



# Påverkas fiskars kondition av att leva i en uppvärmd miljö?

---

Ida Hopia Ivarsson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för akvatiska resurser, NJ-fakulteten  
Kandidatprogram i biologi och miljövetenskap  
Uppsala 2024



# Påverkas fiskars kondition av att leva i en uppvärmd miljö?

*Does living in a heated environment affect the condition of fish?*

Ida Hopia Ivarsson

**Handledare:** Anna Gårdmark, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

**Bitr. handledare:** Magnus Huss, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

**Examinator:** Kerstin Holmgren, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i Biologi, G2E

**Kurs kod:** EX0894

**Program/utbildning:** Kandidatprogram i biologi och miljövetenskap

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för akvatiska resurser

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2024

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** Abborre, *Perca fluviatilis*, Uppvärmning, Konditionsmått, Fulton's K, Gonadsomatiskt index, Leversomatiskt index

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

Institutionen för akvatiska resurser

## Sammanfattning

Klimatförändringar bidrar till stigande temperaturer i Östersjön. Denna temperaturförhöjning kan påverka fiskarnas fysiologiska respons och fördelning av energi i kroppen. Energiresursernas allokering kan mätas med hjälp av olika konditionsmått. I den här studien har jag analyserat tre olika konditionsmått (Fulton's K, gonadsomatiskt index och leversomatiskt index) och undersökt om uppvärmning påverkar konditionen hos fisken abborre (*Perca fluviatilis*) och ifall denna effekt skiljer sig mellan olika kön. Data som användes till studien är hämtat från databasen KUL och är insamlad genom nätprovfiske mellan åren 2006–2023 från två kustområden, ett uppvärmt (Biotestsjön) och ett referensområde (Forsmark). Konditionsmått för sammanlagt 2782 individer beräknades och jämfördes. Den statistiska analysen påvisade att område (temperatur) har en signifikant effekt för alla tre konditionsmått. Fulton's K hade ett högre medianvärde i det uppvärmda området jämfört med det normalt tempererade området, medan gonadsomatiskt index och leversomatiskt index hade högre medianvärden i området med normal temperatur. Honorna, men inte hanarna, hade lägre gonadsomatiskt index i det uppvärmda området. Mina analyser av olika konditionsmått indikerade att en uppvärmd miljö påverkar energifördelningen inom fiskens kropp. Detta är viktigt då informationen kan bidra till ökad förståelse hur kustfiskens hälsotillstånd kan påverkas av en uppvärmd miljö.

*Nyckelord: Abborre, Perca fluviatilis, Uppvärmning, Konditionsmått, Fulton's K, Gonadsomatiskt index, Leversomatiskt index*

## Abstract

Climate change is contributing to rising temperatures in the Baltic Sea. This increase in temperature can affect the physiological response of fish and the allocation of energy in the body. The resource allocation can be measured using different condition factors. In this study, I analysed three different condition factors (Fulton's K, gonadosomatic index and hepatosomatic index) and investigated whether warming affects the condition of perch (*Perca fluviatilis*) and whether this effect differs between sexes. The data used for the study was obtained from the KUL database and was collected by net sampling between the years 2006-2023 from two coastal areas, one heated (Biotest lake) and the reference area (Forsmark). The condition factors for a total of 2782 individuals were calculated and compared. The statistical analysis showed that area (temperature) has a significant effect on all three condition factors. Fulton's K had a higher median value in the heated area compared to the area with a normal temperature, while gonadosomatic index and hepatosomatic index had higher median values in the area with a normal temperature. Females had lower gonadosomatic index in the heated area. My analyses of different condition factors indicated that a heated environment

affects energy distribution within the fish's body. This is important as the information can contribute to a better understanding of how the health of coastal fish can be affected by a heated environment.

*Keywords: European perch, Perca fluviatilis, Heating, Condition factor, Fulton's K, Gonadosomatic index, Hepatosomatic index*

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>7</b>
<b>Figurförteckning.....</b>	<b>8</b>
<b>Förkortningar.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Introduktion .....</b>	<b>10</b>
1.1 Uppvärmning av hav .....	10
1.2 Uppvärmningens påverkan på fisk.....	10
1.3 Konditionsmått för fisk.....	11
1.3.1 Fulton's K.....	11
1.3.2 Gonadsomatiskt index och leversomatiskt index.....	12
1.3.3 Hur påverkas fiskars kondition av uppvärmning?.....	12
1.3.4 Hur påverkar uppvärmningen fiskar beroende av kön? .....	13
1.3.5 Syfte.....	13
<b>2. Material och metod .....</b>	<b>14</b>
2.1 Arten.....	14
2.2 Området .....	14
2.2.1 Biotestsjön .....	14
2.2.2 Referensområdet .....	15
2.3 Data.....	15
2.3.1 Insamling.....	16
2.3.2 Provtagning.....	16
2.3.3 Beräkning av konditionsmått.....	16
2.3.4 Statistisk analys .....	17
<b>3. Resultat .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>23</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>25</b>
<b>Tack 28</b>	
<b>Bilaga A: Åren där det saknas data.....</b>	<b>29</b>
<b>Bilaga B: Spridningsdiagram för Fulton's K somatisk vikt .....</b>	<b>30</b>
<b>Bilaga C: Spridningsdiagram för Gonadsomatiskt index, alla individer .....</b>	<b>31</b>

<b>Bilaga D: Residualer från modell Fulton's K .....</b>	<b>32</b>
<b>Bilaga E: Residualer från modell av GSi t.v. GSi med juveniler, t.h. avgränsat GSi&gt;1.5 .....</b>	<b>33</b>
<b>Bilaga F: Residualer från modell av GSi t.v GSi med juveniler, t.h. avgränsat GSi&gt;1.5 .....</b>	<b>34</b>
<b>Bilaga G: Residualer från modell av leversomatiskt index, utan extremvärden .....</b>	<b>35</b>

# Tabellförteckning

- Tabell 1. Översikt av antal individer, per område, kön och år som analyserats för varje konditionsmått, där  $n_{\text{tot}}$  = totala antal beräknade individer per område,  $n$  = antal individer och år = åren där det finns data för det specifika könet. .... 18
- Tabell 2. Statistisk analys av signifikanta effekter för område, kön och interaktionen område x kön. Där värde för F, frihetsgrader (nedsänkt) och symboler för p-värde (upphöjt; \*\*\* motsvarar  $p < 0,001$ , och n.s.  $p > 0,05$ ) ses i tabellen. .... 19

# Figurförteckning

- Figur 1. Karta över studerat område. Läget (vänster) och kartan (höger) av Biotestsjön och referensområdet. De ifyllda pilarna indikerar intag och utsläpp av kallt/varmt vatten, de streckade visar transporttunnel. (från Huss et al. 2019) 15
- Figur 2. Låddiagram över Fulton's K för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila ..... 20
- Figur 3. Samband mellan konditionsmättet Fulton's K och abborrens längd (n=2782 individer), där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane. ... 20
- Figur 4. Låddiagram över gonadsomatiskt index för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila ..... 21
- Figur 5. Samband mellan gonadsomatiskt index och abborrens längd. Filtrerat för värde > 1.5. Där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane. 21
- Figur 6. Låddiagram över leversomatiskt index för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila ..... 22
- Figur 7. Samband mellan leversomatiskt index och abborrens längd., där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane..... 22



## Förkortningar

FK	Fulton's K, konditionsindex
GSi	Gonadsomatiskt index
LSi	Liversomatiskt index
BT	Biotestsjön (uppvärmt område)
FM	Forsmark (referensområde)

# 1. Introduktion

## 1.1 Uppvärmning av hav

Klimatförändringar påverkar hela ekosystem och alla organismer på jorden. Haven, som täcker ca 70 % av jordens totala yta och lagrar över 90 % av den globala uppvärmningen som skapats av människan (IPCC 2019), påverkas av förändringarna med bland annat stigande havstemperatur, stigande havsnivå, försurning samt förändrade havsströmmar och vindmönster (Europeiska kommissionen u.å.). Ett av världens största innanhav med bräckt vatten, Östersjön, är speciellt känsligt eftersom det är ett väldigt artfattigt hav, där artrikedomen minskar i samband med att salthalten minskar (Bonsdorff 2006). Enligt den senaste rapporten av Helsingforskonventionen (HELCOM 2021) har vattentemperaturen i Östersjön ökat under de senaste 40 åren. Mellan åren 1990 och 2008 uppmättes att medelvärdet på ytvattnet ökat 1° C/årtionde, där den största temperaturhöjningen var i de norra delarna av Bottniska viken samt i norra delarna av Egentliga Östersjön (HELCOM 2013). Vattentemperaturen förväntas att fortsätta öka i samband med att lufttemperaturen ökar och förväntas börja i ytvattnet och sprida sig ner mot bottenvattnet (HELCOM 2021). När de abiotiska förhållandena i fiskarnas habitat förändras, kommer det troligtvis att påverka dess invånare över flera trofiska nivåer (ACIA 2005).

## 1.2 Uppvärmningens påverkan på fisk

Beroende på art, levnadssätt, ålder och tillgång till mat, kan uppvärmning påverka fiskar på olika sätt. I en studie av Huss et al. (2019) framkommer det att en högre vattentemperatur har en positiv effekt för små och unga individer av arten abborre (*honor*), vilka växer sig större snabbare. Detsamma gäller dock inte för större individer, där de enligt samma studie inte växer i samma takt som de små. Ämnesomsättningen hos abborrar ökar exponentiellt mot temperaturen, men i en snabbare takt för större individer (Gårdmark & Huss 2020), vilket leder till ett negativt samband mellan energieffektiviteten och kroppsstorleken (Lindmark et al. 2017). För akvatiska ektoterma (växelvarma) arter kommer den snabbare

ämnesomsättningen att innebära en ökad energiförbrukning och att behovet av föda ökar (Gårdmark & Huss 2020). Temperaturökning har även påvisats påverka unga honor av arten abborre där de blivit könsmogna snabbare vid en mindre kroppsstorlek (Niu et al. 2023).

Fiskpopulationer kan påverkas av en uppvärmd miljö samtidigt som det finns flera olika förändringar i miljön som spelar roll. Om små individer växer snabbare och blir könsmogna snabbare kan detta leda till en förändring i storleksfördelningen i populationen (Van Dorst et al. 2024). I samband med att de större individerna dör ut kan populationer skifta till en ökad andel små individer och att den totala biomassan av fisk minskar (Gårdmark & Huss 2020). Artgruppen benfiskar har oftast en hög fekunditet, (förmågan till fortplantning) något som leder till att en stor andel av deras överskottsenergi går åt för att reproducera sig (Wuenschel et al. 2018). Under perioden 'fram till lek' kan äggstockarna hos fiskar (honor) överstiga 40 procent av deras totala kropps massa (ibid.). Denna uppbyggnad av könsceller är mycket energikrävande och behovet att använda lagrad energi från andra delar av kroppen ökar (ibid.). Ett sätt att analysera energifördelningen i kroppen hos fisk är att studera deras konditionsmått.

### 1.3 Konditionsmått för fisk

I studier avseende fiskars evolution och diversitet, deras form, funktion och populationsdynamik används olika konditionsmått. Måtten representerar bland annat individers hälsa och vilka organ de lägger sina resurser på under vilken tid av året. De mått som används i denna studie är Fulton's K, gonadsomatiskt index samt leversomatiskt index.

#### 1.3.1 Fulton's K

Fulton's K är ett mått på fiskens kondition som relaterar individens vikt mot dess längd. Konditionsfaktorn fokuserar främst på att jämföra fiskens "välmående" där tyngre fiskar i förhållande till sin längd har en bättre kondition (Ragheb 2023). Hos de flesta arter brukar  $K > 1.0$  vara det värdet som indikerar ifall individen har god kondition, men detta värde bör också relateras mot fisken fysiska form (Ragheb 2023). K-värdet brukar dessutom variera med storlek inom art. Abborren och mört är två av de arter där  $K > 1.0$  motsvarar god kondition (Adill & Åkerlund 2020). I denna studie beräknas Fulton's K på både den totala vikten och den somatiska vikten (totala kroppsvikten exklusive mage, tarmar och gonader).

### 1.3.2 Gonadsomatiskt index och leversomatiskt index

Gonadsomatiskt index (GSI) är ett mått som representerar hur mycket energi individen lagt ner på sina reproduktiva organ relaterat mot övrig kroppsbyggnad. Värdet fluktuerar över året och följer könsorganens mognadsstadie med högre värde innan lek och ett minskande värde när leken är klar (Rizzo & Bazzoli 2020). Om värdet ligger nära 0, kan det indikera att individen är juvenil eller att den hoppat över att reproducera sig året den provtagits.

Leversomatiskt index (LSi) är ett mått på hur stor levern är i förhållande till individens vikt. Både upplagring av näringsämnen (kolhydrater och fetter) i levern och påverkan av miljöfarliga ämnen kan bidra till en förändring i leverns storlek (Svahn et al. 2023). Levern fungerar som en energireserv och reningsverk. Värdet kan även reflektera leverns halter av vitellogenin i blodet (eng: *vitellogenesis*), en process för proteinbildning av äggulan i honornas könsceller under dess sexuella mognad (Rizzo & Bazzoli 2020).

Konditionsmått relaterar till varandra då de kan ge oss en insikt om artens fysiska kondition baserat på dess ansamling av fettvävnad, utveckling av gonader samt deras anpassning till miljön (Rizzo & Bazzoli 2020). Leversomatiskt index är bland annat korrelerat till gonadsomatiskt index då levern spelar en stor roll i utvecklingen av gonaderna (Prakash 2022).

### 1.3.3 Hur påverkas fiskars kondition av uppvärmning?

Idag känner vi till att tillväxten påverkas av uppvärmningseffekten, då tillväxten ofta ökar drastiskt för mindre individer i en uppvärmd miljö (Huss et al. 2019). Vi känner även till att det finns en uppvärmningseffekt på gonader via tidigare studier, där honor i en uppvärmd miljö investerat mer i sin gonadmognad jämfört med honor i en icke-uppvärmd miljö (Niu et al. 2023). Leversomatiskt index är det mått som är minst studerat inom vetenskapen och de studier som finns på fisk handlar främst om miljögifternas effekter på måttet. I en studie gjord av Penman et al. (2023) studerades uppvärmningens påverkan på sötvattensfisker vit stör (*Acipenser transmontanus*). De kom fram till att värdet för leversomatiskt index minskade för de individer som utsattes för uppvärmning jämfört med referensfiskarna, vilket kunde indikera en metabolisk förlust när de utsattes för en termisk stress. Då levern är ett viktigt organ som kan berätta mycket om hälsan på fisken är det viktigt att studera om och hur uppvärmning kan påverka levern.

### 1.3.4 Hur påverkar uppvärmningen fiskar beroende av kön?

Värmeförändringar kan påverka honor och hanar på olika sätt. En studie av Van Dorst et al. (2024), visar att den uppvärmda miljön hade en positiv effekt för tillväxten på honor men en negativ effekt för tillväxten på stora hanar (storlek >10 cm och ålder >2 år). Hos fiskar gynnas oftast större honor, då antal ägg de lägger ökar med deras kroppsstorlek (Treasure 1981). Hanar kan gynnas av att bli sexuellt aktiva när de är mindre, då kan övrig energi allokeras till reproduktion, öka överlevnad vid mindre mattillgång eller för att undvika predation (Henderson et al. 2003; Rennie et al. 2008). Könsskillnader i samband med uppvärmningens effekter har inte studerats för konditionen tidigare, varken för Fulton's K, gonadsomatiskt index eller leversomatiskt index.

### 1.3.5 Syfte

Syftet med den här studien är att undersöka om uppvärmning påverkar kondition hos fiskar (abborre) och ifall denna effekt skiljer sig mellan olika kön. Detta studeras genom att jämföra konditionen baserat på data mellan åren 2006–2023 från två områden, Biotestsjön (ett uppvärmt kustområde) och ett referensområde (Forsmark) där temperaturen är normal, strax utanför Biotestsjön. Datat som studeras har variabler (total längd och vikt, gonadvikt samt levervikt) för att beräkna tre olika konditionsmått (Fulton's K, gonadsomatiskt index och leversomatiskt index) som används för att studera hälsan för varje enskild individ. Den uppvärmda miljön förväntas ha högre värden på Fulton's K samt högre GSi-värden till följd av en högre investering i gonaderna, än i referensområdet. Om levern följer ett liknande mönster som för sötvattensfisken stör, kan organet vara mindre hos individerna i den uppvärmda miljön.

## 2. Material och metod

### 2.1 Arten

Arten i fokus i denna studie är den ektoterma benfisken abborre (*Perca fluviatilis*). Abborren förekommer längst kusten i hela Östersjön, samt i sjöar och vattendrag över hela Sverige (Artdatabanken u.å.). Arten har ett levnadssätt som omnivor, där fisken som liten främst äter djurplankton, men när de växer sig större ändras födan till insektslarver, kräftdjur samt fisk (exempelvis storspigg) beroende på dess storlek (Jacobson et al. 2019). Abborren är en nyckelart i Östersjöns kustområde och har en stor betydelse för andra arters överlevnad och har en viktig roll i födoväven som rovfisk (Svahn et al. 2023). Abborren är en art där honorna blir större än hanarna. Detta till följd av att honorna selekteras att ha en större kropp, då antalet ägg de kan lägga ökar ju större de är, vilket relaterar till högre fitness och fler avkommor (Barneche et al. 2018). Honorna kan bli uppemot 50 cm långa och väga runt 3 kg, medan hanarna sällan väger mer än 1,5 kg (HaV 2020). Maxlängden i denna studie för honor är 45 cm och maxvikten på 1,46 kg, för hanar 38 cm och 0,75 kg. Deras lek sker under månaderna april till juni, där en hona kan producera mellan 6700 ~ 78 000 ägg, beroende på honans storlek (Treasure 1981). Honorna blir könsmogna vid 3–7 års ålder, och hanar blir det vid 2–6 år (Artdatabanken u.å.). I Biotestsjön har honor i 2 års ålder högre sannolikhet att bli könsmogna än i Forsmark, och de blir också könsmogna vid en kortare längd (Niu et al. 2023). Bland äldre fiskar, däremot, så är det stor variation i deras sannolikhet att bli könsmogna, och storleken vid könsmognad för 5-åringar är större i det uppvärmda området än i referensområdet, enligt samma studie.

### 2.2 Området

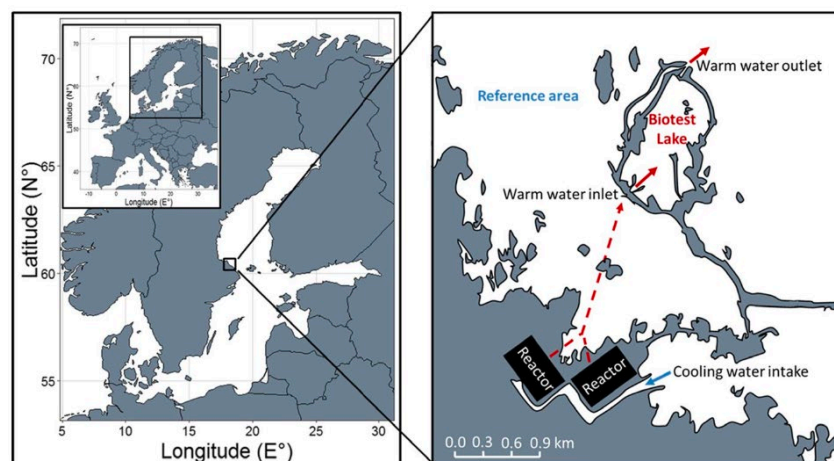
#### 2.2.1 Biotestsjön

Biotestsjön (BT) är ett artificiellt uppvärmt invallat havsområde på cirka 1 km<sup>2</sup> och ett medeldjup på 2,5 meter (Van Dorst et al. 2024). Detta kustområde är lokaliserad i Östersjön, intill kusten i norra Upplands län (60,4278°N, 18,1898°E) (figur 1).

Denna inkapslade havsvik färdigställdes år 1977 och har sedan år 1980 fått ett flöde av uppvärmt vatten då det fungerar som mottagare av kylvatten från Forsmarks kärnkraftverk (Huss et al. 2019). Idag är vattnet i Biotestsjön ca 4° C till 10° C varmare än det omgivande kustområdet (Huss et al. 2019). Området är oexploaterat, då det är förbjudet att fiska i det invallade området. Enbart provtagning och fiske för miljöövervakning har gjorts. I det uppvärmda området fångas främst populationer av varmvattenarterna abborre, mört (*Rutilus rutilus*) och björkna (*Blicca bjoerkna*) (Adill & Åkerlund 2020). Storleken i förhållande till ålder är högre här än i referensområdet (Huss et al. 2019). Tätheten av bottenlevande fauna är högre och mer artrik än i referensområdet (Adill & Åkerlund 2020). En ökning av sten-levande alger har skett till följd av det varma klimatet, något som kan ha förändrat dieten hos fiskarna (Snoeijs & Prentice 1989 se Van Dorst et al. 2024).

## 2.2.2 Referensområdet

Referensområdet (FM) är det omgivande kustområdet vid Forsmarks skärgård, väst om Biotestsjön (figur 1).



Figur 1. Karta över studerat område. Läget (vänster) och kartan (höger) av Biotestsjön och referensområdet. De ifyllda pilarna indikerar intag och utsläpp av kallt/varmt vatten, de streckade visar transporttunnel. (från Huss et al. 2019)

## 2.3 Data

Materialet till denna studie kommer från pågående forskning och undersökningar i området. Datat är insamlat under oktober månad mellan åren 2006–2023 som en del av recipientkontrollprogrammet för Forsmarks Kraft AB och kommer från databasen KUL som drivs av Institutionen för akvatiska resurser på Sveriges Lantbruksuniversitet (Databasen för kustprovfiske – KUL 2024).

### 2.3.1 Insamling

Insamlingen av abborre sker genom fiske under flera tillfällen av året (april-maj, augusti och oktober-december). Sedan starten av provtagning 1971, har flertal fiskemetoder och redskap använts (Thoresson 1992). I den här studien analyseras enbart data från oktober månad, insamlat med kustöversiktsnät (djupnät - redskapskod K009). Kustöversiktsnäten är 3 meter djupa och 35 meter långa bottennät. De har fem sektioner nät på 7 meter vardera, näten har en maskstorlek på 17 mm, 22 mm, 25 mm, 33 mm och 50 mm, satta i nämnda ordning (Fiskeriverket 1996). Under eftermiddagen läggs två kustöversiktsnät ner i varje lokal som ska provfiskas. Dagen efter tas näten upp och fiskarna plockas ur nätet i omgångar per maskstorlek. De kategoriseras per art och värdena för längd i centimeter per individ samt vikt i gram för totala mängden fångst i nätet med den givna maskstorleken datoriseras. Om individantalet överstiger 100 individer per art, maskstorlek och lokal, kategoriseras de som stickprov från det totala individantalet, och resterande individer provtas inte. Detta upprepas för alla provtagna lokaler och alla maskstorlekar på kustöversiktsnätet.

### 2.3.2 Provtagning

Vid provtagning av abborre mäts fiskens total längd (millimeter), total vikt (närmsta 1 gram), oftast vikt av olika organ (mage, gonader och lever till närmaste 0,1 gram), somatisk vikt (totala vikten exklusive mage, tarmar och gonader i gram), samt kön och könsmodighetsstadium (1–4, där 1 är juveniler och 2–4 gonader i olika grad av utveckling) bestäms. Dessutom sparas otoliter (hörselstenar) och operculum (gällock), samt i vissa fall även mage och prover av ryggmuskelvävnad (för bland annat genetisk analys och analys av stabila isotoper) till andra pågående studier. Alla tidigare nämnda variabler har inte provtagits varje år (Bilaga A). Observera att de flesta år har enbart honor provtagits och ett stickprov baserat på ett urval av individer (ofta längdstratifierat).

### 2.3.3 Beräkning av konditionsmått

För att få ut värden som kan representera olika aspekter av individernas hälsa använde jag tre typer av konditionsmått. Dessa valdes för att de representerar viktiga fysiologiska och biologiska funktioner hos fisken. Mätvärden baseras på årliga kontroller av hälsotillståndet hos kustfiske vid miljöövervakning (Svahn et al. 2023). Uträkningsmetoderna som används i denna studie är beskrivna i en artikel av Wuenschel et al. (2018).



$$[\text{Fulton's } K \text{ eller Somatisk } K] = 100 \times \frac{w}{L^3}$$

Där  $w$  = *totala vikten* eller *somatiska vikten* i gram och  $L$  = *totala längden* i cm.

$$[\text{GSi eller LSi}] = 100 \times \frac{([\text{gonad eller lever}])\text{vikt}}{(\text{totala vikten} - [\text{gonad eller lever}]\text{vikt})}$$

Där *gonadvikten*, *levervikten* och *totala vikten* beräknas med samma enhet (gram).

### 2.3.4 Statistisk analys

Programmet Excel har använts för att gå igenom och sammanställa relevant data. Relevant data för detta projekt är de variabler som går att använda för att jämföra de två områdena Biotestsjön och Forsmark. Variablerna i fokus är individ, kön, fiskeåret samt de variablerna som beskrivits under ”Beräkning av konditionsmått” för att beräkna de tre konditionsmåten (tabell 1). Två individers värde för leversomatiskt index (-213,879 respektive 17,825, troligen till följd av fel vid inrapporteringen av levervikt) valdes bort då värdena avvek från normen (värden mellan 0–4). Datat för gonadsomatiskt index fick justeras till följd av en ojämn fördelning av reproducerande och icke-reproducerande individer. Juvenila och icke-reproducerande individer är inte relevanta i denna studie då de inte påbörjat en investering av sina gonader, antingen för denna säsong eller på grund av att de inte hunnit bli köns mogna ännu. Ett gränsvärde sattes för  $\text{GSi} > 1,5$ , där värden under 1,5 exkluderades (Bilaga C). Dataprogrammering och statistiska analyser har gjorts med programmet R version 4.3.3 (R Core Team 2024). Variansanalys (ANOVA) genomfördes för de tre konditionsmåttet separat mot de förklarade variablerna område, kön och området  $\times$  kön (dvs. interaktion). Residualerna från variansanalysen studerades för att se att antagandena som den statistiska metoden bygger på (normalfördelning och inga strukturella skillnader i varians) uppfylldes (Bilaga D-G).

Tabell 1. Översikt av antal individer, per område, kön och år som analyserats för varje konditionsmått, där  $n_{tot}$  = totala antal beräknade individer per område,  $n$  = antal individer och år = åren där det finns data för det specifika könet.

Område: Forsmark (FM), $n_{tot} = 1292$					Biotestsjön (BT), $n_{tot} = 1698$			
Kön	♀♀		♂♂		♀♀		♂♂	
Variabel	År	$n$	År	$n$	År	$n$	År	$n$
Fulton's <i>K total.v</i>	2009–2013, 2015–2020, 2022–2023	1123	2009–2010, 2023	70	2009–2013, 2015–2020, 2022–2023	1432	2009– 2010, 2023	157
Fulton's <i>K soma.v</i>	2009–2020, 2022–2023	1222	2009–2010, 2023	70	2009–2020, 2022–2023	1532	2009– 2010, 2023	157
<i>GSi</i>	2009–2013, 2015–2020, 2022–2023	1123	2009–2010, 2023	70	2009–2013, 2015–2020, 2022–2023	1432	2009– 2010, 2023	157
<i>LSi</i>	2009, 2011–2013, 2015–2020, 2022–2023	1090	2009, 2023	39	2009, 2011–2013, 2015–2020, 2022–2023	1373	2009, 2023	82

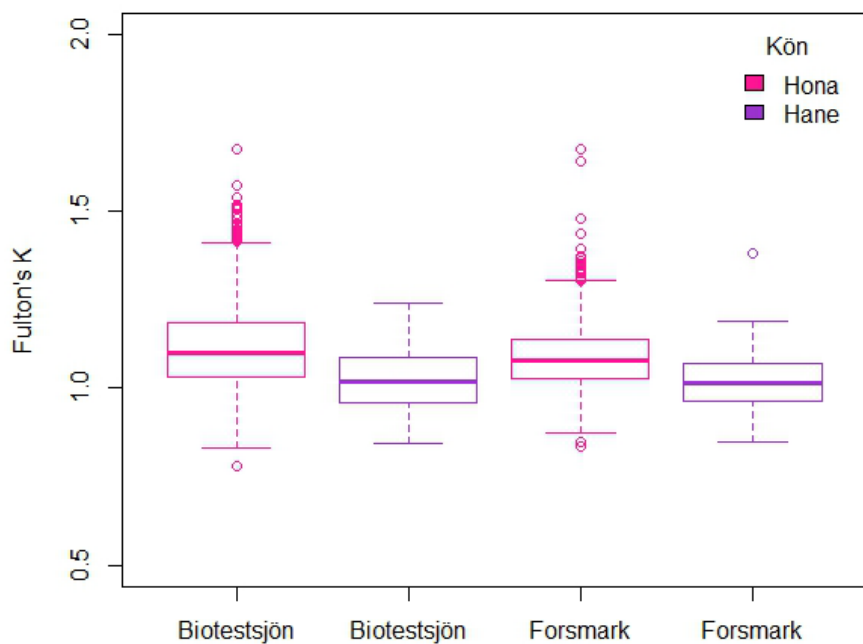
### 3. Resultat

Område, dvs om det är uppvärmt eller inte, har en signifikant effekt på alla tre konditionsmått (tabell 2). Effekterna skiljer sig åt mellan konditionsmåten, där Fulton's K är högre i det uppvärmda området (figur 2–3) medan både GSi och LSi i stället är lägre (figur 4–7). Effekten av område (temperatur) på GSi skiljer sig dessutom åt på grund av kön, medan interaktionen område x kön inte är signifikant för Fulton's K och LSi (tabell 2), vilka uppvisar en temperatur oberoende skillnad mellan honor och hanar (tabell 2).

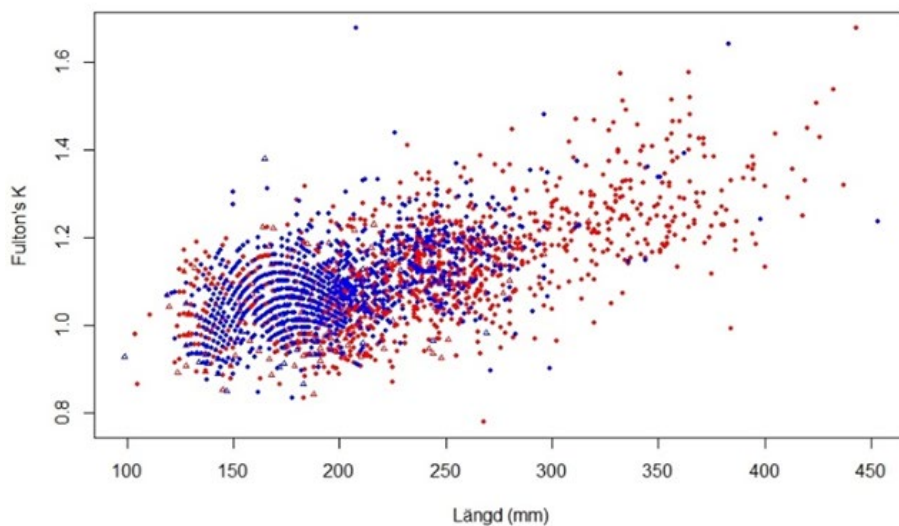
Tabell 2. Statistisk analys av signifikanta effekter för område, kön och interaktionen område x kön. Där värde för F, frihetsgrader (nedsänkt) och symboler för p-värde (upphöjt; \*\*\* motsvarar  $p < 0,001$ , och n.s.  $p > 0,05$ ) ses i tabellen.

	<i>Fulton's K</i>	<i>GSi</i>	<i>LSi</i>
<b>Område</b>	40.990 <sub>1,2778</sub> ***	74.684 <sub>1,1413</sub> ***	1080.458 <sub>1,2578</sub> ***
<b>Kön</b>	118.132 <sub>1,2778</sub> ***	0.927 <sub>1,1413</sub> <sup>n.s.</sup>	34.513 <sub>1,2578</sub> ***
<b>Område x kön</b>	1.197 <sub>1,2778</sub> <sup>n.s.</sup>	22.583 <sub>1,1413</sub> ***	3.844 <sub>1,2578</sub> <sup>n.s.</sup>

Konditionsmättet Fulton's K för honor är högre (högre median) i det varma området BT än i området med naturliga temperaturer FM (figur 2). Hanarna för båda områdena har lägre värde på medianen än honorna (figur 2). Ingen signifikant interaktion mellan område och kön syntes (tabell 2). Fulton's K ökar med individernas kroppslängd (figur 3; notera att det finns fler individer i BT jämfört med FM som är längre än 300 mm) (Resultat för Fulton's K på somatisk vikt finns i Bilaga B).

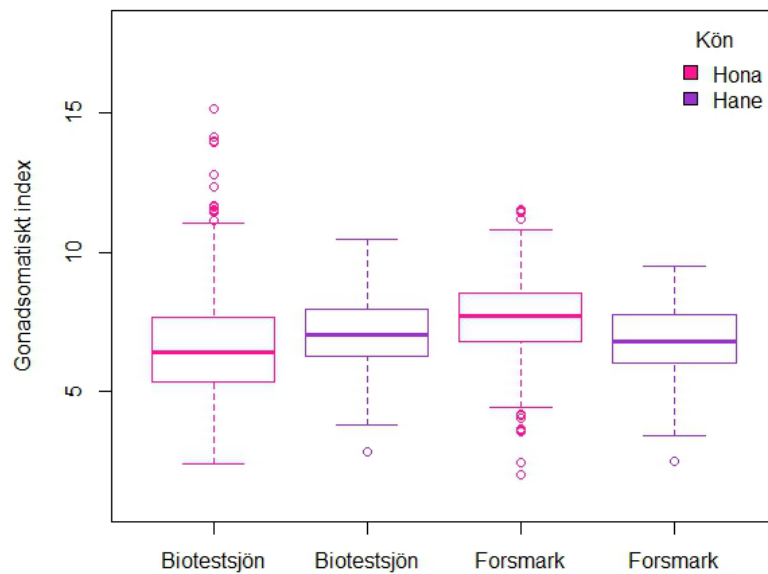


Figur 2. Låddiagram över Fulton's K för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila

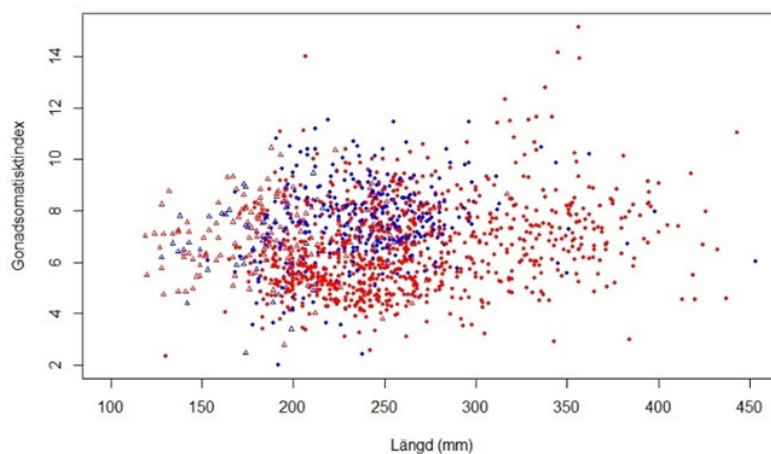


Figur 3. Samband mellan konditionsmättet Fulton's K och abborrens längd ( $n=2782$  individer), där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane.

För Gonadsomatiskt index har både variablerna område och område givet kön en effekt på GSi (tabell 2) för individer med  $GSi > 1.5$  (se Bilaga C för alla individers GSi), där effekten av uppvärmningen på relativ gonadstorlek skiljer sig åt mellan könen. För honor är GSi lägre i det uppvärmda området (figur 4). För hanarna är skillnaden i GSi mycket mindre mellan områdena, då de har lägre GSi än honorna i FM, men ett högre värde än honorna i BT (figur 4). Spridningen av honor för GSi i BT är stor (figur 5).

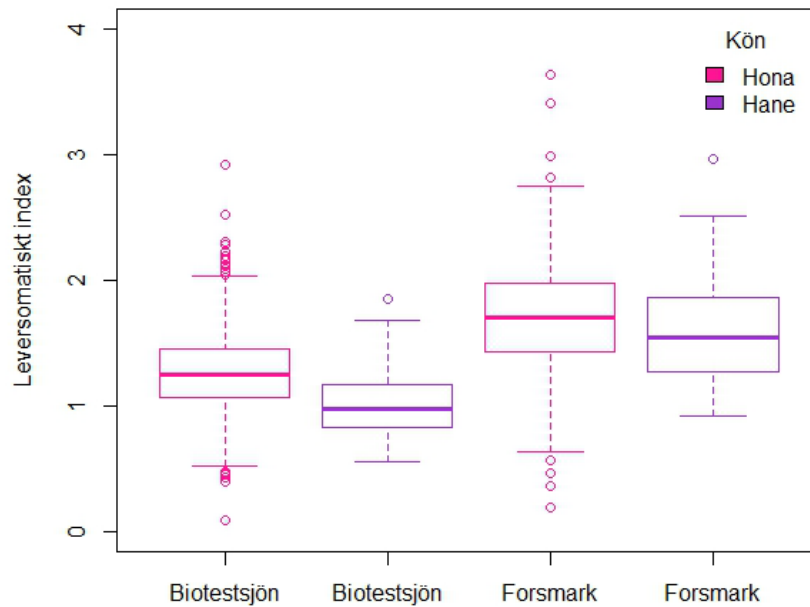


Figur 4. Låddiagram över gonadsomatiskt index för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila

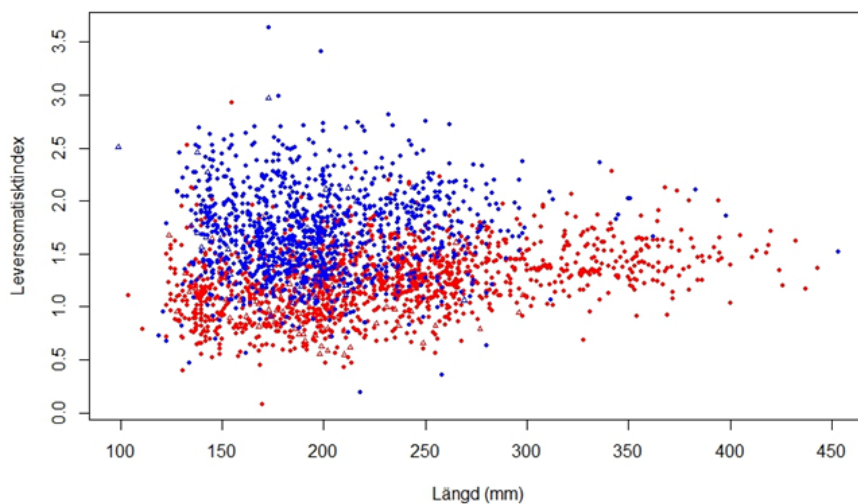


Figur 5. Samband mellan gonadsomatiskt index och abborrens längd. Filtreat för värde  $> 1.5$ . Där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane.

För Leversomatiskt index har både variablerna område och kön en effekt (tabell 2). Både honor och hanar från FM har såväl ett högre medianvärde (figur 6) som en större spridning på LSi än individer från BT (figur 6–7).



Figur 6. Låddiagram över leversomatiskt index för Biotestsjön (vänster) och Forsmark (höger), honor = rosa och hanar = lila



Figur 7. Samband mellan leversomatiskt index och abborrens längd., där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane.

## 4. Diskussion

Område (temperatur) har en signifikant effekt på alla tre konditionsmått. Beroende på ifall abborren lever i en normalt tempererad miljö eller i ett uppvärmt område, kommer de att ha olika kondition. Effekten av område (temperatur) skiljer sig åt mellan de olika typerna av kondition, där Fulton's K var högre medan GSi och LSi var lägre i det uppvärmda området. Jag fann även en skillnad för kondition mellan könen, där honor och hanar påverkas olika beroende på deras kön. För GSi fanns även en skillnad i effekten av uppvärmning mellan könen, där effekten var större hos honor än hos hanar.

Tidigare studier avseende tillväxten hos abborre har påvisat att den ökar drastiskt för mindre individer i en uppvärmd miljö, men i mindre utsträckning för större individer (Huss et al. 2019) och för stora hanar till och med hämmar tillväxten (Van Dorst et al. 2024). Generellt finns det flertal större fiskar i Biotestsjön jämfört med i Forsmark, vilket kan ge ett högre medelvärde för Fulton's K eftersom måttet ökar med längd. Det finns också en möjlighet att individer i Biotestsjön har ett högre värde för Fulton's K till följd av vilka mat-förhållanden som finns genom hela året. Biotestsjöns uppvärmda vattentemperatur och konstanta flöde av kylvatten gör att området under vintern förblir isfritt (Adill & Åkerlund 2020), något som skulle underlätta för födosök. I ett kallare vatten där temperaturen närmar sig 0° C, blir födotillgången mer begränsad till följd av en lägre produktion av bottenlevande ryggradslösa djur samt en lägre densitet av fri-flytande föda (Brown et al. 2011). Avseende kön, fanns sedan studiestart ett stor antagande om att variabeln skulle ge en signifikant effekt, då honorna brukar växa och få en större, tyngre och längre kropp än hanarna.

Det har tidigare visats att honor i ett uppvärmt ekosystem investerar mer i gonadupbyggnaden än honor i ett icke uppvärmt ekosystem (Niu et al. 2023). Min studie gav ett resultat som tyder på en motsatt effekt, att honor från referensområdet har ett högre medianvärde på GSi än de från det uppvärmda Biotestområdet. En faktor som kan ha påverkat resultatet är hur nära lekperioden individerna provtagits, då gonadens storlek varierar över året. I denna studie använde jag mig enbart av individer insamlade i oktober, medan Niu et al. (2023) använde individer insamlade mellan mars-juli (vecka 10–30), när abborrar har sin leksäsong. Resultaten för GSi har också påverkats till följd av den gjorda filtreringen av värden, drygt 60 procent

av honorna filtrerades bort vilket ledde till att den statistiska effekten förändrades för kön. Dock tycker jag att det var bra att filtrera bort icke-köns mogna individer för att ge en rättvis bild för de faktiskt köns mogna individerna. Åldern på fiskarna eller antalet köns mogna individer i de två områdena har jag inte tagit hänsyn till, vilket båda är parametrar som kan ge andra resultat.

Det finns inga studier jag funnit som fokuserar på temperaturens effekt på konditionsmättet leversomatiskt index mellan kön för arten abborre. Dock ger min studie ett resultat som påminner om studien på sötvattensarten vit stör och hur uppvärmning påverkade den (Penman et al. 2023) där individerna som utsattes för en uppvärmd temperatur hade ett lägre LSi värde än kontrollindividerna. Abborrarna i Biotestsjön hade för båda könen ett lägre värde på LSi än individerna i Forsmark, något som kan vara till följd av att de är utsatta för termisk stress och ökad ämnesomsättning. Då jag inte tog hänsyn till åldern på individerna, kan jag inte jämföra åldern i relation till leverns storlek och dess ansamling av slaggprodukter som kan vara till följd av ålder.

Felkällor att ha i åtanke till denna studie är bland annat att det finns mer data från Biotestsjön än från referensområdet, både när det kommer till antal provtagna individer och provtagna år. Individerna är slumpvist utvalda genom ett stickprov ur totalen, vilket försöker ge en rättvis bild över populationen. Stickprovsmetoden gör också att längdfördelningen av individerna skiljer sig åt mellan områdena, med fler stora individer från Biotestsjön. Generellt är det även en bråkdel provtagna hanar i förhållande till provtagna honor, vilket inte ger en jämn fördelning när könen ska mätas mot varandra.

Ytterligare en felkälla kan vara metoden och valet av ekvationer. Ifall jag skulle följt en annan form av ekvation, där uträkningarna för GSi och LSi delades på somatisk vikt ( $[\text{gonad eller lever}] \text{ vikt} / \text{somatisk vikt}$ ), i stället för summan av den totala vikten minus gonad- eller levervikten, skulle det kunna ge mer specifika resultat på allokeringen av resurser. När den totala vikten användes (minus gonad/levervikt) innehåller den en extra vikt av mage, tarmar och dess innehåll. Allokeringen hade blivit tydligare om alla ekvationer baserats på den somatiska vikten.

Östersjön förutspås bli varmare. Det är essentiellt att förstå hur dessa framtida temperaturförändringar kan påverka fiskar, deras födovävar och ekosystemen de lever i. Denna studie kan bidra till en ökad förståelse över hur kustfiskens (abborre) hälsotillstånd kan påverkas av en uppvärmd miljö och samtidigt bidra med kunskap för framtida miljöövervakning. Ytterligare studier på leversomatiskt index och gonadsomatiskt index relaterat till kön skulle behövas för att få en djupare insyn till hur abborrens resursallokering påverkas av ett varmare klimat.



## Referenser

- ACIA. (2005). *Artic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report, chapter 8 – Freshwater Ecosystems and Fisheries*. Cambridge University Press. 353-452. <https://www.amap.no/documents/download/1089/inline>
- Adill. A. & Åkerlund. C. (2020). *Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk - Årsrapport för 2019*. (Aqua reports 2020:7). Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet. [https://pub.epsilon.slu.se/16972/1/adill\\_a\\_et\\_al\\_200511.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/16972/1/adill_a_et_al_200511.pdf) [2024-04-15]
- Artdatabanken. (u.å.). *Abborre - Perca fluviatilis*. <https://artfakta.se/artinformation/taxa/206198/detaljer> [2024-04-05]
- Barneche. D.R., Robertson. D.R., White. C.R., Marshall. D.J. (2018). Fish reproductive-energy output increases disproportionately with body size. *Science*. 360. 642-645. <https://doi.org/10.1126/science.aao6868>
- Bonsdorff. E. (2006). Zoobenthic diversity-gradients in the Baltic Sea: Continuous post-glacial succession in a stressed ecosystem. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 330(1). 383-391. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.041>
- Brown. R.S., Hubert. W.A., Daly. S.F. (2011). A Primer on Winter, Ice, and Fish: What Fisheries Biologists Should Know about Winter Ice Processes and Stream-Dwelling Fish. *Fisheries*. 36(1). 8-26. <https://doi.org/10.1577/03632415.2011.10389052>
- Databasen för kustprovfisken – KUL (2024). Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser. <http://www.slu.se/kul> [2024-03-24]
- Europeiska kommissionen (u.å.). *Klimatförändringarnas konsekvenser*. [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_sv](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sv) [2024-04-19]
- Fiskeriverket. (1996). *Metoder för övervakning av kustfiskbestånd*. Fiskeriverket. [2024-04-29]
- Gårdmark. A. & Huss. M. (2020). Individual variation and interactions explain food web responses to global warming. *Philosophical Transactions of the Royal society B: Biological Sciences*. 375. 1814. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0449>

- Havs- och vattenmyndigheten. (2020). *Abborre*.  
<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/abborre.html> [2024-04-05]
- HELCOM. (2013). *Climate Change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013*. Balt. Sea Environ. Proc. No. 137.  
<https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/10/BSEP137.pdf>
- HELCOM. (2021). *Climate Change in the Baltic Sea 2021 Fact Sheet*. Baltic Sea Environment Proceedings n°180. HELCOM/Baltic Earth 2021.  
<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/09/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet-2021.pdf>
- Henderson. B.A., Collins. N., Morgan. G.E., Vaillancourt. A. (2003). Sexual size dimorphism of walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60. 1345–1352.  
<https://doi.org/10.1139/f03-115>
- Huss. M., Lindmark. M., Jacobson. P., van Dorst. R.M., Gårdmark. A. (2019). Experimental evidence of gradual size-dependent shifts in body size and growth of fish response in warming. *Global Change Biology*. 25. 2285-2295. <https://doi.org/10.1111/gcb.14637>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, Bindoff. N.L., Cheung. W.W.L., Kairo. J.G. (2019). *Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 447-587. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.007>
- Jacobson. P., Bergström. U., Eklöf. J.S. (2019). Size-dependent diet composition and feeding of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and northern pike (*Esox Lucius*) in the Baltic Sea. *Boreal Environment Research*. 24. 137-153
- Lindmark. M., Huss. M., Ohlberger. J., Gårdmark. A. (2017). Temperature-dependent body size effects determine population responses to climate warming. *Ecology Letters*. 21(2). 181-189.  
<https://doi.org/10.1111/ele.12880>
- Niu. J., Huss. M., Vasemägi. A., Gårdmark. A. (2023). Decades of warming alters maturation and reproductive investment in fish. *Ecosphere*. 14. E438.  
<https://doi.org/10.1002/ecs2.4381>
- Penman. R.J., Bugg. W., Rost-Komiya. B., Earhart. M.L., Brauner. C.J. (2023). Slow heating rates increase thermal tolerance and alter mRNA HSP expression in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Journal of Thermal Biology*. 115. 103599. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103599>
- Prakash. S. (2022). Condition Factor, Hepato-somatic Index and Gonado-somatic Index of Fish *Channa punctatus* Collected from Sawan Nallaha, Balrampur, U.P. *The Scientific Temper*. 13(01). 46-50.  
<https://doi.org/10.58414/SCIENTIFICTEMPER.2022.13.1.06>

- R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ragheb. E. (2023). Length-weight relationship and well-being factors of 33 fish species caught by gillnets from the Egyptian Mediterranean water of Alexandria. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 49(3). 361-367. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.01.001>
- Rennie. M.D., Purchase. C.F., Lester. N., Collins. N.C. Shuter. B.J., Abrams. P.A. (2008). Lazy males? Bioenergetic differences in energy acquisition and metabolism help to explain sexual size dimorphism in percids. *Journal of Animal Ecology*. 77(5). 916-926. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01412.x>
- Rizzo. E. & Bazzoli. N. (2020). Reproduction and embryogenesis. I: Baldisserotto. B., Criscuolo Urbinati. E., Cyrino. J.E.P. (red). *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Academic Press. 287-313. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03766-7>
- Snoeijs. P.J.M. & Prentice. I.C. (1989). Effects of cooling water discharge on the structure and dynamics of epilithic algal communities in the northern Baltic. *Hydrobiologia*. 184, 99-123. <https://doi.org/10.1007/BF00014306>
- Svahn. E., Frölin. L., Faxneld. S., Parkkonen. J., Blass. M., Franzén. F., Heimbrand. Y., Käll. F., Lingman. A., Åkerlund. C., Olsson. J. (2023). *Faktablad – Resultat från integrerad kustövervakning 2023*. (Aqua notes 2023:16). Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet. <https://doi.org/10.54612/a.55u5stujq0> [2024-05-02]
- Thoresson. G. (1992). *Handbok för kust-undersökningar - recipientkontroll*. (Kustrapport 1992:4). Fiskeriverket, Kustlaboratoriet.
- Treasure. J.W. (1981). Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. Fecundity, maturation and spawning behaviour. *Journal of Fish Biology*. 18(6). 729-740 <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1981.tb03814.x>
- Van Dorst. R.M., Gårdmark. A., Kahilainen. K.K., Nurminen. L., Estlander. S., Huuskonen. H., Olin. M., Rask. M., Huss. M., (2024). Ecosystem heating experiment reveals sex-specific growth responses in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 81. 90-96 (2024). <https://doi.org/10.1139/cjfas-2023-0034>
- Wuenschel. M.J., McElroy. W.D., Oliveira. K., McBride. R.S. (2018). Measuring fish condition: an evaluation of new and old metrics for three species with contrasting life histories. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 76. 886-903. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0076>

# Tack

Jag vill främst tacka min huvudhandledare Anna Gårdmark och min biträdande handledare Magnus Huss för den hjälp jag har fått till denna studie. Jag vill också tacka för den möjlighet jag fick att både delta under insamling av fisk från Biotestsjön och provtagning av abborre på labb, det var väldigt givande.

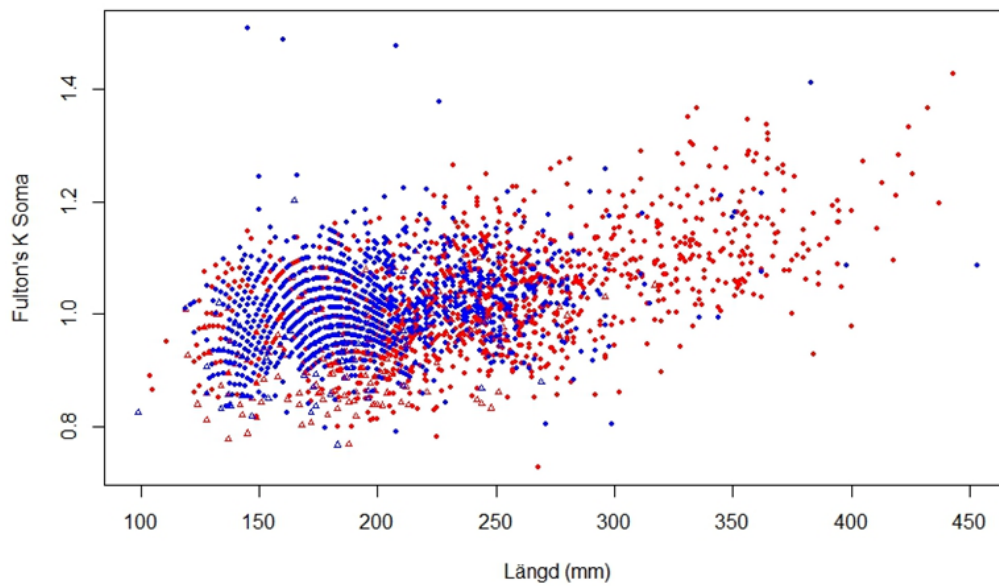
## Bilaga A: Åren där det saknas data

Åren där det saknas data från insamlingar från oktober månad för perioden 2006–2023, BT = data finns enbart från Biotestsjön, X = data från både Biotestsjön och Forsmark finns tillgängligt

<i>År</i>	<i>Längd</i>	<i>Vikt</i>	<i>Vikt mage</i>	<i>Vikt gonad</i>	<i>Vikt lever</i>	<i>Somatisk vikt</i>	<i>Kön</i>
2006	BT	BT	BT	BT		BT	BT
2007	BT	BT	BT	BT		BT	BT
2008	BT	BT	BT	BT		BT	BT
2010	X	X	X	X		X	X
2014	X		X	X	X	X	X
2021							

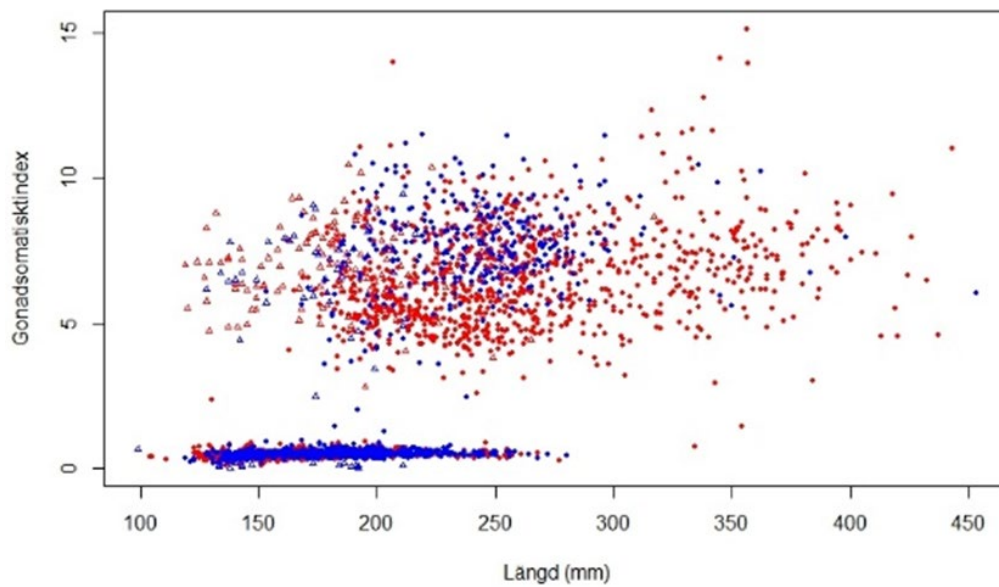
## Bilaga B: Spridningsdiagram för Fulton's K somatisk vikt

Samband mellan Fulton's K somatisk vikt och abborrens längd, där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane



## Bilaga C: Spridningsdiagram för Gonadsomatiskt index, alla individer

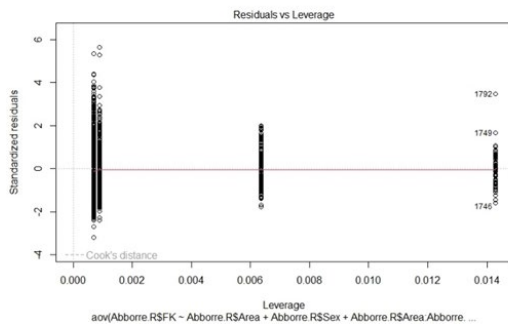
Samband mellan gonadsomatiskt index för alla individer och abborrens längd, där färgen blå = FM och röd = BT, cirkel = hona, triangel = hane



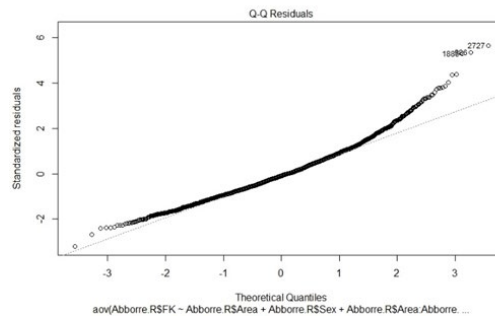
## Bilaga D: Residualer från modell Fulton's K

a-b-c) visar heteroscendastic (ifall variationen i residualer ökar på något systematiskt sätt och ifall det finns några outliers), d) visar Q-Q figuren (att residualen är normalfördelad)

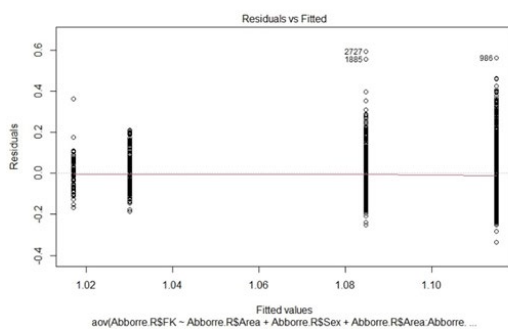
a)



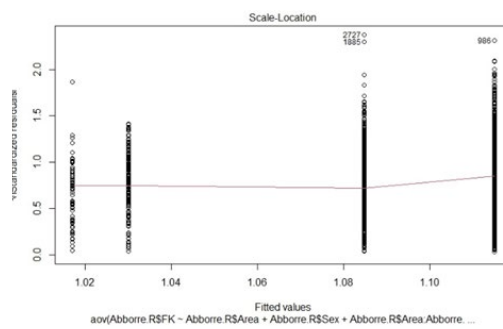
b)



c)



d)

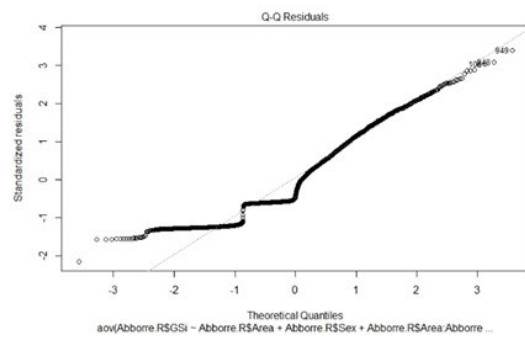




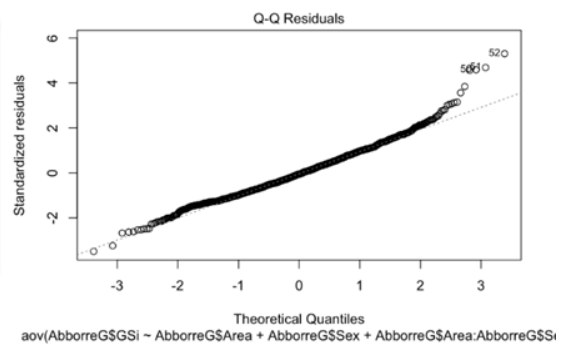
## Bilaga E: Residualer från modell av GSi t.v. GSi med juveniler, t.h. avgränsat $GSi > 1.5$

a-b) Q-Q normalfördelningar innan avgränsning (t.v.), efter avgränsning (t.h.),  
 c-d) scale-location, (ifall variationen i residualer ökar på något systematiskt sätt och ifall det finns några outliers), innan avgränsning (t.v.), efter avgränsning (t.h.)

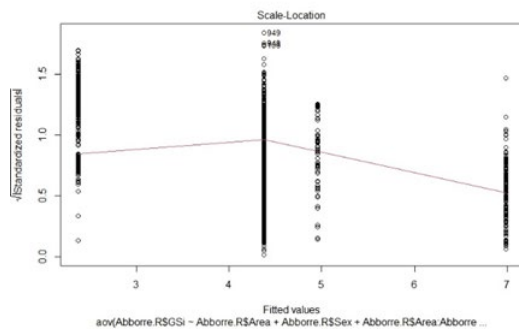
a)



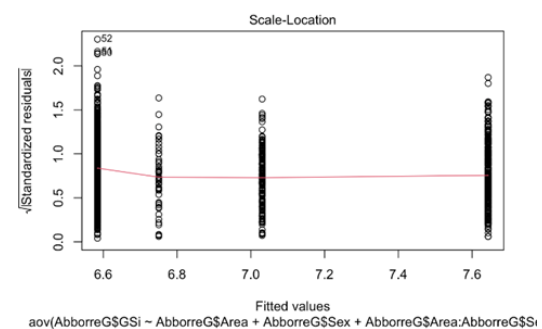
b)



c)

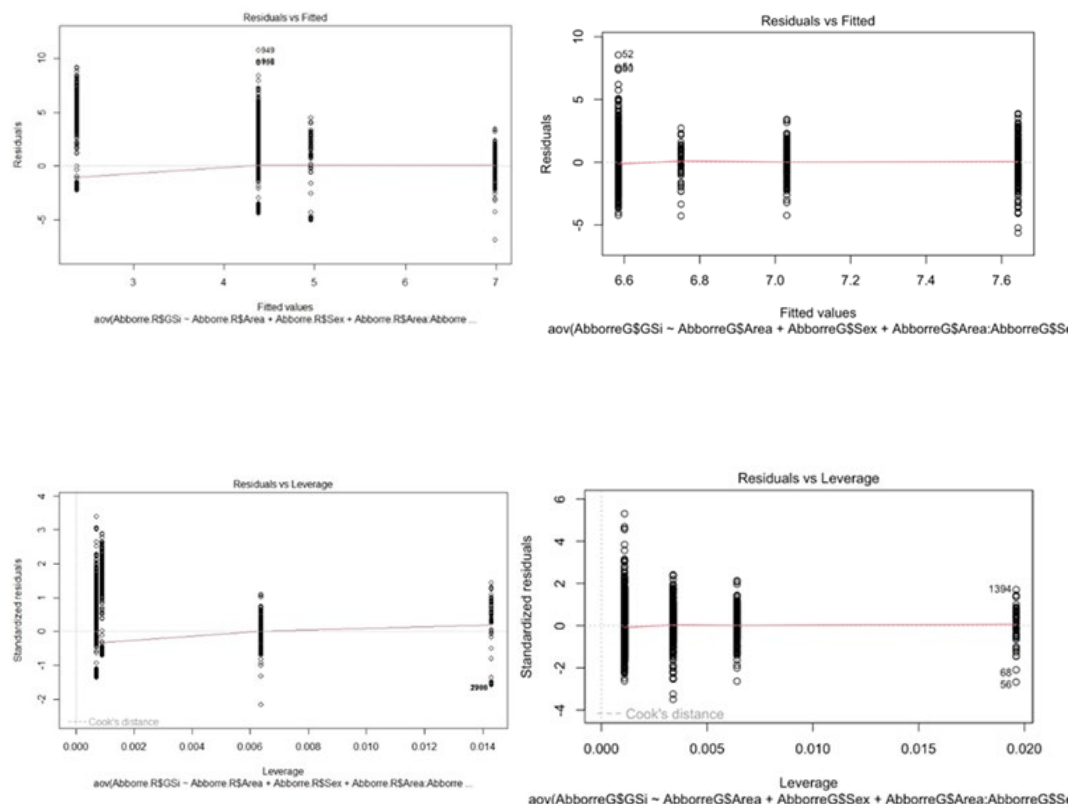


d)



## Bilaga F: Residualer från modell av GSi t.v GSi med juveniler, t.h. avgränsat $GSi > 1.5$

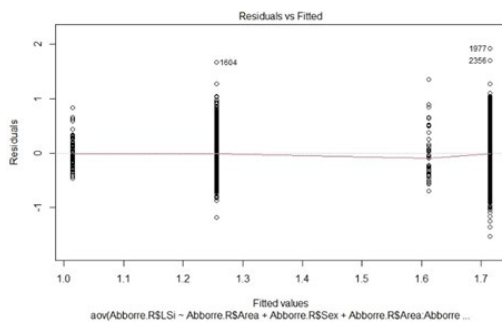
a-b) residual vs fitted, (ifall variationen i residualer ökar på något systematiskt sätt och ifall det finns några outliers), innan avgränsning (t.v.), efter avgränsning (t.h.)  
c-d) residual vs leverage, innan avgränsning (t.v.), efter avgränsning (t.h.)



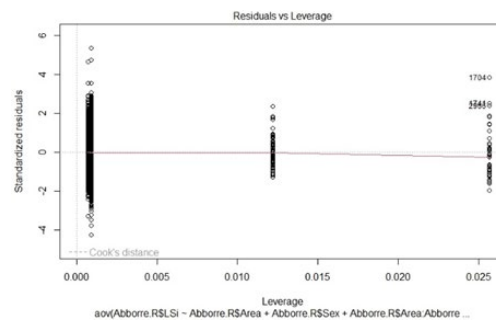
# Bilaga G: Residualer från modell av leversomatiskt index, utan extremvärden

a-b-c) visar heteroscendastic (ifall variationen i residualer ökar på något systematiskt sätt och ifall det finns några outliers), d) visar Q-Q figuren (att residualen är normalfördelad)

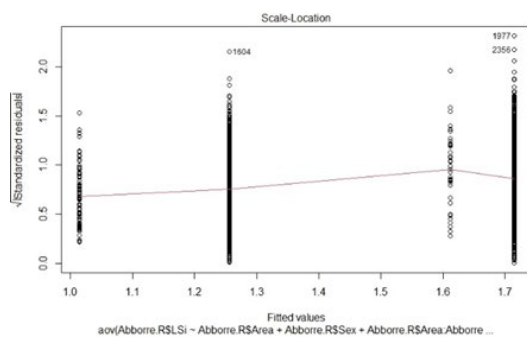
a)



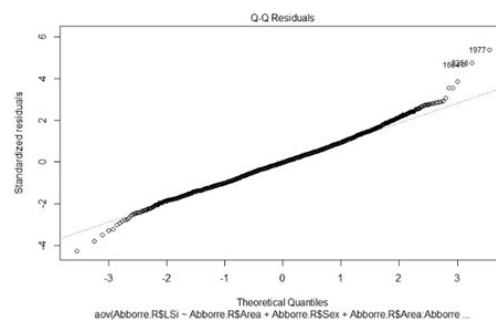
b)



c)



d)



## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.