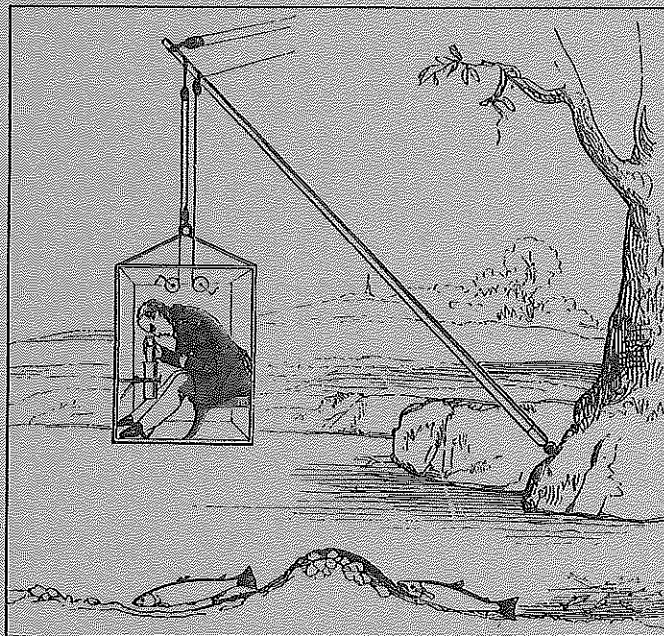


Information från  
**SÖTVATTENS-  
LABORATORIET**  
Drottningholm



GÖRAN SJÖBERG

Gäddans längdtillväxt i ett  
kraftverksmagasin

Författare:  
Göran Sjöberg

FÅK  
Fiskeristyrelsens  
utredningskontor  
Stora Torget 3  
871 00 HÄRNÖSAND

# GÄDDANS LÄNGDTILLVÄXT I ETT KRAFTVERKSMAGASIN

Göran Sjöberg

INLEDNING	1
OMRÅDESBESKRIVNING	1
MATERIAL OCH METODER	2
<u>Gäddfångster</u>	2
<u>Aldersbestämning</u>	4
<u>Tillbakaräkning</u>	5
<u>Walforddiagram</u>	5
RESULTAT	6
<u>Jämförelse mellan läsning av cleithra och fjäll</u>	6
<u>Walforddiagram</u>	7
<u>Längdfrekvens</u>	8
<u>Fjällläsning</u>	10
<u>Tillbakaräkning utifrån cleithrumläsning</u>	12
DISKUSSION	13
<u>Olika metoder för bestämning av ålder och tillväxt hos gädda</u>	13
<u>Tidigare undersökningar</u>	13
<u>Gäddan i Gammelänge</u>	14
<u>Faktorer som påverkar gäddans tillväxt</u>	14
<u>Skillnader inom populationer</u>	14
<u>Skillnader mellan populationer</u>	15
SAMMANFATTNING	18
ERKÄNNANDEN	19
LITTERATUR	20
ENGLISH SUMMARY: LINEAR GROWTH OF PIKE IN A REGULATED SWEDISH RIVER	22
LEGENDS TO FIGURES AND TABLES	23

## INLEDNING

Gäddan Esox lucius L. är den viktigaste fiskpredatorn i kraftverksmagasin. För att kunna bedriva fiskevård i reglerade älvar är det därför av stor betydelse att känna till dess biologi. Sedan 1981 har därför försöksgruppen FAK studerat gäddbeståndet i Gammelänge kraftverksmagasin i Indalsälven. Hittills har rapportering gjorts av resultatet av lekfiske (Sjölander och Öhman 1981), uppskattning av beståndstäthet och beskrivning av födoval (Sjöberg 1983) samt förflyttningar och uppehållsområden (Gönczi 1985a, Gönczi et al. 1985).

Längdtillväxten kan, som en approximation av tillväxten mätt i energimått, ge en viss uppfattning om lokalens produktivitetsnivå. Den kan även ge information om dynamiken i gäddbeståndet. För att kunna göra en korrekt uppskattning av beståndstätheten med fångst-återfångstförsök, då dessa sträcker sig över en längre tid, är det också nödvändigt att känna tillväxten.

Flera metoder har använts vid undersökningen av gäddans längdtillväxt i Gammelänge: 1/faktiskt mätt tillväxt hos märkta gäddor; 2/längdfrekvens hos gäddor under 30 cm; 3/åldersuppskattning genom fjälläsning; 4/åldersuppskattning med hjälp av cleithrumben och beräkning av längd vid olika åldrar genom tillbakaräkning.

Genom att jämföra de resultat som erhållits med de olika metoderna, kan en någorlunda god säkerhet erhållas vid uppskattningen av tillväxten trots att en viss osäkerhet rått vid läsningen av fjäll och ben för enskilda fiskar.

## OMRÅDESBESKRIVNING

Gammelänge kraftverksmagasin är beläget i Indalsälvens mellersta del. Det är 3 km långt och har en yta av 94 ha. Temperaturen ligger nära 0°C under perioden november-april, för att stiga hastigt under maj. Maximala sommartemperaturen i den fria vattenmassan är ca 17 - 18°C. Medelvattenföringen är 373 m<sup>3</sup>/s och en minimivattenföring på 100 m<sup>3</sup>/s råder.

De strandnära bottnarna är till stor del täckta av tät vegetation av starr och fräken. Biomassan och mångfalden i bottenfaunan är relativt stora (Henricson 1978). De viktigaste fiskarterna förutom gädda är mört, abborre och sik. Gäddor under 30 cm livnär sig framför allt av sländlarver och vattengråsuggor (Asellus) men även fiskungar (Sjöberg 1983 samt opubl. data). Större gäddor äter huvudsakligen mört och sik. Abborre tycks däremot inte ha någon betydelse som bytesfisk (Sjöberg 1983).

De flesta gäddorna uppehåller sig bland vegetationen i de överdämda områdena i magasinets nedre del. Många gäddor över ca 70 cm rör sig dock över hela magasinet inklusive de strömmande partierna i de övre delarna (Gönczi 1985a, Gönczi et al. 1985). Leken sker i huvudsak i maj månad.

Mer ingående beskrivningar av Gammelängemagasinet ges av Sjöberg (1983) samt Gönczi et al. (1985).

## MATERIAL OCH METODER

### Gäddfångster

I samband med beståndsuppskattning har längdmätning, könsbestämning och märkning med ankarmärken ("floy tag") gjorts vid ryssjefiske på lekande gäddor under maj-juni 1981-83. Därigenom har tillväxten från år till år för återfångade gäddor kunnat mätas. Dessvärre användes åren 1981 och 1982 en mätvagga med 5 cm-gradering varför mätningen till cm-klass ej varit exakt. Under 1983 användes en mätvagga med 1 mm-gradering.

Vid fiske med ryssjor, nät, långrev m fl redskap under maj-oktober 1981 togs cleithrumben från 246 gäddor. Även 15 st vingben (Filipsson 1972) insamlades och åldersbestämdes som referensmaterial till cleithra. Vid ryssjefiske i maj-juni 1982 insamlades 20 cleithra. Vid ryssjefiske 1983 togs fjäll från 188 och dessutom cleithra från 26 gäddor. Könsbestämning gjordes antingen utifrån könsprodukterna, genom obduktion eller, 1983, med hjälp av yttre könskaraktärer (Casselman 1974a).



Gäddor under 30 cm totallängd, totalt 103 st, fångades med elfiske i strandnära områden i månadsskiftet maj-juni 1982 samt i maj, juni och oktober 1983 (Figur 1 och 2). Vid elfisket användes ett LUGAB-aggregat med pulserande likström och den



Figur 1. Elfiske efter små gäddor i Gammelängemagasinet, Indalsälven, maj 1983. Foto: Mats Sjölund.



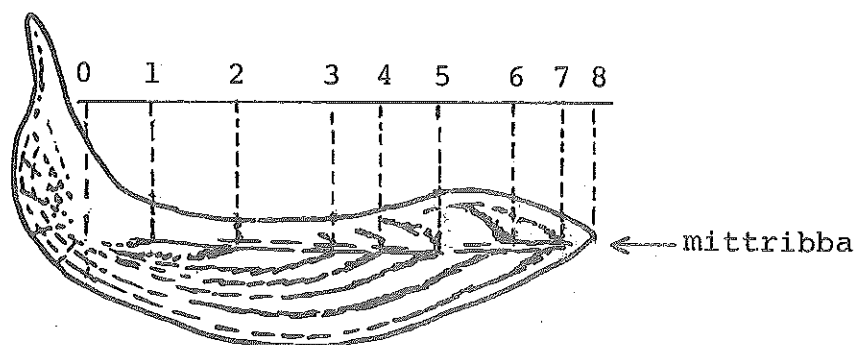
Figur 2. Gäddor i åldrarna 1-3 år fångade i Gammelängemagasinet, maj 1983. Foto: Göran Sjöberg.

använda spänningen var 600-1000 V. Dessa gäddor längdmättes till närmaste mm och könsbestämdes. Cleithra togs vid alla tillfällen utom i juni 1983. Under 1983 togs dessutom fjäll.

### Aldersbestämning

Fjällproverna (5-6 fjäll) togs i ett område mitt på kroppen ovanför sidolinjen. Fjällen behandlades före läsningen med 4% NaOH-lösning, rengjordes, torkades och monterades mellan objektglas (Frost och Kipling 1959). Aldersbestämningen gjordes i mikrofilmprojektor under 29-45 x förstoring. Vid läsningen användes de kännetecken på annuli som givits av Frost och Kipling (1959).

Cleithra dränktes i propylenglykol, en vätska med högt brytningsindex, någon minut för att förhöja tydligheten i strukturerna. De studerades därefter under 6 x förstoring i stereomikroskop med påfallande ljus mot mörk bakgrund. Antalet annuli avlästes. Nollpunkten lokaliserades med hjälp av radiära strukturer i benet. Avståndet från nollpunkten till de punkter där respektive annuli resp. benets ytterkant skar benets mittribba mättes med passare och linjal till närmaste 0,5 mm (Figur 3). Detta mått kallas nedan främre cleithrumradie.



Figur 3. Cleithrum från vänster sida med nollpunkt samt mätpunkter för annuli 1-8 på främre cleithrumradien. Annulus 8 sammanfaller för detta ben med totala radien. De genomskinligare vintertillväxtzonerna har här tecknats mörka.

### Tillbakaräkning

Sambandet mellan total främre cleithrumradie och totallängd vid fångst bestämdes med en funktionell regression (Ricker 1973), baserad på värden från 240 individer. Vid tillbakaräkning står man då inför problemet att alla fiskar av samma längd inte har samma totala cleithrumradie. För att korrigera för detta faktum beräknades för varje fisk en uppskattad total cleithrumradie. Därvid användes den genom regression erhållna ekvationen samt fiskens totallängd (Carlander 1981). Den uppskattade radien delades med den faktiskt mätta radien för att ge en konstant. Varje annulusmått på benet i fråga korrigerades därefter med denna konstant innan tillbakaräkning med ekvationen gjordes. Tillbakaräkning har gjorts för 155 individer.

Den ekvation som erhöles vid funktionell regression av gäddans totallängd (y) på totala främre cleithrumradien (x) var

$$y = -21,90 + 10,98 x$$

där x och y anges i mm. Korrelationskoefficienten (r) = 0,944. Den erhållna linjen visas i Figur 4 tillsammans med de värden för fisklängd och total främre cleithrumradie som den grundats på.

### Walforddiagram

Fiskars tillväxt kan under vissa förhållanden åskådliggöras med s k Walforddiagram (Ricker 1975) varvid längden vid år t avsetts mot längden vid år (t+1), alternativt (t+2). Den linje som erhålls vid linjärregression av dessa värden visar då vid sitt intercept med y-axeln en uppskattning av längden vid åldern 1 (alt 2) år. Detta förhållande har här använts för att ge ett ungefärligt mått på längden vid 1 resp 2 år för hanar och honor. Diagrammen baseras på längden hos gäddor som märkts 1981 och 1982 och återfångats vid lekfisket 1983.

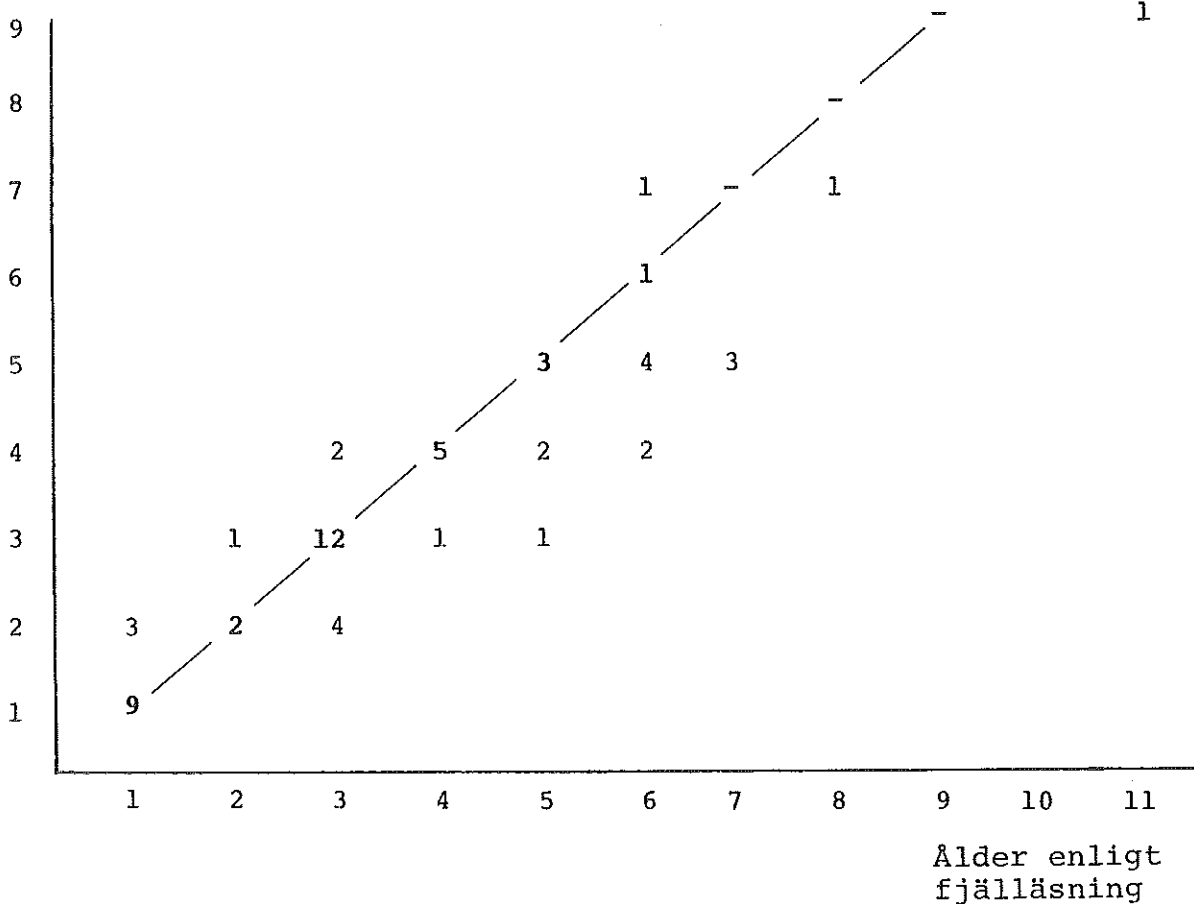




finns en tendens till högre åldersuppskattning med hjälp av fjäll än med cleithra. Av de 26 individer där åldersbestämningarna skilde sig åt hade 19 getts högre ålder vid fjällläsningen.

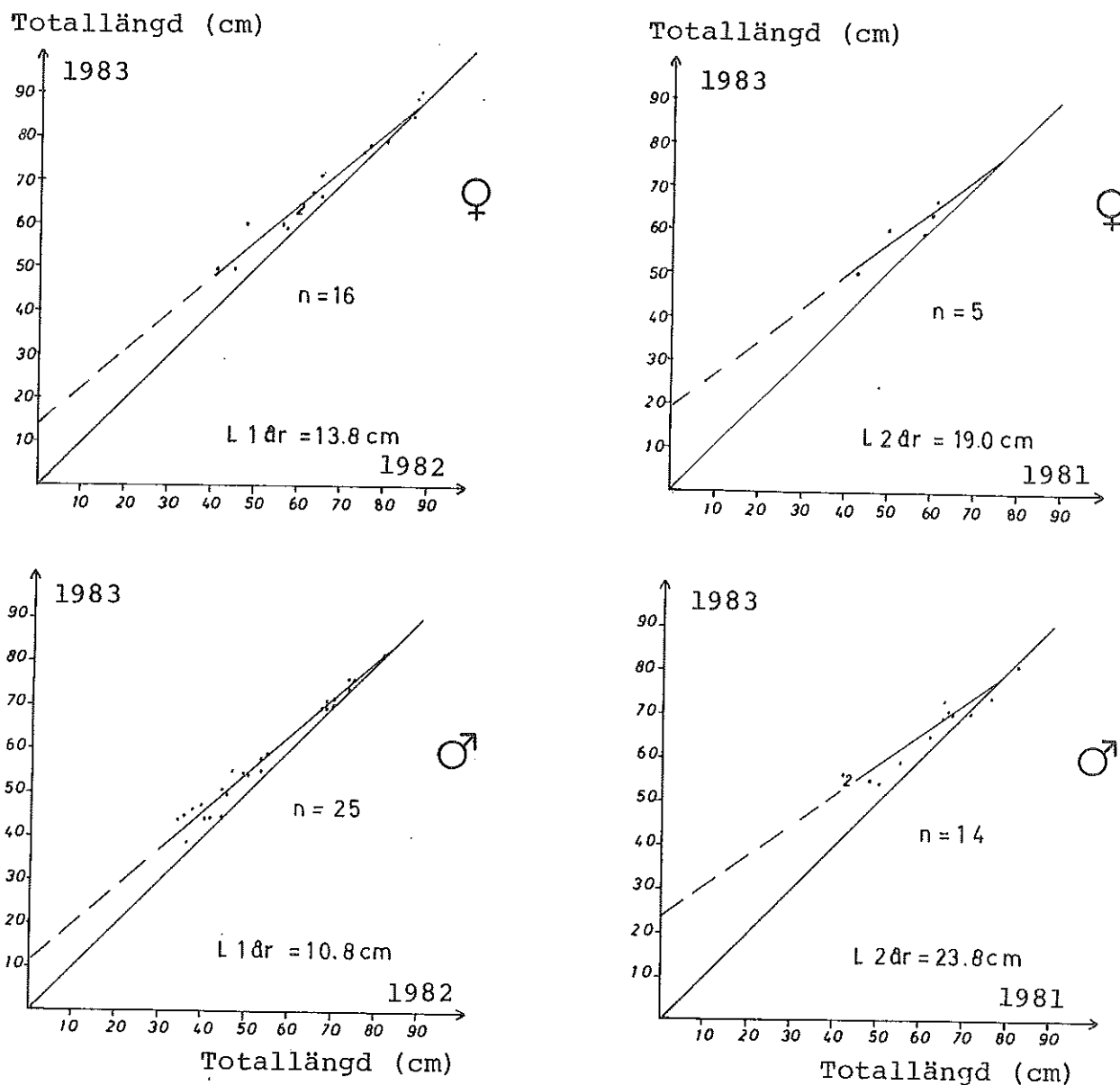
Tabell 1. Ålder enligt läsning av fjäll resp cleithra hos gäddor fångade i maj 1983 i Gammelängemagasinet. Fångsten har skett med elfiske (n=33) och ryssjor (n=25).

Ålder enligt  
cleithrumläsning



### Walforddiagram

De längder, som uppmätts vid fångst och återfångst av gäddor vid lekfiske, redovisas i Walforddiagram i Figur 5. Regressionslinjen för de erhållna punkterna är inritad och värdet för dess intercept med y-axeln givet. Dessa värden, längderna 10,8 och 13,8 cm för 1-åriga respektive 19,0 och 23,8 cm för 2-åriga han- och hongäddor, skall betraktas som mycket ungefärliga då, som nämnts ovan, längdmätningen vid märkningen varit osäker.



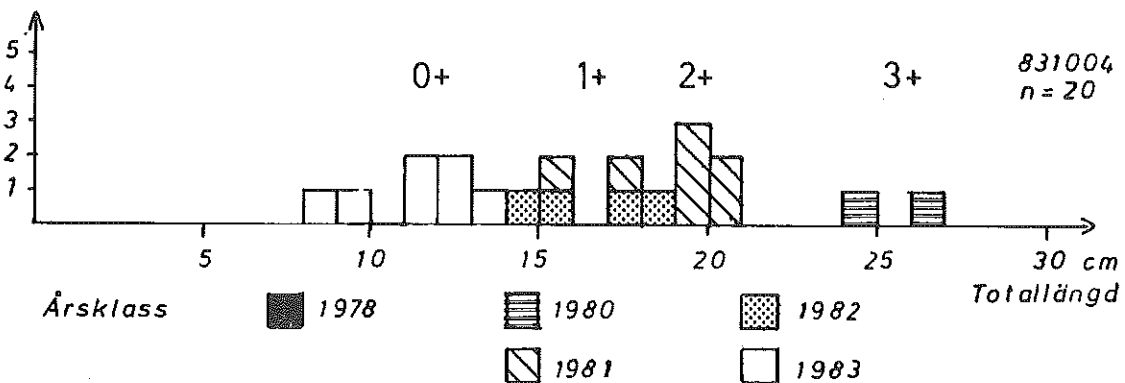
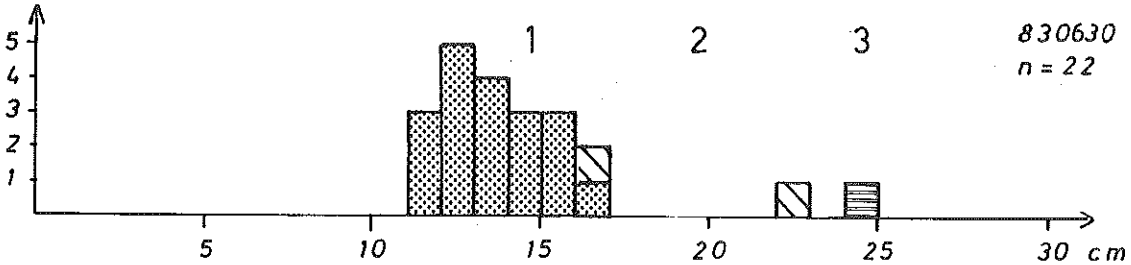
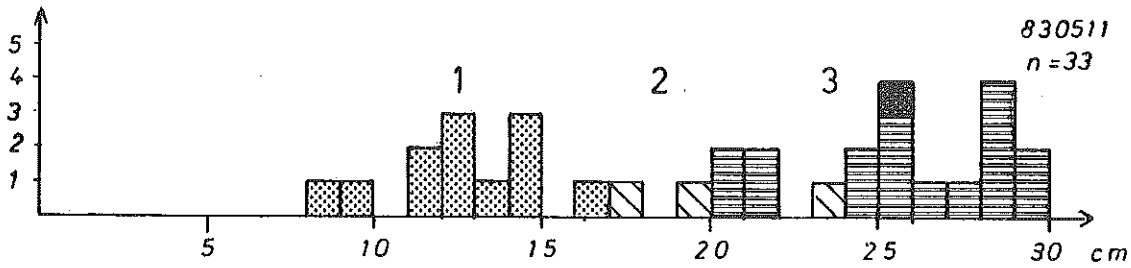
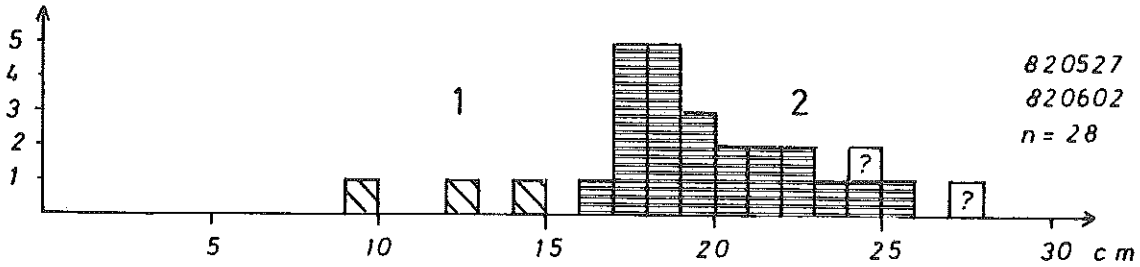
Figur 5. Walford-diagram för hon- resp hangäddor från Gammelängemagasinet. Regressionslinjens skärningspunkt med den lodräta axeln anger en uppskattad totallängd vid 1 resp 2 års ålder.

### Längdfrekvens

Längden hos de elfiskade gäddorna redovisas i Figur 6. Den ålder som erhållits vid fjällläsning (för 1982 cleithrumläsning) är också angiven. Ettåriga gäddor synes sällan bli längre än 15 cm, och tvååriga ej längre än 26 cm. Inga gäddor under 8 cm längd fångades. Detta behöver inte betyda att gäddor under denna längd saknades i beståndet utan kan bero på att liten fisk ej kunnat

fångas med elfiske. Få 1-åriga gäddor fångades 1982. Även i materialet från 1983 var fångsten av gäddor av denna årsklass (1981) liten.

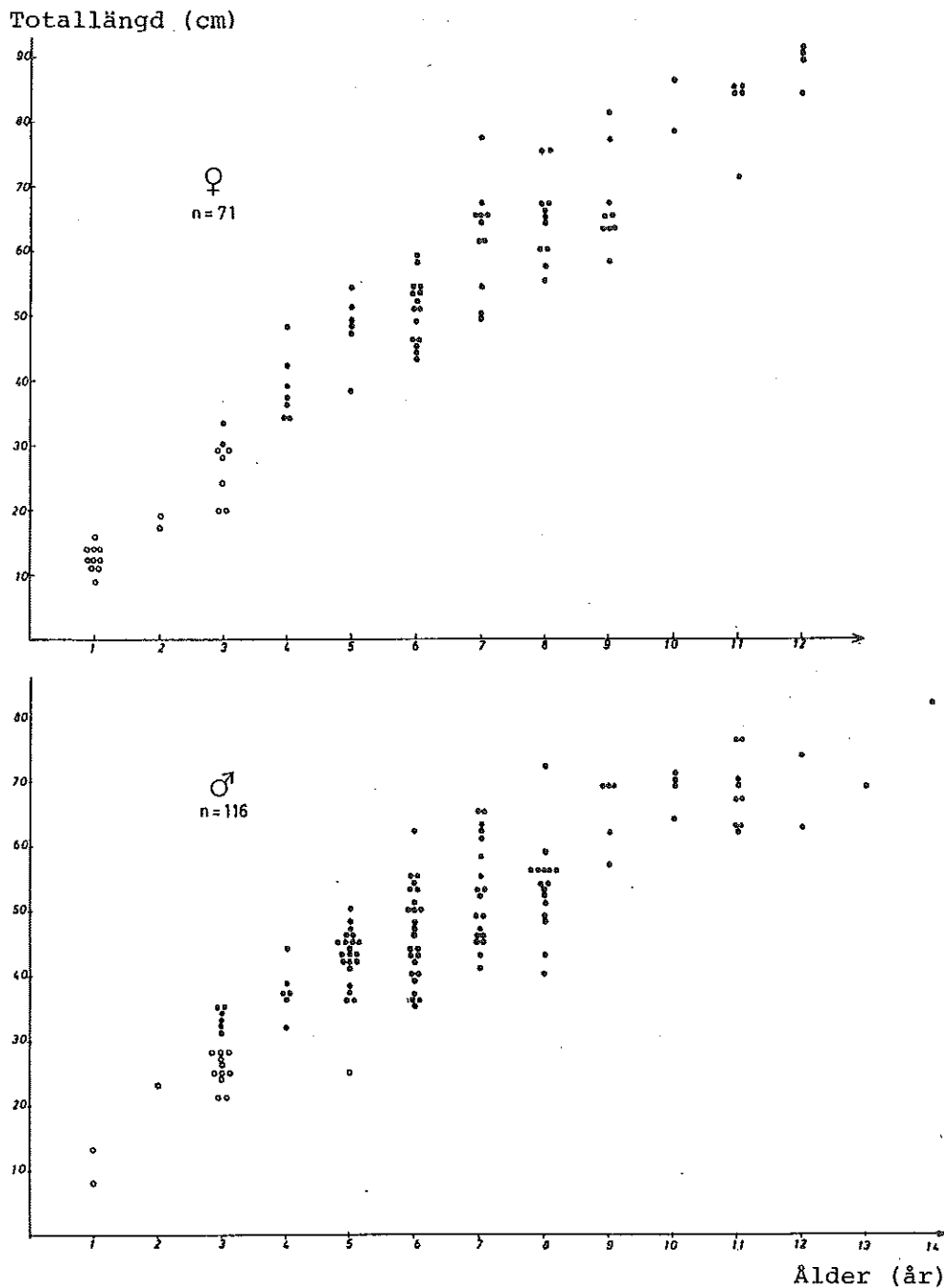
Antal ind.



Figur 6. Frekvensen i olika cm-klasser av gäddor från Gammelängemagasinet. Åldersbestämningarna är gjorda från cleithra 1982 och från fjäll 1983.

### Fjälläsning

Den ålder som erhållits vid fjälläsning av gäddor fångade vid elfiske och ryssjefiske i maj 1983 redovisas i Figur 7 samt Tabell 2. Den individuella variationen i tillväxt inom könen är mycket påtaglig. Skillnad mellan könen kan dock också påvisas. Honorna var signifikant längre än hanarna för åldrarna 7, 8 och 11 år.



Figur 7. Förhållandet mellan längd och ålder för hon- resp han- gäddor fångade på elfiske (o) och med ryssjor (●) i Gammelängemagasinet maj 1983. Åldersbestämningen är gjord genom fjälläsning.



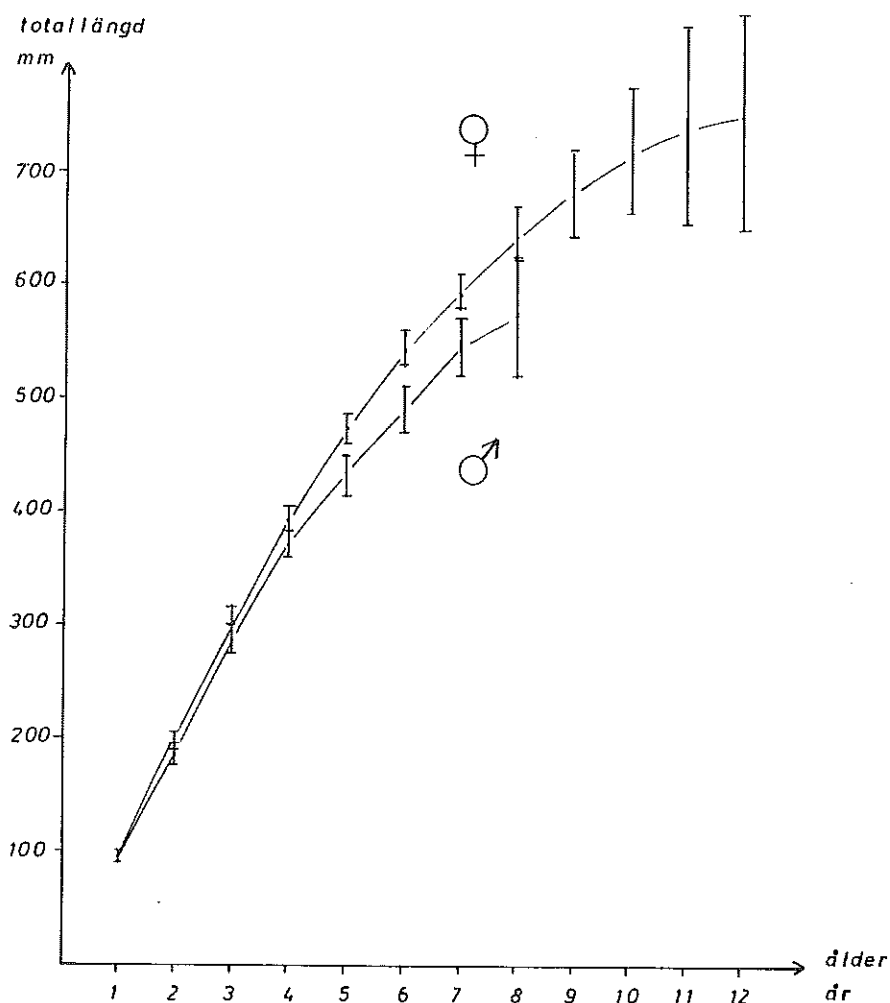
Tabell 2. Gäddornas totallängd i mm vid olika åldrar i Gammelängemagasinet, för ett fjälläst meterial samt ett material där tillbakaräkning gjorts utifrån läsning av cleithrumben. Inom parentes anges det antal fiskar som medelvärdet grundar sig på, samt 95% konfidensintervall. Värdena för fjälläsning har slagits samman för honor och hanar vid åldrarna 1 och 2 år. \*/ anger signifikant större längd enligt fjälläsning.

Ålder (år)	Honor		Hanar	
	Fjäll	Cleithra	Fjäll	Cleithra
1	125* (12) (111-139)	95 (74) (91-99)	125* (12) (111-139)	93 (81) (89-98)
2	199 (3) (118-280)	196 (74) (188-203)	199 (3) (118-280)	185 (80) (177-194)
3	270 (8) (230-310)	302 (66) (287-317)	286 (17) (262-309)	286 (65) (275-298)
4	390 (7) (342-438)	393 (58) (382-405)	376 (6) (333-420)	371 (57) (359-384)
5	483 (6) (426-539)	474 (47) (466-487)	428 (22) (404-452)	432 (38) (414-449)
6	510 (15) (483-537)	541 (41) (527-556)	466 (25) (437-496)	489 (24) (468-510)
7	622 (11) (567-676)	592 (35) (575-610)	528 (19) (491-566)	544 (19) (520-569)
8	651 (11) (607-695)	644 (22) (621-668)	539 (16) (500-577)	572 (9) (520-624)
9	673 (9) (617-729)	680 (15) (641-718)	658 (5) (589-727)	649 (2) -
10	825 (2) -	719 (8) (664-774)	689 (4) (644-733)	670 (2) -
11	888* (4) (841-935)	742 (6) (655-829)	683 (9) (642-724)	771 (1) -
12		746 (5) (650-842)	685 (2) -	798 (1) -
13		739 (3) -	697 (1) -	829 (1) -
14			820 (1) -	840 (1) -
16	995 (1) -			

### Tillbakaräkning utifrån cleithrumläsning

De värden för längd vid olika åldrar, som erhållits vid tillbakaräkning utifrån mätning av annuli på cleithrumben, redovisas separat för varje kön i Figur 8 och Tabell 2. Även i detta material påvisades signifikanta skillnader mellan könen. Honorna i åldrarna 5, 6 och 7 år var längre än hanarna.

Vid en jämförelse av längderna vid olika åldrar bestämda med fjällläsningen resp tillbakaräkningen med hjälp av cleithra visar det sig att fjällläsningen ger en signifikant större längd för åldrarna 1 år (honor och hanar tillsammans) och 11 år (endast honor).



Figur 8. Medelvärde samt 95% konfidensintervall för totallängd vid olika åldrar för hon- resp hangäddor från Gammelängemagasinet. Värdena grundar sig på tillbakaräkning av cleithrumläsning för individer fångade under 1981 och 1982 (se även Tabell 2).

## DISKUSSION

### Olika metoder för bestämning av ålder och tillväxt hos gädda

#### Tidigare undersökningar

Den mest använda metoden för bestämning av ålder och tillväxt hos gädda har utgått från läsning av årsvisa strukturer på fjällen. Denna metod rekommenderas dock ej för beräkning av tillväxten genom tillbakaräkning (Frost och Kipling 1959). Själva metoden för åldersbestämning av fjäll är också tveksam (Svärdson 1964, 1976, Bregazzi och Kennedy 1980). Fjäll har dock den fördelen att de kan avlägsnas från fisken utan att denna avlivas. Fjällprovtagning har därför ingått i denna undersökning.

Även olika benstrukturer har använts för bestämning av ålder och tillväxt hos gädda. Hederström (1759) använde ryggkotor för åldersbestämning. Opercula (gällocksben) ansågs av Frost och Kipling (1959) lämpliga för tillväxtstudier genom tillbakaräkning men även denna metod har vid Sötvattenslaboratoriets undersökningar visat sig vara otillförlitlig (Svärdson 1976). Man använder numera där istället metapterygoid (vingben) för åldersbestämning (Filipsson 1972, Svärdson 1976). Vingben har använts för tillbakaräkning bl a av Borgstrøm (1981). Några vingben har vid undersökningen av gädda i Gammelänge använts som referensmaterial vid åldersbestämningen.

Cleithra användes redan av Gottberg (1917) vid åldersbestämning av gäddor, om än endast som komplement till fjäll. Metoder för användning av cleithra för tillväxtbestämning hos gäddfiskar (*Esox* spp) har utvecklats av Casselman (1974 b, 1979). Cleithra har därefter använts av bl a Diana (1983). I Sverige har cleithra tidigare använts för tillväxtstudier av Bengtsson och Hargeby (1978, 1979).

Walford-diagram har använts som ett medel att bestämma vissa tillväxtparametrar t ex tillväxthastighet (growth rate) och maximal längd (se t ex Mann 1976). De har också använts för att kontrollera huruvida årsmarkeringar (annuli) förbisätts vid läsningen av fjäll (Frost och Kipling 1959).

Längdfrekvensmetoder har använts i liten utsträckning för att avgränsa åldersgrupper hos gädda, eftersom de i så hög grad överlappar p g a den stora individuella variationen i tillväxt. De har dock använts för de yngsta åldersklasserna (se t ex Munro 1957).

#### Gäddan i Gammelänge

Vid jämförelse mellan åldersuppskattning gjord med fjäll och cleithra har för individuella fiskar många avvikelser noterats redan vid låga åldrar. Vid jämförelsen mellan tillbakaräkningen för 1981 och 1982 års cleithrum-material och fjälläsningen för 1983 års gäddor visar det sig dock att resultaten är relativt samstämmiga vad gäller längden vid olika åldrar. Signifikanta skillnader mellan materialen finns endast för gäddorna vid 1 och 11 års ålder (vid den senare åldern endast honorna). De faktiskt mätta längderna för de elfiskade gäddor, vilka med hjälp av fjällen bestämts som ettåringar, är alltså signifikant större än den med hjälp av cleithra tillbakaräknade längden för samma åldersgrupp.

Denna avvikelse avspeglar sannolikt ej någon verklig skillnad i tillväxt i beståndet. Den har sannolikt uppstått p g a svårigheten att hos äldre fiskar med tjocka cleithrumben rätt lokalisera annulus 1. Den kan också bero på att de minsta fiskarna i gruppen underrepresenterats vid elfisket. Då motsvarande avvikelse ej noterats för 2-åringarna kan Lee's fenomen, dvs ett systematiskt fel beroende på att snabbväxande fisk fiskats ut (Ricker 1975), uteslutas.

#### Faktorer som påverkar gäddans tillväxt

##### Skillnader inom populationer

Att honorna hos gädda i genomsnitt växer betydligt snabbare än hanarna är ett numera välbelagt förhållande, som också bekräftas av föreliggande undersökning.

Skillnader i tillväxt mellan årsklasser har kunnat förklaras utifrån skillnader mellan år i temperatur- och ljusförhållanden (Frost och Kipling 1967), samt i födotillgång, kannibalism och konkurrens (Kipling 1983).

Den stora variationen mellan individerna i samma årsklass är också välbekant från tidigare undersökningar av gäddpopulationer. Den kan förklaras med genetiska variationer samt skillnader i födelsetid och uppehållsplats (Frost och Kipling 1967), i beteende (Vostradovsky 1969, 1981) och i parasitering (Vostradovsky 1977) hos individerna.

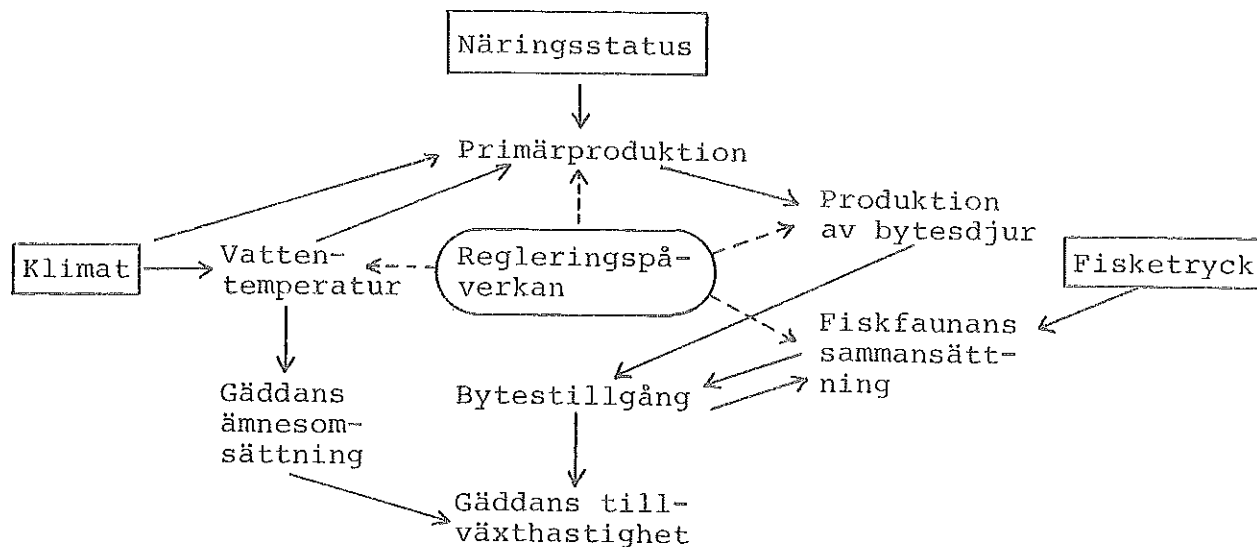
#### Skillnader mellan populationer

Tillväxten hos individerna i ett gäddbestånd påverkas av klimatet, lokalens allmänna näringsstatus samt fiskets intensitet (Diana 1983). Temperaturens inverkan har visats experimentellt av Casselman (1978). Han fann att längdtillväxten hos en- och tvåsomriga gäddor från Manitoulin Island i södra Kanada var störst vid 21°C. Vid 4°C var den mycket låg. I naturen är temperaturoptimum något lägre, troligen beroende på den mindre tillgången på föda (Casselman 1978). Vidare kan skillnader i temperaturoptimum tänkas föreligga mellan gäddpopulationer i områden med olika klimat.

Klimatet påverkar dock tillväxten inte endast genom temperaturens inverkan på hastigheten hos gäddans ämnesomsättning utan även genom dess påverkan på omsättningshastigheten i hela ekosystemet och därigenom tillgången på lämpliga byten. Klimatet samverkar då troligen med den allmänna näringsstatusen i nederbördsområdet, som avgör storleken på primärproduktionen. Ett försök att illustrera detta har gjorts i Figur 9.

De sydliga populationer av gädda som undersökts uppvisar snabb längdtillväxt. Detta gäller t ex i södra England (Bregazzi och Kennedy 1980, Mann 1976) och i Tjeckoslovakien (Vostradovsky 1977). Det gynnsamma klimatet har där i flera fall samverkat med goda näringsförhållanden.





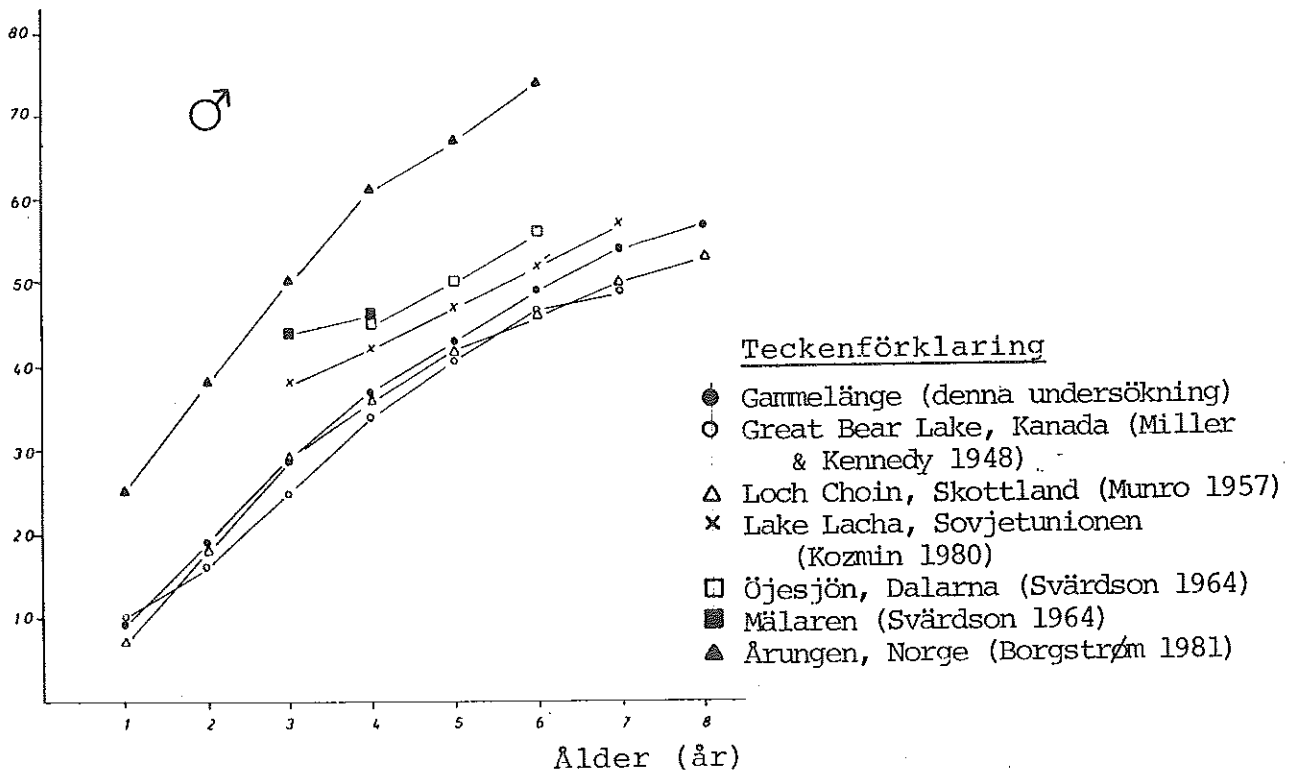
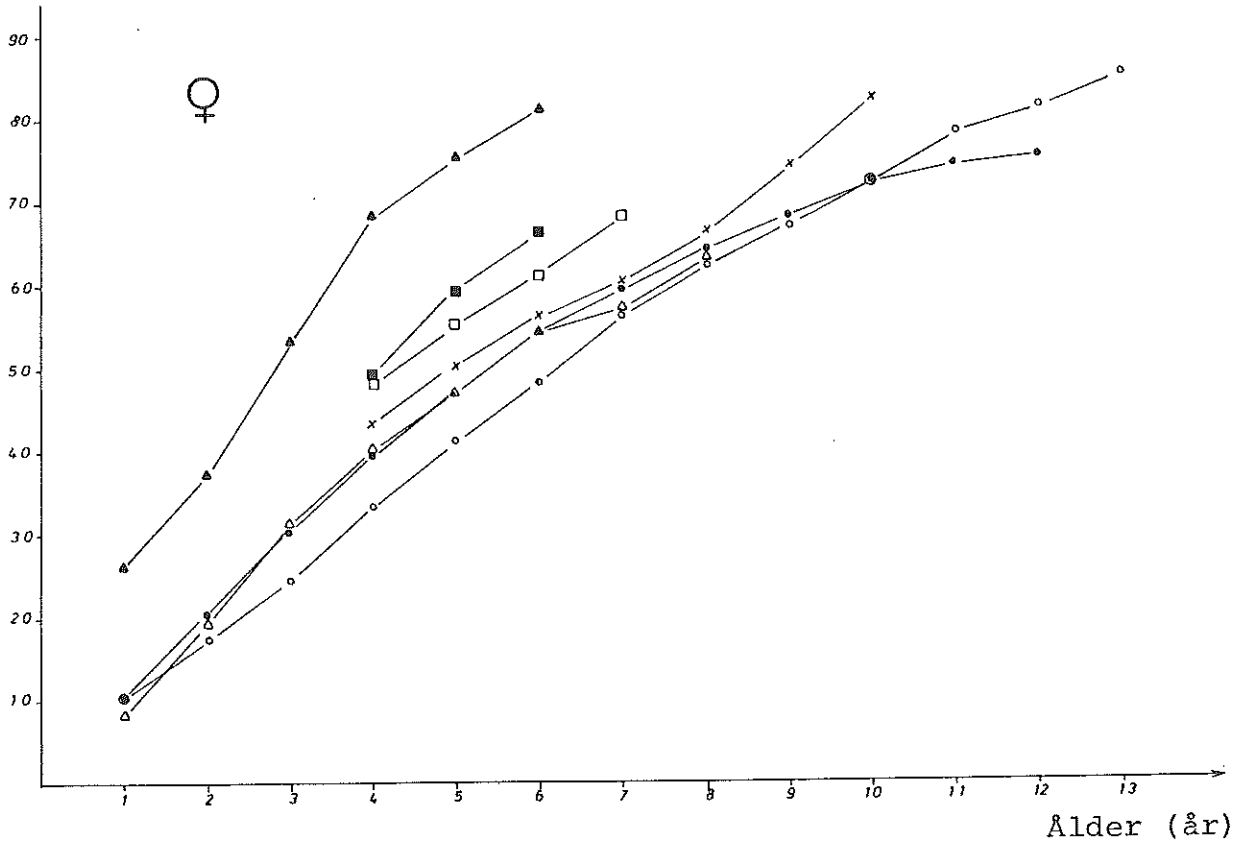
Figur 9. Schema över olika faktorer som påverkar gäddans tillväxt.

Bland populationer som ligger i något kyligare klimat i mellersta Sverige (Svärdson 1964, 1976), i södra Norge (Borgstrøm 1981), norra England (Frost och Kipling 1967), Skottland (Munro 1957) och södra Kanada (Casselman 1974 b) finns ett brett spektrum av tillväxtkurvor (Figur 10).

Nordliga populationer av gädda uppvisar i regel långsam tillväxt. Detta förefaller gälla t ex norra Kanada (Miller och Kennedy 1948) och Archangelsk-området i Sovjetunionen (Kozmin 1980). Dessa områden ligger i boreala barrskogsområden och är de som ligger närmast till hands att jämföra med Gammelänge. Tillväxten i Gammelänge visar också mycket riktigt ganska god överensstämmelse med den i dessa områden. De två nämnda undersökningarna är dock ej helt invändningsfria vad gäller insamlingsmetoder och tillväxtberäkning varför en viss försiktighet bör iakttas vad gäller slutsatserna.

Högt fisketryck har visat sig öka längdtillväxten hos gädda (Frost och Kipling 1967). Ett exempel där en liknande mekanism inverkat är den sjö i Angermanland som rotenonbehandlades med resultatet att gäddan blev ensam fiskart. Denna uppvisade där en mycket hög tillväxt (Svärdson 1964). Där förelåg sannolikt en instabil situation med hög täthet av bottenfauna, glest gäddbe-

Total längd (cm)



Figur 10. Medelvärden för total längd vid olika åldrar. Varje punkt baseras på minst 5 individer.

stånd och liten konkurrens. Sjöar med gädda som enda fiskart uppvisar annars snarare sämre tillväxt än andra vatten (Bergman et al. 1979, Munro 1957).

Där reglering av vattenföring och vattenstånd förekommer kan denna ha såväl negativ som positiv inverkan på gäddans tillväxt beroende på regleringens art och omfattning. I Gammelängemagasinet har det stabila vattenstånd, som uppkommit genom regleringen, möjliggjort omfattande bälten av vattenvegetation och därigenom goda gäddbiotoper. Dämningseffekten i unga magasin med stora överdämda områden har allmänt visat sig vara gynnsam för gäddbestånden (Grimås och Nilsson 1965). Den goda tillgången på mört i många kraftverksmagasin (Gönczi 1985b) kan förväntas ge förutsättningar för god tillväxt hos gädda. Effekten av de temperaturförskjutningar, med kallare vattentemperaturer under våren och varmare under hösten, jämfört med före regleringen, som förekommer i reglerade älvar är osäker.

Gammelänge kraftverksmagasin kan karaktäriseras som ett vatten i ett nordligt barrskogsområde, med låga vattentemperaturer, måttligt fisketryck och tätt gäddbestånd. Dessa förhållanden har i samverkan lett till en långsam längdtillväxt hos gäddorna trots en relativt god allmän näringsstatus, stabilt vattenstånd och en tappningsregim med utjämnad årsvattenföring. Den inbördes styrkan hos de olika inblandade faktorerna, såväl naturliga som regleringstekniska, är dock svår att uttala sig om då gäddans längdtillväxt beror på ett mycket komplicerat nät av inbördes samspelande faktorer. För att kunna utreda detta bör gäddans tillväxt studeras på flera reglerade och oreglerade lokaler med olika naturliga förutsättningar och fisketryck.

## SAMMANFATTNING

Gäddans längdtillväxt har undersökts i ett mindre kraftverksmagasin med stabilt vattenstånd och stor genomströmning i Indalsälven. Flera metoder har därvid använts: 1) faktiskt mätt tillväxt mellan år hos 60 märkta gäddor fångade i ryssjor, 2) längdfrekvens hos 103 elfiskade gäddor under 30 cm, 3) ålders-

uppskattning genom fjälläsning av 188 gäddor fångade i ryssjor och med elfiske samt 4) tillbakaräkning av längd vid olika åldrar utifrån läsning av cleithrumben från 155 gäddor fångade med nät, ryssjor, elfiske m fl metoder. Metoderna 1 och 2 har varit ett stöd vid tolkningen av resultaten från metod 3 och 4.

Vid jämförelse mellan ålderuppskattning utifrån läsning av fjäll och cleithra gavs 26 av 58 individer skilda åldrar med de två metoderna. När tillväxten hos alla gäddor vars ålder bestämts med fjälläsning jämfördes med dem vars ålder bestämts med tillbakaräkning utifrån cleithrumläsning överensstämde däremot resultaten i huvudsak. För ettåriga fiskar samt honor vid 11 års ålder gav dock resultatet av fjälläsningen en större totallängd. Skillnaden för ettåringar kan bero på storleksselektivitet vid elfisket, svårigheter att lokalisera den första årsringen på cleithra eller en kombination av dessa faktorer.

Gäddornas längdtillväxt i Gammelänge är långsam i jämförelse med den hos de flesta andra undersökta bestånd. Orsakerna till detta är troligen såväl det kyliga klimatet som det måttliga fiskestrycket och den höga beståndstätheten. Regleringen av vattenföring och vattenstånd har i detta magasin troligen ej någon negativ inverkan på gäddans tillväxt.

## ERKÄNNANDEN

Bo Frölander, Miklos Fözö, Rolf Pettersson och Mats Sjölund gjorde det mesta av arbetet vid fiske och provtagning. Gösta Molin åldersbestämde vingbenen. Arne Fjälling kontrolläste cleithra och Rolf Pettersson fjällen. Jan Henricson gav råd i statistiska frågor och värdefulla synpunkter på manuskriptet. Catherine Hill har granskat engelskan. Ingrid Sundqvist-Kalleberg renritade diagrammen. Försöksgruppen FÅK finansieras via VASO, Vattenkraftintressenternas samorganisation.

## LITTERATUR

- Bengtsson, T. & A. Hargeby. 1978. Fiskundersökningar i Tåkern 1977-1978. Avd.Biol., Univ. Linköping. 62 p. (Stencil.)
- & A. Hargeby. 1979. Fiskundersökningen i Tåkern 1979. Avd. Biol., Univ. Linköping. 34 p. (Stencil.)
- Bergman, W., M. Grönlund & J.-E. Nathanson. 1979. Maganalysundersökning i sjöarna Ransarn, Kultsjön och Gäddsjön. Projektarbete på fiskevårdslinjen, Göteborgs Univ. 39 p. (Stencil.)
- Borgstrøm, R. 1981. Bestanden av gjedde, Esox lucius L., i Arungen. NLVF - Arungenprosjektet (8). 18 p.
- Bregazzi, P.R. & C.R. Kennedy. 1980. The biology of pike, Esox lucius L., in a southern eutrophic lake. J.Fish.Biol. 17:91-112.
- Carlander, K.D. 1981. Caution on the use of the regression method of backcalculating lengths from scale measurements. Fisheries 6:2-4.
- Casselmann, J.M. 1974a. External sex determination of northern pike Esox lucius Linnaeus. Trans.Am.Fish.Soc 103:343-347.
- 1974b. Analysis of hard tissue of pike Esox lucius L. with special reference to age and growth. p. 13-27. In Ageing of fish - proceedings of an international symposium. Ed.: T.B. Bagenal. Unwin Brothers Ltd., England.
- 1978. Effects of environmental factors on growth, survival, activity, and exploitation of northern pike. Spec.Publ.Am. Fish.Soc. 11:114-128.
- 1979. The esocid cleithrum as an indicator calcified structure. p. 249-272. In Proc. 10th Warmwater Workshop. Eds.: J. Dube & Y. Gravel. Spec.Publ.NE Div.Am. Fish.Soc. Que. Min.Loisir, de la Chasse et de la Peche, Dir. de la Recherche Faunique, Que.
- Diana, J.S. 1983. Growth, maturation, and production of northern pike in three Michigan lakes. Trans.Am.Fish. Soc. 112:38-46.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske och provtagningmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 24 p.
- Frost, W.E. & C. Kipling. 1959. The determination of the age and growth of pike (Esox lucius L.) from scales and opercular bones. J.Cons.Perm.Int.Explor.Mer 24:314-341.
- & C. Kipling. 1967. A study of reproduction, early life, weight-length relationship and growth of pike, Esox lucius L., in Windermere. J.Anim.Ecol. 36:651-693.



- Gottberg, G. 1917. Om gäddans tillväxt i Alands skärgård. Finlands Fiskerier. 4:1-21.
- Grimås, U. & N.-A. Nilsson. 1965. On the food chain in some north Swedish river reservoirs. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 46:31-48.
- Gönczi, A.P. 1985a. Försök att med telemetri belysa gäddans predation på nyutsatt öring i kraftverksmagasin. FAK informerar 21:23-49. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand.
- 1985b. Nätfiskefångstens sammansättning i kraftverksmagasin. FAK informerar 20:33-43. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand.
- G. Sjöberg & M. Sjölund. 1985. Telemetristudier av gäddans (Esox lucius L.) förflyttningar i kraftverksmagasin. (English summary: Movement of northern pike (Esox lucius L.) in Swedish river reservoirs as determined by radiotelemetry.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 56 p.
- Hederström, H. 1759. Rön om fiskars ålder. Kungl.Vetensk.Akad. Handl. 20:222-299.
- Henricson, J. 1978. FAK - basundersökning 1977. Bottenfaunainventering, planktonundersökning och maganalys. FAK informerar 6. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 40 p.
- Kipling, C. 1983. Changes in the growth of pike (Esox lucius) in Windermere. J.Anim.Ecol. 52:647-657.
- Kozmin, A.K. 1980. The biology of the pike, Esox lucius, from Lake Lacha. J.Ichthyol. 20:44-48.
- Mann, R.H.K. 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the pike Esox lucius (L.) in two rivers in southern England. J.Fish.Biol. 8:179-197.
- Miller, R.B. & W.A. Kennedy. 1948. Pike (Esox lucius) from four northern Canadian lakes. J.Fish.Res.Board Can. 7:190-199.
- Munro, W.R. 1957. The pike of Loch Choin. Freshwat.Salm. Fish. Res. (16). 16 p.
- Ricker, W.E. 1973. Linear regressions in fishery research. J.Fish.Res.Board Can. 30:409-434.
- 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull.Fish.Res.Board Can. 191. 382 p.
- Sjöberg, G. 1983. Gäddan i ett kraftverksmagasin - beståndsstorlek och födoval. FAK informerar 16. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 28 p.

Sjölander, E. & B. Öhman 1981. Gäddlek i kraftverksmagasin. Projektarbete på fiskevårdslinjen, Göteborgs Univ. 11 p. (Stencil.)

Svårdson, G. 1964. Gäddan. Fiske 1964:8-38.

- 1976. Översikt av laboratoriets verksamhet med plan för år 1976. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 38 p.

Vostradovsky, J. 1969. Znackovani, migrace a rust znackovanych stik v udolni nadrzi Lipno. (English summary: Tagging, migration and growth of tagged pikes in the Lipno Dam lake.) Buletin VUR Vodnany 5:9-18.

- 1977. The age and growth of pike (Esox lucius L.) in the artificial reservoir Lipno. Prace VURH Vodnany 10:21-46.

- 1981. The biology (size, growth, food) of pike (Esox lucius L.) in three Czech reservoirs. Verh. Internat. Verein. Limnol. 21:1264-1269.

#### ENGLISH SUMMARY: LINEAR GROWTH OF PIKE IN A REGULATED SWEDISH RIVER

The linear growth of pike (Esox lucius L.) was investigated in a 94 ha impoundment in the R. Indalsälven which has a stable water level and a high water exchange rate. This fairly large central Swedish river is regulated for hydroelectric purposes. Various methods were used for the estimation of growth: 1/ actual measurement of growth between years in 60 tagged pike caught in fyke nets, 2/ length frequencies of 103 pike less than 30 cm caught by electrofishing, 3/ age estimation by scale readings of 188 pike caught with fyke nets or by electrofishing and 4/ back-calculation of growth at various ages from cleithrum readings for 155 pike caught with gill nets, fyke nets, by electrofishing or with other gear. Methods 1 and 2 were used to interpret the results from methods 3 and 4.

In a comparison of readings using scales and cleithra, 26 out of 58 individuals were given differing ages with the two methods. When the growth of all pike whose ages had been estimated by scale readings was compared to that of all pike whose ages had been estimated by cleithrum readings, however, the results for

length at different ages were fairly consistent. For 1 year olds and for 11 year old females the result of scale readings gave a higher estimate of total length than cleithrum readings. For the yearlings this difference may have depended on the size selectivity of electrofishing and/or difficulties in locating the first annulus on the cleithra.

The growth of pike in the investigated impoundment was slow compared with that of the majority of other investigated populations. The reasons for this are probably the cool climate, the relatively low fishing pressure and the high density of the pike population. The regulation of discharge and water level in this case probably did not have any negative effect on the growth of pike.

#### LEGENDS TO FIGURES AND TABLES

Figure 1. Electrofishing small pike in the Gammelänge river impoundment in May 1983.

Figure 2. Pike of age 1 - 3 years caught in the Gammelänge river impoundment in May 1983.

Figure 3. Cleithrum from left side with measurements on anterior radius. Annulus 8 in this bone coincides with the total anterior radius. The translucent zones of winter growth have been drawn dark.

Mittribba = medial costa

Figure 4. The relation between total anterior cleithral radius and total body length for 240 pike from the Gammelänge river impoundment. The equation for the graph has been calculated by functional regression (Ricker 1973). Numbers in the figure give the number of pike in each mm-class for cleithra related to 20 mm-classes of body length.

Kroppslängd = total body length

Figure 5. Walfordplots for female and male pike from the Gammelänge river impoundment. The intercept of the regression line with the vertical axis gives an approximation of the total length at 1 and 2 years of age respectively.

Figure 6. The frequency of various cm-classes of pike from the Gammelänge river impoundment. Age estimations were based on cleithra in 1982 and on scales in 1983.

Arsklass = year class

Figure 7. The relation between length and age for female and male pike caught by electrofishing (empty circles) and with fyke nets (filled circles) in the Gammelänge river impoundment, May 1983. Age estimation was based on scale readings.

Totallängd = total length Alder = age

Figure 8. Mean and 95 % confidence interval for total length at various ages for male and female pike from the Gammelänge river impoundment. The values are based on back-calculated cleithrum readings for individuals caught during 1981 and 1982 (see also Table 2).

Figure 9. Schematic presentation of various factors that influence the growth of pike.

Näringsstatus = nutrient status

Klimat = climate

Fisketryck = fishing pressure

Regleringspåverkan = effects of river regulation Pri-

Primärproduktion = primary production

Vattentemperatur = water temperature

Gäddans ämnesomsättning = pike metabolism

Bytestillgång = prey availability

Gäddans tillväxthastighet = growth rate of pike

Produktion av bytesdjur = production of prey species

Fiskfaunans sammansättning = composition of fish fauna

Figure 10. Mean values for total length of pike at various ages in a number of populations. Each value is based on at least 5 individuals.

Table 1. Age according to scale (horizontal axis) and cleithrum readings (vertical axis) for pike caught in May 1983 in the Gammelänge impoundment. 33 pike were caught by electrofishing and 25 with fyke nets.

Table 2. Total length of pike (mm) at different ages in the Gammelänge impoundment, for a/ material for which age was estimated by scale readings and b/ material for which backcalculation was done on cleithrum readings. The number of fish as well as the 95 % confidence interval are shown in parentheses. Values from a/ have been pooled for females and males at ages 1 and 2 years. \* indicates that method a/ gave significantly greater length estimates.

Alder (år) = Age (years)

Honor = females

Hanar = males

Fjäll = scales