxen, mört och sarv slutade emellertid att växa under hösten, vilket antingen berodde på en naturlig tillväxtcykel eller stod i relation till den sjunkande temperaturen eller en minskad tillgång på föda. Andra arter, såsom gös, tillväxte under hela året. Vanlig karp och guldfisk, som normalt inte loker i Polen reproducerade sig i de varmaste sjöarna. Tillväxthastigheten ökade starkt för alla fiskar samtidigt som livslängden tycktes minska. Som det visat sig under de sista fem åren har emellertid andra faktorer motverkat den positiva initialeffekten. Många av de kommersiellt mest betydelsefulla fiskarterna har minskat i fiskeutbyte, vilket till en del beror på stor dödlighet av fiskyngel på trumsilarna vid vattenintagen till kraftverken, och dessutom en starkt negativ effekt på en ökad parasitering på ynglen (vilket behandlas i detalj nedan). Fertiliteten är mycket variabel från art till art beroende delvis på olikheter i parasitangrepp, men eventuellt också på histologiska förändringar i gonaderna vilka bedömts negativt av ryska forskare - men av polackerna anses ha motsatt verkan! Andra negativa effekter kan tillskrivas lekplatsernas förstöring.

Fiskföda

Som nämndes inledningsvis studerades endast födovallet på ett fåtal predatorer, och då speciellt gös. Det befanns att gösen företrädesvis livnärde sig på mört, löja och björkna, vilket är det normala i dessa sjöar, men dessutom till stor del på små braxen och undantagsvis abborre. Födoomvandlingen tycktes vara ungefär densamma som i normala sjöar, och gösen visade god aptit vid så hög temperatur som 28 grader. Detta tyder på ett direkt samband mellan födokonsumtion, tillväxthastighet och således produktion, vilket tyder på att konsumtionen måste vara mycket högre än under normala förhållanden.

Fiskars temperaturtolerans

När det gäller den direkta temperaturinverkan på fiskar finns det en omfattande litteratur att tillgå, främst när det gäller letalgränser. När det gäller långtidseffekter av subletal karaktär under naturliga förhållanden finns det däremot ytterst få informationer. De undersökningar som utfördes på letaltemperaturer vid varierande acklimatiseringstemperaturer hos 16 arter av fisk tydde på att toleransgränserna inte förändrats i jämförelse med de normala förhållandena. Denna studie medförde att fiskarna kunde indelas i fyra huvudgrupper med avseende på resistens mot hög temperatur (Fig. 6). Letaltemperaturerna i denna gruppering tycks över lag vara högre än de för arterna normalt angivna. Resultaten tyder i varje fall på att den allmänt accepterade tesen om en artspezifisk temperaturtolerans gäller även i detta fall.

Fisktillväxt, fiskets avkastning och parasitism

Som tidigare sagts beträffande fiskyngel noterades en stark ökning av tillväxten. Tillväxten på äldre fisk var också snabbare men betydligt svårare att utvärdera statistiskt p g a svårigheter med åldersbestämningar. Anläggandet av annuli skedde dessutom under andra årstider än normalt, t ex hos mört där en förskjutning skett från försommaren till vintern. Andra svårigheter att utvärdera resultaten berodde på betydande koncentrationer av vissa arter till vissa sjöar, vandringar (både lek och näringsdito), parasitering och inplanterandet av nya fiskarter, som förutom att skapa nya konkurrensmönster dessutom radikalt förändrade miljön.

Både braxen och gädda visade sig vandra, speciellt under vintern, till sjön med den högsta temperaturen. Ål uppehöll sig mest i den varmaste sjön och stor skadegörelse på denna art ansågs bero på att många dödades på trumsilarna. Åren före 1958 - d v s innan varmvatten började släppas ut - utgjordes 3/4 av all fisk som fångades i sjöarna av mört, braxen och björkna, medan i den sjö som nu är mest uppvärmd (Lichenskesjön) mört och braxen totalt dominerade. Den totala avkastningen fram till 1965 fördubblades i nämnda sjö, medan för systemet som helhet avkastningen var av samma storleksgrad som tidigare. Det ansågs emellertid inte (Backiel 1971) att någon större förändring av fiskens biomassa skett, vare

sig i den varmaste sjön eller i sjösystemet som helhet. Lichen-skiesjöns ökande avkastning skulle alltså bero på den höjda produktionen (snabbare tillväxt) samt på immigration av fisk från andra sjöar i systemet.

Vissa tydliga förändringar kunde dock urskiljas. Ål och björkna ökade i hela systemet, dessutom braxen och gös i den varmaste sjön. I Fig. 7 ser man förändringen över tre på varandra följande år i utbytet av fisket med speciella finmaskiga nät. Andra dramatiska förändringar i denna figur gäller de fiskar som lever i den tätt bevuxna litoralzonen, t ex sutare, bitterling och storspigg. Dessa arter försvann när gräskarp introducerats och i snabb takt betat ner litoralvegetationen och därmed förstört lekplatser och normalbiotop för de där levande fiskarna. Den ökade förekomsten av unga exemplar av mört och abborre återspeglade sig inte i ett ökat utbyte i det kommersiella fisket, vilket troligen kan tillskrivas dels predation av gös, och ökad parasitering. Från 1968 och framåt har parasiteringsproblematiken börjat analyseras. De första indikationerna visade att braxen var starkt infekterad av Ligula intestinalis. Metacercarier befanns också vara vanliga i ögonen hos braxen, mört, gös och abborre, vilka ledde till blindhet. Det var alltså klart att parasiter på fisk hade utvecklats i hög grad i de varma sjöarna. De förbättrade infektionsmöjligheterna möjliggjordes av den uteblivna isläggningen, vilket medförde att sjöarna verkade som en magnet på sjöfågel, i synnerhet under vintern, samtidigt som en annan mellanvärd - gastropoder - kunde producera metacercarier under hela året, vilka i sin tur genom den högre fisktätheten hade större möjligheter att infektera sina värdjur.

Senare studier förtydligade bilden. Ca 90% av all braxen var infekterad av bandmask, vilket medförde att den goda initialtillväxten avstannade och dessutom omöjliggjorde försäljning av fisken. Gös och abborre drabbades i ökande grad av blindhet genom metacercarieangrepp och protozoer förorsakade hög mortalitet bland fiskyngel. Den goda initiala effekten hade alltså förändrats i negativ riktning.

I det stora hela ökade avkastningen i sjösystemet som helhet således fram till 1970, men denna ökning föll nästan helt på skräpfisk. Från 1966 ökade endast en av sjöarna något medan de andra gradvis minskade, till stor del beroende på minskningen för de kommersiellt mest betydelsefulla arterna. Medelavkastningen från perioden 1951-1970 visar ingen avvikelse från normala avkastningssiffror från regionen. Mest alarmerande är det faktum att avkastningen minskat i fråga om ål (som numera endast förekommer i den mest uppvärmda sjön), gös, gädda och sutare. Den höga vattentemperaturen anses ansvarig för störd embryonalutveckling hos vissa arter. Gösleken försvåras p g a sedimentation från en kolgruva på lekplatserna. Braxenbestånden består till dominerande del av små, osäljbara fiskar. Som tidigare nämnts försvåras bedömningen av effekterna av att nya fiskarter inplanterats, t ex silver- och bighead-karp 1966-67. Andra arter nya för området var asp och guldfisk. Dessa introducerade fiskar växte utmärkt, speci-

ellt karporna, men avkastningen sjönk stadigt. Frieske, i Rola wód podgrzewanych w produkcji rybackiej 1972, anser att det är mycket svårt att utvärdera fiskavkastningen, då den officiella fiskestatistiken visar att sjöarna är underexploaterade, samtidigt som det finns starka skäl att förmoda att fiskuttaget är mycket större, på g a nätstölder och intensivt tjuvfiske. Om det förhåller sig så, att den officiella lägre fiskeintensiteten är korrekt, skulle den kunna förklara nedgången för de värdefulla arterna. Det fasta fiske som bedrivs styrker i viss mån Frieskes uppfattning då det visar på en ökning i avkastningen per ansträngning.

Fiskodling i varmvatten

År 1968 utsattes för första gången karpungel i dammar som försågs med varmvatten från värmeverken i Konin. Därmed inleddes den praktiska fasen av ett sex år gammalt projekt som utvecklats i samråd med ryska och ungerska experter. Fyra arter av karp odlas, nämligen vanlig karp, gräskarp, silverkarp och s k "bighead carp". Anläggningen beräknas nå full kapacitet under 1974 i samband med att det nya kläckeriet tas i bruk under innevarande höst. Karpodlingens huvudfunktion är att producera sättfisk för hela Polens behov, framför allt av gräskarp, vanlig karp och silverkarp. Odlingen drivs i statlig regi. Vatten tas direkt från värmeverket och möjligheterna att uppnå en blandning (under sommaren) är begränsade. Trehundra liter/s är den maximala intagskapaciteten till dammarna, och extremiteterna som uppnås är ca 11 grader under vintern och 34 under sommaren - d v s ca 10 graders förhöjning över de naturliga förhållandena.

Det är framför allt två syften med varmvattenodlingen. Dels vill man förlänga tillväxtperioden dels åstadkomma en tidigare könsmognad. Vinsten, när det gäller könsmognadens inträde, är för silver- och gräskarp fyra år (från 10 till 6 år). För att uppnå könsmognad sker en hormoninjicering uppdelad på två faser hos silver- och gräskarp eller i form av en enda dos hos den vanliga karpen. Hypofyshormon från vanlig karp (3.5 mg torrsvikt per kilo fisk) används för alla tre arterna. Parasiteringsgraden är hög i alla dammar, enligt uppgift i likhet med övriga dammar i landet, och situationen väntas bli förvärrad i varmvattenmiljön. Tre till fyra dagar efter kläckning insamlas ynglen och skickas i polyetenpåsar ut över landet. Ett problem är att dammarnas temperatur under yngeluppfödningen är betydligt högre än de naturliga dammarnas. För att överbrygga denna svårighet kommer man att uppföda fisken till högre ålder, förslagsvis 1 månad, då den dels är klart mindre känslig för temperaturvariationer och då dessutom de normala recipienternas temperatur höjts över 14 grader - en temperatur som verkar kritisk för karp.

SLUTOMDÖME

Vissa grundläggande resultat framstår som entydiga i detta problemkomplex:

- 1) den kemiska sammansättningen av vattnet har genomgått obetydliga förändringar, undantagandes en viss ökning av konduktiviteten,
- 2) både primärproduktionen och produktionen av zooplankton har ökat, beroende på en ökad generationsomsättning, medan å andra sidan biomassan hållit sig relativt konstant. D v s energiflödet genom systemet går snabbare vid högre temperatur.
- 3) Profundalen har fått en annan artsammansättning, som överensstämmer med normala strandzonförhållanden (litoralisering).
- 4) Parasiteringen av fisk har ökat.

Så sent som 1971 ansåg Backiel att det nya ekologiska systemet stabiliserat sig eftersom det fungerade under den nya temperaturregimen på samma sätt som ett normalt system är optimalt för de organismer som lever i det. Samma år ansåg man också att samarbetet mellan kraftverkstekniker och fiskerimyndigheter varit så gynnsamt i Konin att man i framtiden borde satsa på att använda kylvatten i sjöar för fiskproduktion.

Om vi ser till bedömningen året efter (1972) vid det biologiska symposiet i Konin så sammanfattades erfarenheterna sålunda;

- 1) uppvärmningen hade åstadkommit kvalitativa och kvantitativa förändringar av fiskfaunan. Avkastningen hade långsamt ökat under försöksperioden för att sedan stagnera, och samtidigt hade en minskning skett i utbytet av de mest värdefulla fiskarna,
 - 2) ligulosis hade angripit speciellt braxenpopulationen och tvingat fram ett intensivt fiske, vilket medfört att praktiskt taget hela populationen var under säljbar storlek,
 - 3) uppvärmningen hade varit förmånlig för introduktion av nya fiskarter, gräskarp, silverkarp och bigheadkarp, vilkas tillväxt var utomordentlig,
 - 4) den artificiella vattencirkulationen genom sjösystemet har tvingat fram en ny fisketeknik,
 - 5) de nya termiska förhållandena har ökat fiskens tillväxtperiod och samtidigt ökat tendenserna till migrationer, vilket inverkat på fångstutbytet,
 - 6) pumpstationer och trumsilar förorsakar hög mortalitet på fiskyngel och vissa adulta fiskar (främst ål).
- Den höga temperaturen har medfört att ett antal fiskarter i praktiken eliminerats: gädda, siklöja, abborre bland de kommersiellt mest betydelsefulla arterna,
- 7) i betraktande av den låga fiskeintensiteten tycks sjöarna trots allt vara underexploaterade, men den fisk som finns att tillgå har begränsad ekonomisk betydelse - bortsett från karporna,
 - 8) fasta nätfisken bör förordas,
 - 9) de ekologiska förändringarna pågår fortfarande, vilket gör det omöjligt att förutse fiskets framtida möjligheter.

I maj 1973 sammanfattade professor Zawisza situationen sålunda: De naturliga populationerna har fortfarande långt kvar till ett nytt jämviktsläge (om ett sådant kommer att inställa sig). En ökning av de minst värdefulla fiskarna är otvetydig, och dessutom har de i genomsnitt mindre storlek och kortare livslängd än tidigare. För att öka avkastningen har växtätande fiskar inplanterats (gräskarp) och dessutom silverkarp, då det visat sig att de båda i polykultur ger högre avkastning än i monokultur. Den årliga tillväxten på gräskarpen ligger något över 3 kilo (medeltal av 10.000 fiskar - alla märkta). Silverkarpen (medeltal av flera hundra) som insatts som 500 gr stora vägde 5 kilo efter en säsong. Gös växer fortfarande utmärkt, liksom ung mört. I övrigt mest negativ utveckling.

Det största problemet med utvärderingen av avkastningens storlek ligger, enligt Zawisza, i svårigheten att uppskatta effekterna av det enorma fritidsfisket i regionen, dvs problemet är politiskt (Zawisza kallar det "socialekologiskt") och gäller fiskelagar contra det privata fisket. För att förtydliga problemet ger han följande exempel: Den gräskarp som sattes in kostade 300 zloty per styck. 80% av dem fiskades upp under det första året och således till största delen privat för ett pris av 20 zloty per styck.

Varmvattenodlingen i speciella dammar tycks i förhållande till ovan nämnda problematik vara rätt överskådlig och erbjuda huvudsakligen positiva effekter, speciellt på de fyra karparter som provats. Odlingen i Konin är planerad att förse hela Polen med karpnygel, och dessutom finns möjligheter att odla även andra arter än de ovan nämnda.

LITTERATUR

- Backiel, T. 1971. Interim Report on Fishery-biological Investigation of Artificially Heated Lakes in Poland. Proc. Fifth British Coarse Fish Conf., Liverpool Univ., March 31-April 2, 1971. 18 p.
- Freshwater Fisheries of Poland 1965. Ed.: T. Backiel, Kraków. 93 p.
- Frieske, Z. 1970. Wpływ ciepłych wód na użytkowość rybacka jezior rejonu konińskiego. Doktorsavhandling (Inl.Fish.Inst., Olsztyn), MS, 79 p. plus 14 bilagor.
- Inland Fisheries Institute, Scope - Bibliography 1965. Ed.: A. Rudnicki, Olsztyn. 140 p.
- Scope - Bibliography 1971. Ed.: A. Rudnicki och J. Waluga, Olsztyn. 77 p.

- Opuszyński, K. 1968. Carp Polyculture with Plant-feeding Fish: Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) and Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). Bull.Acad.polon.Sci. XVI(11): 677-681.
- 1971. Use of Phytofagous Fish to Control Aquatic Plants. Ur "Aquaculture". Elsevier Publ.Comp., Amsterdam. p. 61-74.
- Patalas, K. 1967. Produkcja pierwotna i wtórna planktonu w jeziorze ogrzewanym przez elektrownię ciepłą. Rapport från den 8:e polska hydrobiologkongressen i Świnoujście i september 1967.
- 1970. Primary and Secondary Production in a Lake Heated by Thermal Power Plant. Proc.Ann.Techn.Meet.Inst.Environm.Sci. Boston, Mass., April 1970.
- Pótoracka, J. 1968. Skład gatunkowy fitoplanktonu w jeziorze podgrzewanym przez elektrownię ciepłą oraz w jeziorach o normalnej temperaturze. Acta Soc.Bot.Polon. XXXVII(2): 297-325.
- Thorslund, A.E. 1971. Potential uses of waste waters and heated effluents. EIFAC/OP 5. 23 p.
- 1972. Thermopower effluents for fishculture in Poland. Vatten (1): 36-39.
- Rola wód podgrzewaných w produkcji rybackiej 1972. Tekniskt-biologiskt symposium den 8-9 juni 1972 i Konin. 134 p.
- Zawisza, J. och T. Backiel 1972. Some results of fishery biological investigation of heated lakes. Verh.int.Ver.Limnol. 18: 1190-1197.

ERKÄNNANDEN

Medel till den resa, som utmynnad i föreliggande uppsats, har ställts till förfogande genom Vattenfalls Miljövärdstiftelse, vilket tacksamt erkännes. Författaren är dessutom stort tack skyldig ett antal polska forskare och administratörer, speciellt Krzysztof Goryczko, som organiserade hela resan och dessutom över-
satte vissa polska dokument.

Slutligen ett tack till Anders Thorslund vid Länsstyrelsen i Göteborg, för översända särtryck och en givande diskussion.

SUMMARY: THE FISHERY-BIOLOGICAL RESEARCH IN POLAND AND THE PROBLEMS OF HOTWATER EFFLUENTS

This paper presents the organization and scope of the Inland Fisheries Institute of Poland.

In view of the vast international interest in the so called Konin Project, emphasis is mainly on the investigations performed by the Institute aiming at monitoring and evaluating the profound ecological changes of a series of lakes which are used as a water supply and a cooling pond for three thermal power stations.

It is obvious that this new ecosystem has not stabilized itself, and problems related to the fishery on the lakes are very complex and contain not only the thermal effects on the aquatic ecosystem, but also problems of the introduction of new species of fish (carps), a flourishing private fishery, destruction of fish in pumps and on drum screens, net theft, and purely legal (political) problems, to mention a few. Among the most clear-cut results of these investigations are those concerning primary production, plankton, bottom fauna and some interactions of various fish species (which have resulted in the elimination of certain species). Thus: Phytoplankton and zooplankton production has increased 2- to 4-fold, but the biomass has hardly increased at all, indicating a far more rapid turn-over and thus energy flow through the new heated ecosystem. The bottom fauna of the profundal zone has changed considerably - Chaoborus larvae disappear and certain chironomids and oligochaetes are reduced in importance. Their place is taken by benthophagous predators like Procladius, Polypedium, Tanypodinae, Tanytarsinae and Odonata larvae. This change tends to produce a "littoralization" of the entire lake bottom.

Among the most striking changes in the fish community is the successive reduction of pike, perch, vendace and certain small littoral fish like sticklebacks. Also, fish parasites thrive and constitute a problem mainly for the bream fishery (ligulosis), but metacercaria and protozoans attack other fish fry as well. The general trend in the fishery is towards an increase for low value fish and an even stronger reduction of the high value species. The growth of certain species is extremely good (silver- and grass carp, pike-perch and young roach), however, management problems have hampered a profitable outcome.

The seemingly most beneficial use of the hotwater is provided by a new fish-culture station which utilizes a maximum of 300 litres per sec. The station is planned to fill the needs for phytofagous fish (four species of carp) in all Poland.

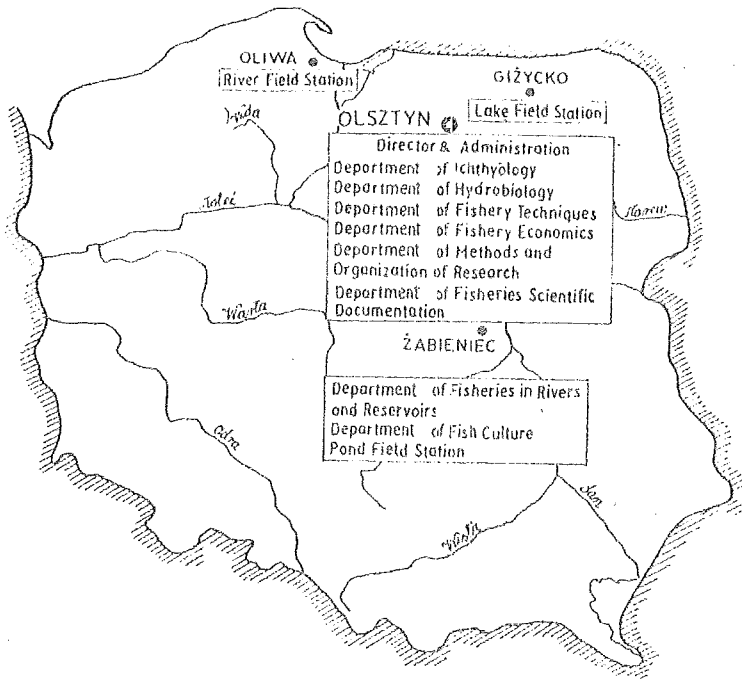


Fig. 1. Den geografiska fördelningen av Inlandsfiskeriinstitutets olika avdelningar
 (Ur: Inland Fisheries Institute, Scope - Bibliography, 1965-70 /1971/)

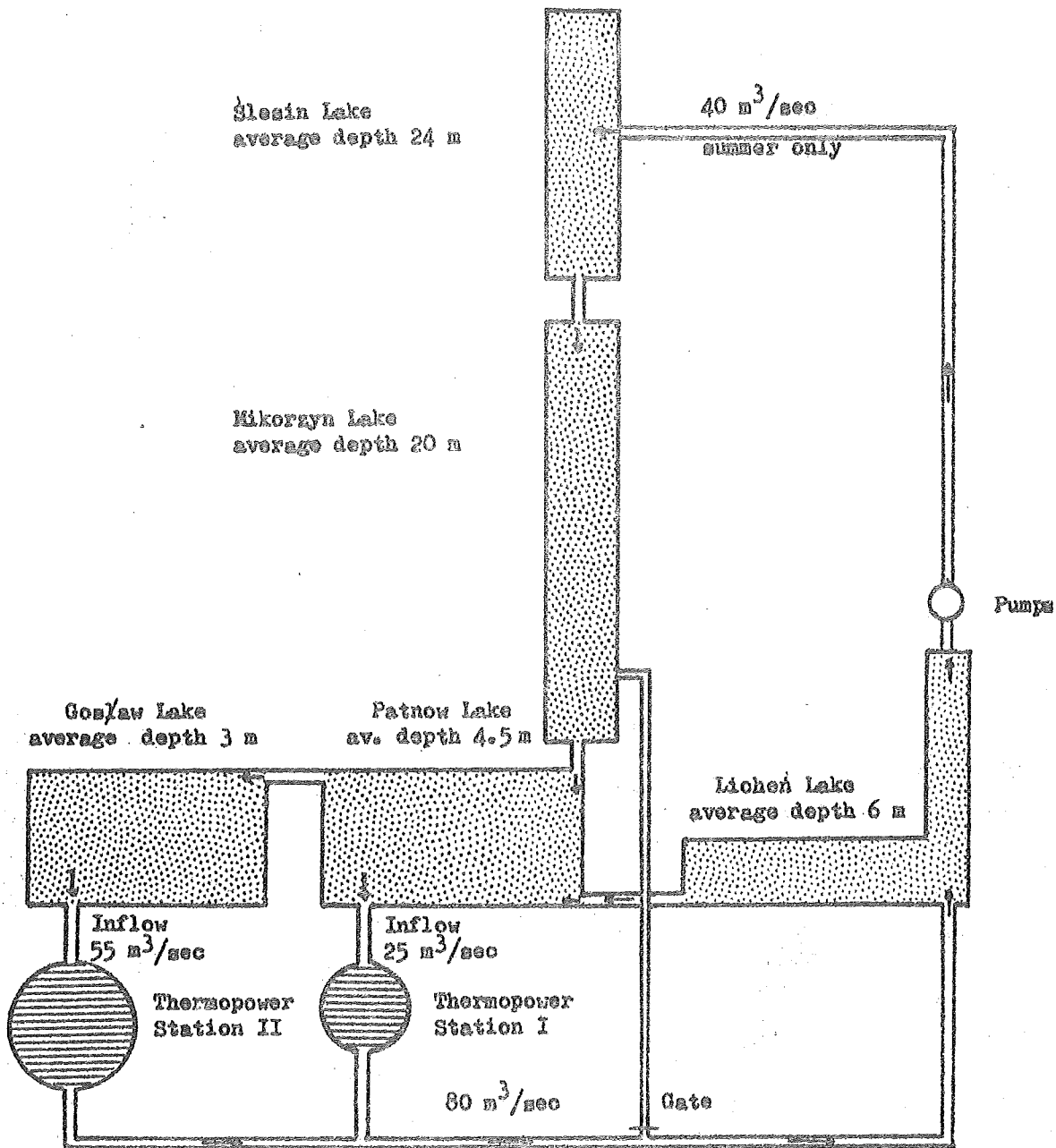


Fig. 2. Schematiserad bild av cirkulationssystemet i Konin
 (Ur: Thorslund 1971, Potential uses of waste waters
 and heated effluents - EIFAC/OP 5)

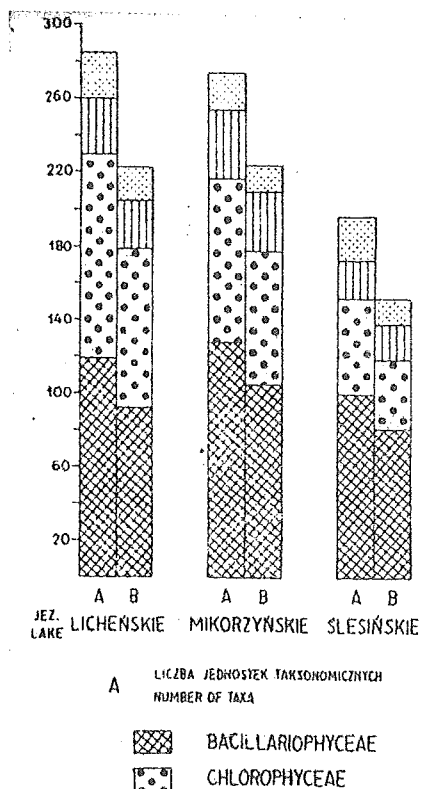


Fig. 3. Antal arter (B) och taxa (A) av alger i tre av Koninsystemets sjöar - sjöarna blir kallare mot höger i figuren. (Ur: Połtoracka 1968, Acta Soc. Bot. Pol. XXXVII(2): 297-325)

Lichenskie Lake	Average Biomass Kcal/m ²	Gross Production Kcal/m ² .day	P/B (daily)
herbivores	5.71	1.38	0.24
carnivores	2.23	0.36	0.16
<u>Mikorzynskie Lake</u>			
herbivores	5.68	0.62	0.11
carnivores	3.67	0.40	0.11
Ecological efficiency:			
<u>herbivore production</u>	L. lake	M. lake	
net primary production	0.13	0.11	

Fig. 4. Förhållandet mellan herbivorer och carnivorer (plankton) i två sjöar inom Koninsystemet. Lichenskie sjön är den varmare av de två. I övrigt se texten! (Ur: Backiel 1971, Proc. Fifth British Coarse Fish Conf.)

Fig. 5. Lektidens förändring i samband med uppvärmingen. Fyllid stapel motsvarar lektidens omfattning under uppvärmda förhållanden, snedstreckad stapel den normala lektiden.
(Ur: Zawisza & Backiel 1972, Verh. Int. Verein. Limnol. 18: 1190-1197)

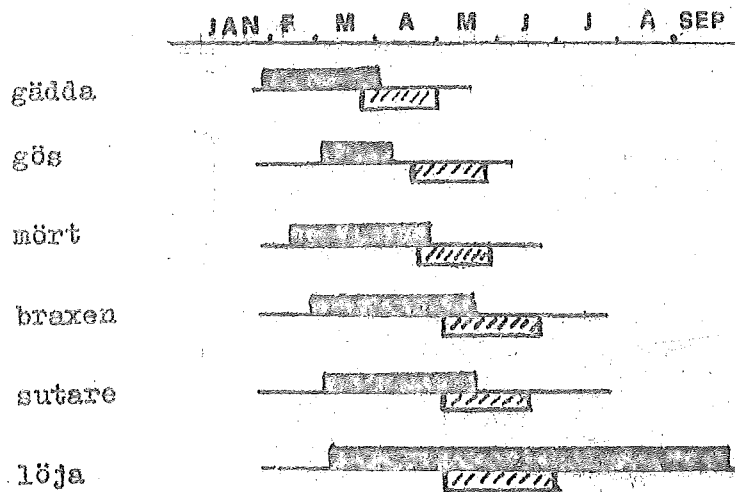


Fig. 6. De fyra huvudgrupper som fiskarna kan uppdelas i med avseende på temperaturresistens.
(Ur: Zawisza & Backiel 1972, Verh. Int. Verein. Limnol. 18: 1190-1197)

grupp	art	letaltemp. vid acklim. vid 25°C
I	vanlig karp	37.7 - 40.6
	ruda	
	sutare	
	färna	
II	löja	36.5 - 38.2
	sarv	
	id	
III	gös	35.2 - 36.7
	mört	
	abborre	
IV	sandkrypare	34.4 - 36.5
	gers	
	bitterling	
	storspigg	

Fig. 7. Den relativa förändringen av förekomsten små fiskar fångade på speciella finnmaskiga nät under tre på varandra följande år. Notera att summan av de tre årens fångster för varje art har sätts lika med 100%.
(Ur: Backiel 1971, Proc. Fifth British Coarse Fish Conf.)

