

# NÄTPROVFISKE I INGSJÖARNA 2022

## MILJÖKONTROLLPROGRAM, SWEDAVIA



2023-03-23

wsp

# NÄTPROVFISKE I INGSJÖARNA 2022

## Miljökontrollprogram, Swedavia

Uppdragsnamn	Recipientundersökningar Landvetter U2 2022
Uppdragsnummer	10339794
Författare	Erik Dalman, Francisco Vasconcelos
Datum	2023-03-21
Ändringsdatum	2023-03-23
Granskad av	Alma Strandmark
Godkänd av	Ida Eriksson

## KUND

**Swedavia AB**

## KONSULT

### WSP

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10-722 50 00  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

### Projektledare Kund

Emil Andersson Cada  
emil.anderssoncada@swedavia.se

### Uppdragsledare WSP

Martin Lagerkvist  
martin.lagerkvist@wsp.com

### Nätprovfiske (september 2022)

Martin Lagerkvist, Tove Brolin och Erik Dalman

### Författare

Erik Dalman  
erik.dalman@wsp.com

Francisco Vasconcelos  
francisco.vasconcelos@wsp.com

## SAMMANFATTNING

I enlighet med miljökontrollprogrammet för Landvetter flygplats utförs med jämna mellanrum kontroller av Kungsbackaåns vattensystem som är recipient för dagvatten från flygplatsen. På uppdrag av Swedavia har WSP under september 2022 utfört de fiskeribiologiska undersökningar, i Västra och Östra Ingsjön, som ingår i programmet. Västra Ingsjön är recipient för Landvetters flygplats medan Östra Ingsjön är belägen uppströms fungerar som referenssjö.

Resultatet från undersökningen visar att artsammansättningen är likartad mellan sjöarna. Totalt fångades fem arter under provfisket. I Västra Ingsjön fångades abborre, mört, nors och gädda och i Östra Ingsjön fångades abborre, mört, nors och sarv. Abborre är enligt undersökningen den vanligaste fiskarten i sjöarna följt av mört och nors. Jämfört med tidigare provfisket fångades ett större antal mindre abborre och mört (<100 mm). Åldersanalysen visar på ett stort antal årsyngel och ettåringar av abborre vilket indikerar att det finns en tillfredsställande reproduktion av abborre i båda sjöarna. Detta är något som skiljer sig från tidigare års undersökningar där antalet noll och ettåringar bedömts som lågt. Skiftet när abborre i sjöarna går från planktonätande till fiskätande sker någon gång mellan två och fyra års ålder.

En skillnad jämfört med tidigare års provfisket är också att ett betydligt större antal nors fångades jämfört med tidigare år. Det är osäkert om skillnaden jämfört med tidigare år beror på vilka pelagiska nät (skötar) som användes eller om norsbeståndet sedan tidigare undersökningar tillväxt, men det kan konstateras att det idag finns livskraftiga norsbestånd i båda sjöarna.

Beräkning av ekologisk status hos fisk i sjöarna (indexet EQR8) visar att Västra Ingsjön har måttlig status medan Östra Ingsjön har dålig status. Den främsta anledningen till de låga klassningarna är det låga antal arter som påträffats i sjöarna under årets provfiske (och även tidigare års). Sammantaget har sjöarna liknande förhållanden med lågt antal arter, hög andel fiskätande abborre, samt större fångst av abborre jämfört med mört.

Jämförelsen av GSI- och LSI-värden visade ingen skillnad mellan sjöarna. Analyser av PFAS i abborre visar dock betydligt högre halter i Västra Ingsjön (som överskrider Havs- och vattenmyndighetens gränsvärden) jämfört med referenssjön. Den sammanvägda bedömningen är att det inte går att se någon påverkan på fisksamhället i recipienten Västra Ingsjön orsakad av miljöbelastande ämnen.

## ERKÄNNANDEN

Ett stort tack till Ingmar Skarin med Ingsjöarnas och Oxsjöns Fiskevårdsområde och Dan Bertilsson som hjälpte till med båt och kontakter i de två sjöarna, samt försåg oss med historik och kunskap om de båda Ingsjöarna.

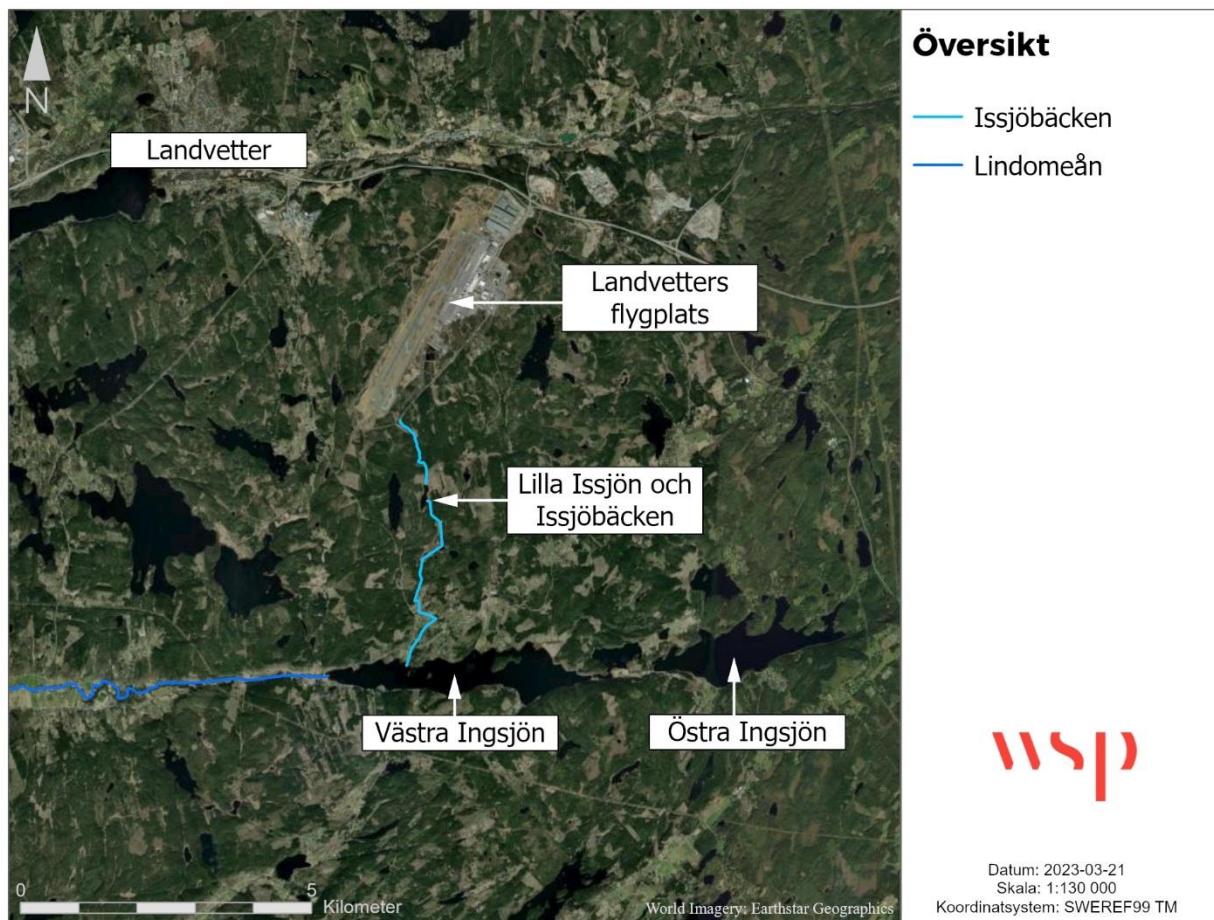
## INNEHÅLL

Sammanfattning	3
Erkännanden	4
1 Inledning	6
1.1 Västra insjön (recipient)	6
1.2 Östra Ingsjön (kontroll)	7
2 Material och metod	9
2.1 Fysiologiska parametrar	9
2.1.1 Leversomatiskt index (LSI)	9
2.1.2 Gonadsomatiskt index (GSI)	10
2.2 Ålders och könsbestämning	10
2.3 PFAS i abborre	10
3 Resultat	11
3.1 Fisksamhälle	11
3.1.1 Västra insjön (recipient)	11
3.1.2 Östra Ingsjön (kontroll)	15
3.2 Språngskikt och syrgasförhållanden	21
3.3 Fysiologiska parametrar	22
3.3.1 Leversomatiskt index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI)	22
4 Ekologisk status hos fisk (MKN)	23
5 PFAS i abborre	25
6 Slutsats	27
7 Referenser	28

# 1 INLEDNING

I enlighet med miljökontrollprogrammet för Landvetter flygplats utförs med jämna mellanrum kontroller av Kungsbackaåns vattensystem som är recipient för dagvatten från flygplatsen. På uppdrag av Swedavia har WSP, under september 2022, utfört de fiskeribiologiska undersökningar i Västra och Östra Ingsjön som ingår i programmet.

Dagvatten från Landvetters flygplats avleds via en bäck till Lilla Issjön, som sedan avrinner via Issjöbäcken ned till Västra Ingsjön och vidare till Lindomeån (Figur 1). Till Västra Ingsjön rinner även Östra Ingsjöns vatten via ett mindre vattendrag. Östra Ingsjön fungerar som referenssjö i denna undersökning eftersom den inte är recipient för dagvatten från flygplatsen. Provfisken i vattensystemet har skett med jämna intervall (ca vart femte år) sedan hösten 1977 för att kontrollera eventuell påverkan på fiskfaunan i Västra Ingsjön.



Figur 1. Visar översiktligt flygplatsen i förhållande recipienten Västra Ingsjön i förhållande till referenssjön Östra Ingsjön.

Vid starten för undersökningarna under hösten 1977 var de båda sjöarna starkt försurningspåverkade med kraftigt påverkade fiskbestånd som följd. Under 1983 inleddes kalkning av vattensystemet och numera kalkas Västra och Östra Ingsjön vartannat år. Sedan kalkningen av sjöarna påbörjades har fiskbestånden återhämtat sig och vissa arter har återintroducerats.

## 1.1 VÄSTRA INGSJÖN (RECIPIENT)

Västra Ingsjön är en del av Kungsbackaåns vattensystem och är recipient av dagvatten från Landvetter flygplats. Sjöns area är ca 209 ha och stora delar av sjön är förhållandevis djupa. Sjöns stränder består främst av grövre material som block och sten, med en del vassbälten i vindskyddade vikar (Figur 2). Sjön har tidigare provfiskats åren 1977, 1997, 2002, 2007, 2012 och 2017.



Figur 2. Foto från Västra Ingsjön taget i samband med nätprovfisket.

## 1.2 ÖSTRA INGSJÖN (KONTROLL)

Östra Ingsjön är liksom Västra Ingsjön en del av Kungsbackaåns vattensystem (Figur 3). Den östra av Ingsjöarna ligger uppströms den västra och är därmed inte en recipient av dagvatten från Landvetter flygplats. Sjöarna har liknade förhållanden vilket gör Östra Ingsjön till en lämplig referenssjö att jämföra mot Västra Ingsjön. Sjöns area är ca 180 ha och stora delar av sjön är förhållandevis djupa. Sjöns stränder består främst av grövre material som block och sten, branta hållkanter samt en del vassbälten i vindskyddade vikar. Sjön har tidigare provfiskats åren 1977, 1997, 2002, 2007, 2012 och 2017.



Figur 3. Foto från Östra Ingsjön taget i samband med nätprovfisket.

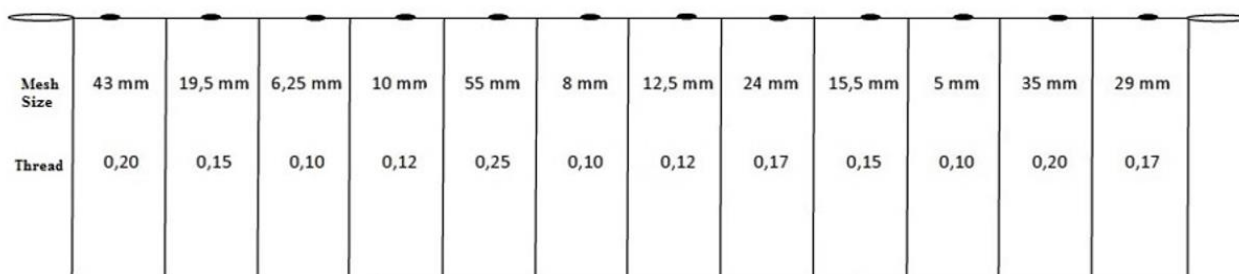


## 2 MATERIAL OCH METOD

Provfisket i Västra och Östra Ingsjön utfördes under 2022 med standardiserade nordiska översiktsnät enligt SS-EN 14757:2015. Näten består av 12 paneler som är 2,5 m långa. Maskstorleken i panelerna är i ordningsföljd: 43, 19,5, 6,25, 10, 55, 8, 12,5, 24, 15,5, 5, 35 och 29 mm (Figur 4). Total längd på näten är 30 m och djupgåendet är 1,5 m.

De bottensatta näten lades vinkelrätt mot stranden på samma stationer som tidigare år. Djup noterades för varje nät. Undersökningen utfördes den 13–14 september i Västra Ingsjön och 15-16 september i Östra Ingsjön. Näten sattes vid skymning (17.00-19.30) och vittjades följande morgon strax efter gryning (08.00-09.30).

Årets undersökning utfördes på samma sätt som tidigare års provfisken förutom att en nyare variant av nät användes. Vid tidigare års provfisken användes en äldre variant av översiktsnät (med relativt sett större maskstorlek) som hade 12 paneler som var 3 m långa. Maskstorleken i panelerna var i ordningsföljd: 10, 60, 30, 43, 22, 50, 33, 12,5, 25, 38, 75 och 16,5 mm. Total längd på näten var 36 m och djupgåendet var 1,5m.



Mesh Size	43 mm	19,5 mm	6,25 mm	10 mm	55 mm	8 mm	12,5 mm	24 mm	15,5 mm	5 mm	35 mm	29 mm
Thread	0,20	0,15	0,10	0,12	0,25	0,10	0,12	0,17	0,15	0,10	0,20	0,17

Figur 4. Maskstorlek på paneler för standardiserade nordiska översiktsnät.

Ett pelagiskt översiktsnät (skötar) användes, likt tidigare år, för att undersöka fisksamhället i den fria vattenmassan. Nätet lades i mitten av respektive sjö i samband med utläggning av de bottensatta näten och låg ute under en natt per sjö. Skötarna består av 12 paneler som är 2,5 m långa, med en total längd av 30 m och 6 m djupgående. Maskstorleken och ordningsföljden på panelerna är samma som för de bottensatta näten (Figur 4).

Fångsten protokollfördes och varje fisk artbestämdes, mättes och vägdes. Fisklängd angavs i millimeter och vikten i gram.

### 2.1 FYSIOLOGISKA PARAMETRAR

#### 2.1.1 Leversomatiskt index (LSI)

Leversomatiskt index (LSI) är levervikten uttryckt som procent av den somatiska kroppsvikten<sup>1</sup>, och används då förstörd lever har observerats hos fiskar som lever i vattenområden förorenade av stabila organiska substanser (Naturvårdsverket, 1997). Denna förstoring kan vara resultatet av ökad fett- och/eller glykogenupplagring och/eller stimulerad proteinsyntes i levercellerna, men det är inte helt klarlagt vilka faktorer som är orsaken (Naturvårdsverket, 1997).

För att beräkna LSI mättes levervikt och somatisk vikt på ca 50 abborrar från varje sjö.. Vikterna anges med en noggrannhet på tusendels gram.

Följande formel användes för beräkning av LSI:

$$LSI = 100 * \left( \frac{\text{levervikt}}{\text{somatisk vikt}} \right)$$

<sup>1</sup> Somatisk vikt= kroppsvikten efter att magsäck, gonades och tarmar har avlägsnats.

### 2.1.2 Gonadsomatiskt index (GSI)

Gonadsomatiskt index (GSI) är gonadvikten uttryckt som procent av den somatiska kroppsvikten. En storleksförändring av gonaderna är en grov, men tillförlitlig, indikation på störningar av fiskars normala reproduktion (Naturvårdsverket, 1997). Bland annat har gonadstorleken konstaterats vara mindre hos fiskar som levt nära skogsindustrier samt fiskar som exponerats för PCB och DDT i akvarieförsök (Naturvårdsverket, 1997).

För att beräkna GSI mättes gonadvikt och somatisk vikt på ca 50 abborrar från varje sjö. Vikterna anges med en noggrannhet på tusendels gram.

Följande formel användes för beräkning av GSI:

$$GSI = 100 * \left( \frac{\text{gonadvikt}}{\text{somatisk vikt}} \right)$$

## 2.2 ÅLDERS OCH KÖNSBESTÄMNING

I samband med provtagningen för LSI och GSI samlades även otolit- och gällocksprover för de ca 50 abborrarna från varje sjö. Proverna förvarades i separata kuvert tills de analyserades vid Sötvattenslaboratoriet (SLU, Institutionen för akvatiska resurser).

De 50 abborrarna från varje sjö könsbestämdes också. I de fall gonadutvecklingen inte möjliggjorde bestämning klassades abborren som juvenil.

## 2.3 PFAS I ABBORRE

För att undersöka halter av PFAS i sjöarna skickades fem abborrar från Västra Ingsjön och tre abborrar från Östra Ingsjön till det ackrediterade labbet Eurofins för analys. Halter i muskelvävnad analyserades för varje abborre, och ett samlingsprov för halter i lever analyserades för respektive sjö.

## 3 RESULTAT

### 3.1 FISKSAMHÄLLE

#### 3.1.1 Västra ingsjön (recipient)

De arter som fångades i Västra Ingsjön var abborre, mört, nors och gädda. Totalt fångades 310 abborrar, 60 mörtar, 49 norsar och 2 gäddor (Tabell 1). I samband med provfisket uppmättes temperatur- och syrgasprofiler vid olika djup och de finns presenterade i avsnitt 3.2 nedan.

Antalet abborre som fångades var större än vid tidigare års undersökningar då 188 abborrar fångades 2017. Trots detta var den totala vikten av abborre högre 2017 vilket beror på att både medelvikt och medellängd var betydligt lägre vid årets undersökning jämfört med 2017. Tidigare års provfisken har utförts med en äldre typ av översiktsnät, jämfört med de nordiska översiktsnäten som använts i årets undersökning. De nya översiktsnäten har kortare sektioner samt generellt en mindre maskstorlek (se jämförelse i avsnitt 2) vilket kan förklara att ett större antal mindre individer fångades vid årets provfiske. Det är dock svårt att jämföra resultaten mellan undersökningarna rakt av.

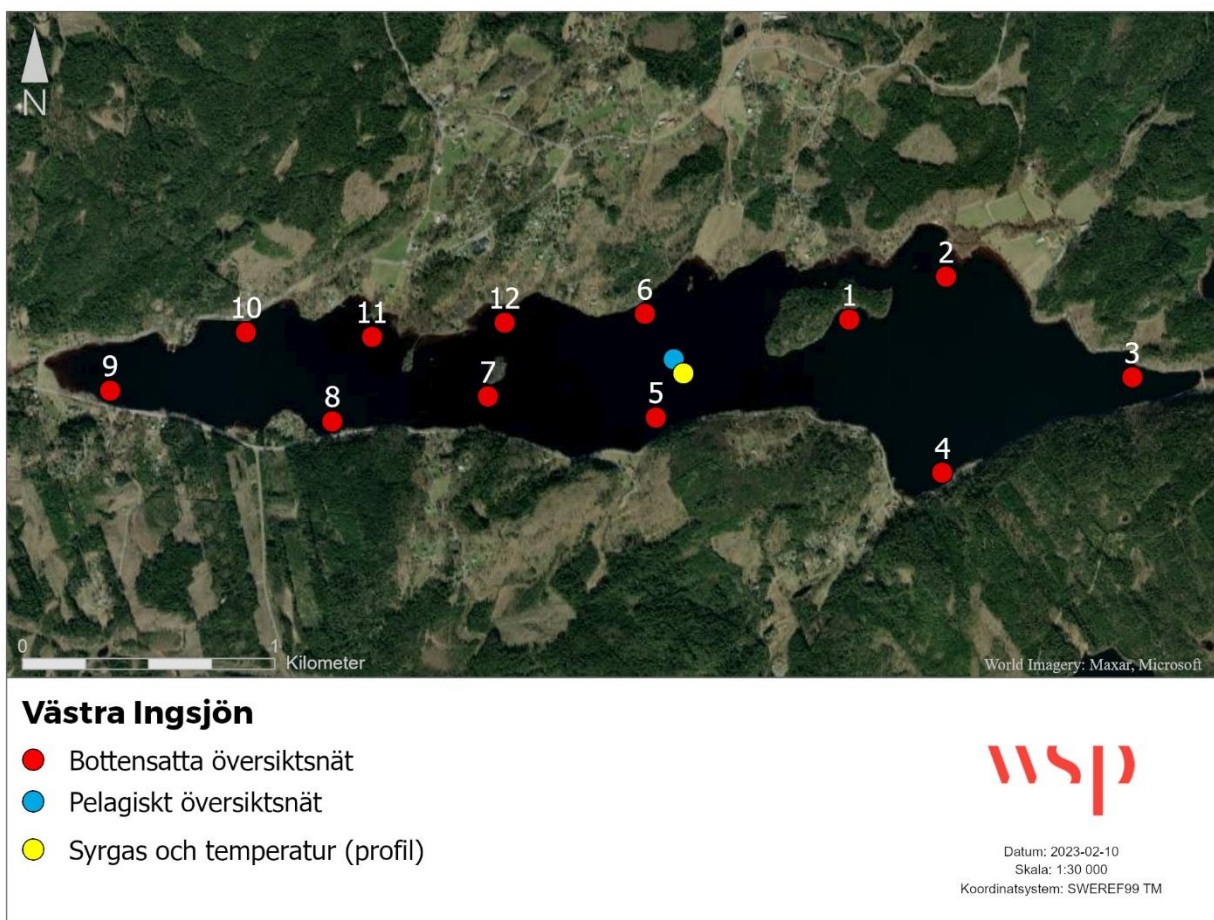
Även antalet mört som fångades var högre jämfört med tidigare undersökningar där 26 mörtar fångades 2017 jämfört med årets 60. Liksom för abborre är både medelvikt och medellängd hos mört lägre vid årets undersökning jämfört med 2017. Det är troligt att bytet av nät till de nyare översiktsnäten har lett till att fler mindre individer fångats i årets undersökning.

Två gäddor fångades i årets undersökning. Gädda har också påträffats vid tidigare undersökningar. Det är svårt att dra några slutsatser om gädda, utöver att det finns ett bestånd av arten i sjön, eftersom det är en förhållandevis stationär art vilket medför att nätprovfiske inte ger en representativ bild av artens förekomst.

Nors fångades nästan enbart med det pelagiska översiktsnätet, och sammanlagt fångades 49 st (Tabell 1). I tidigare års provfisken har norsbeståndet bedömts som svagt då endast ett fåtal nors fångades vid undersökningarna 2012 och 2017 (14 st respektive 6 st). Det pelagiska nätet som användes vid provfisket 2017 förstördes under natten det lades ut vilket påverkade resultatet som på grund av det inte blev tillförlitliga. Vid vittjning av det trasiga nätet noterades fem norsar. Årets fångst av nors och även abborre i det pelagiska översiktsnätet visar att sjön har ett pelagiskt fisksamhälle som är livskraftigt, men det är svårt att jämföra mot tidigare undersökningar.

Tabell 1. Totala mängden fisk som fångades med bottensatta nät vid provfisket i Västra Ingsjön under hösten 2022, samt arternas medellängd och medelvikt.

Art	Antal	Vikt (g)	Medelvikt (g)	Medellängd (mm)	Medelantal/nät	Medelvikt/nät	SD (vikt)	SE (vikt)
Abborre	310	9 477	30,6	111,3	25,8	789,8	101,3	5,8
Mört	60	2 426	40,4	153,4	5	202,2	25,5	3,3
Nors	49	601	12,3	130,4	4,1	50,1	2,2	0,3
Gädda	2	2 180	1 090	556,5	0,2	181,7	879,6	622
Summa	421	14 684			35,1	1 223,7		



Figur 5. Positioner för nät och provtagningar i Västra Ingsjön.

Fångsten av abborre och mört var relativt jämnt fördelad över de olika näten. Några av näten sticker ut med stora fångster av abborre. Fler än 30 abborre fångades i nät 2, 8, 10 och 11 (Tabell 2) varav det enskilt största antalet (69 st) fångades i nät 10 (Figur 5). Fördelningen av abborre och mört mellan näten var inte lika jämn vid undersökningen 2017 som vid årets undersökning.

Tabell 2. Fångst och djupzonsplacering för varje enskilt nät i Västra Ingsjön.

Provlokal	Nät 1		Nät 2		Nät 3		Nät 4		Nät 5		Nät 6		Nät 7	
Djup (m)	5		5		5,5		5,5		13		16		11	
Art	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)
Abborre	25	800	30	616	22	1 538	26	465	5	71	8	107	11	131
Mört	5	188	2	86	2	88	4	216	-	-	1	3	-	-
Nors	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13	-	-
Gädda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provlokal	Nät 8		Nät 9		Nät 10		Nät 11		Nät 12		Pelagiska skötar			
Djup (m)	8		2		6		3		6,5		12,5			
Art	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)
Abborre	31	1 063	5	70	69	2 221	32	1 443	25	852	21	100	-	-
Mört	11	528	6	192	7	103	14	647	6	364	2	11	-	-
Nors	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	588	-	-
Gädda	-	-	1	468	1	1 712	-	-	-	-	-	-	-	-

## Abborre

Av de totalt 52 otolitprov som togs från abborrar i Västra Ingsjön kunde åldern fastställas på 50 prover. Enligt åldersbestämningen kan det konstateras att årsyngel av abborre i september har en längd mellan ca 64–74 mm medan ettåringar har en längd mellan ca 88–113 mm (Tabell 3). Individer som är två-fyra år går inte att skilja åt utifrån längd och vikt, dvs en abborre i sjön som är fyra år kan ha ungefär samma storlek som en som är två år (Figur 6).

Små abborrar är planktivora (d.v.s. de äter endast djurplankton) för att vid en storlek mellan 120 mm och 180 mm övergå till att äta fisk och makrovertebrater (Holmgren & Kinnerbäck, 2017). Detta skifte sker baserat på provfiskeresultaten någon gång efter två års ålder, men när skiftet sker kan variera både individuellt och beroende på tillgång på föda i olika delar av sjön. Vid fyra års ålder är sannolikt nästan alla abborrar i sjön åtminstone delvis fiskätande. Längdfördelningen hos abborre i provfisket kan ses nedan (Figur 7)

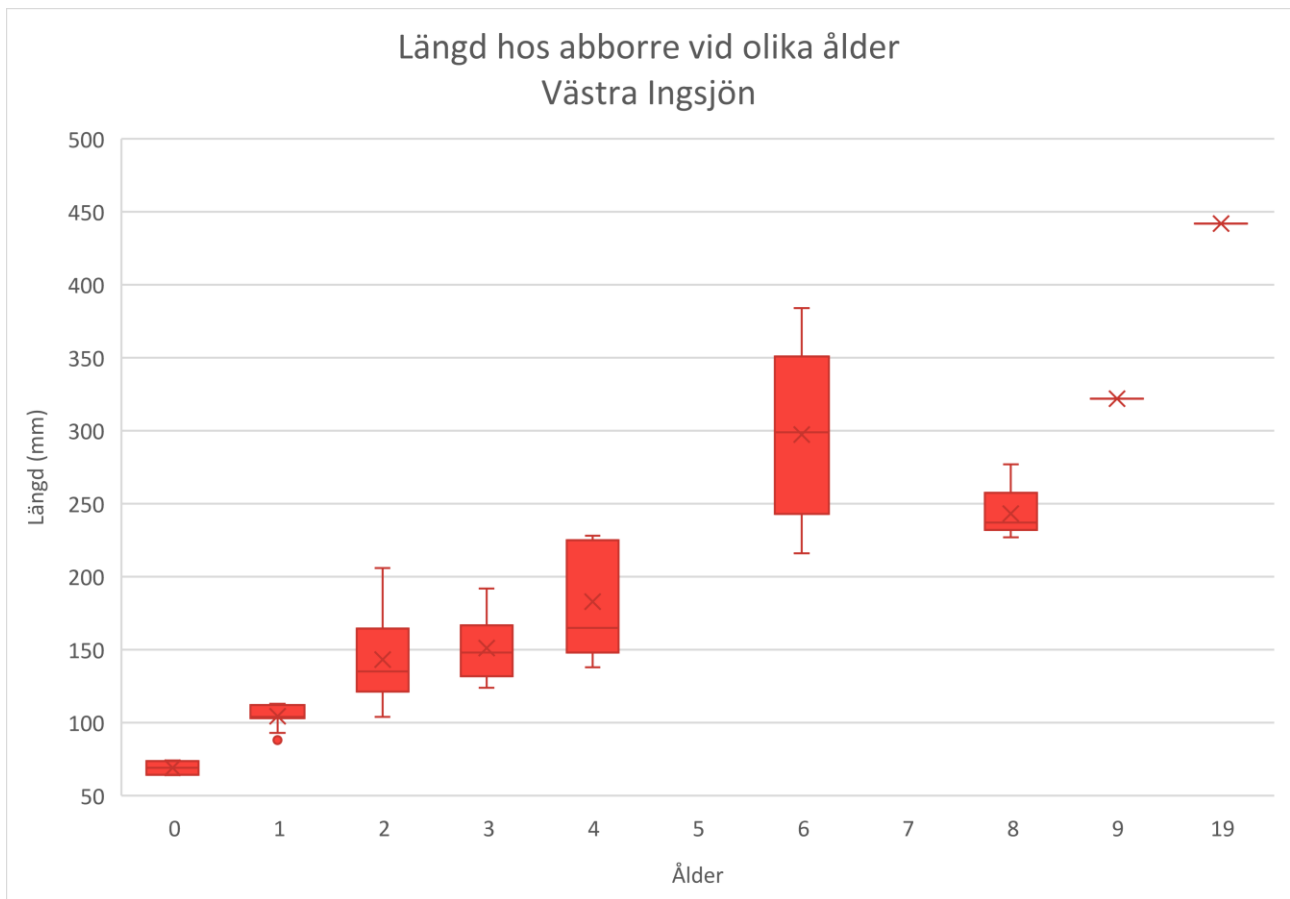
Enligt längdintervallen hos de åldersbestämda abborrarna kan en indelning göras där alla individer med en längd under 80 mm bedöms som årsyngel, de mellan 81–115 mm bedöms som ettåringar och individer större än 116 mm bedöms som två år eller äldre. Åldersfördelningen hos de 310 abborrar som fångades är enligt detta 88 (28 %) årsyngel, 130 (42 %) och 92 (30 %) två år eller äldre.

Tabell 3. Längd- och viktintervall (minsta och största) hos abborre i Västra Ingsjön uppdelat efter ålder från analys av otoliter.

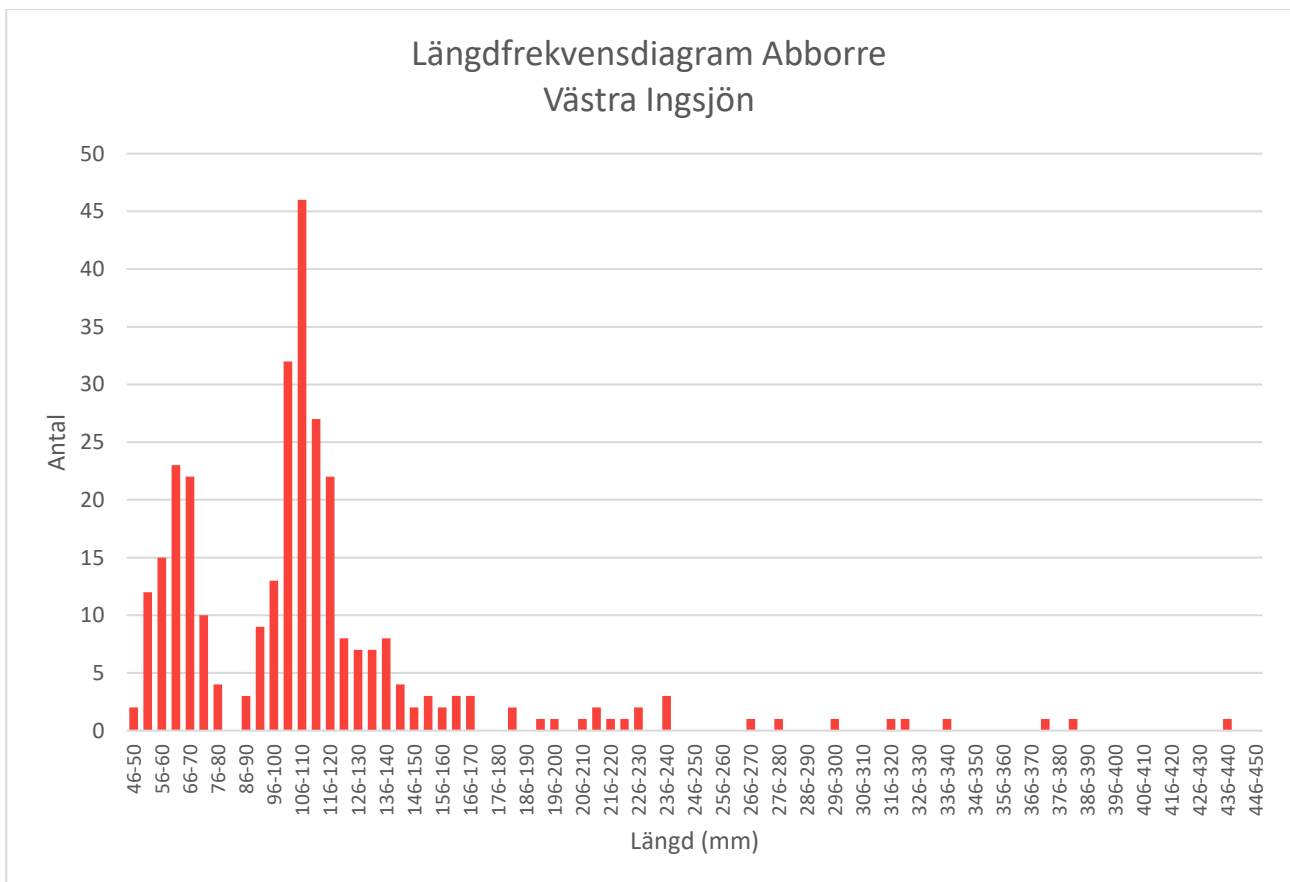
Ålder	Längd (min-max)	Vikt (min-max)	Antal
0	64-74	3-4	4
1	88-113	6-15	11
2	104-206	11-73	8
3	124-192	15-75	8
4	138-228	25-132	7
5	-	-	-
6	216-384	105-787	5
7	-	-	-
8	227-277	127-262	5
9	322	389	1
19	442	1133	1

Vid undersökningen 2017 klassades alla abborrar större än 150 mm som fiskätande, och andelen fiskätande abborrar i provfisket var 21 %. I årets undersökning var andelen fiskätande abborre lägre (11 %) vilket till stor del kan förklaras med det stora antalet små abborrar som fångades i undersökningen.

Tidigare års provfisken har bedömt att ettåringar har varit individer med en längd kring 85 mm, och årsyngel mindre än så. Det stämmer delvis men inte helt överens med indelningen som gjorts enligt resultat från årets undersökning. Enligt denna bedömning fångades 2012 endast ett fåtal ettåringar och inga årsyngel över huvud taget. Längdfördelningen hos abborre var 2017 likartad årets fördelning vilket betyder att det även detta år förekom ett flertal årsyngel om längd-ålder-fördelningen från årets undersökning används.



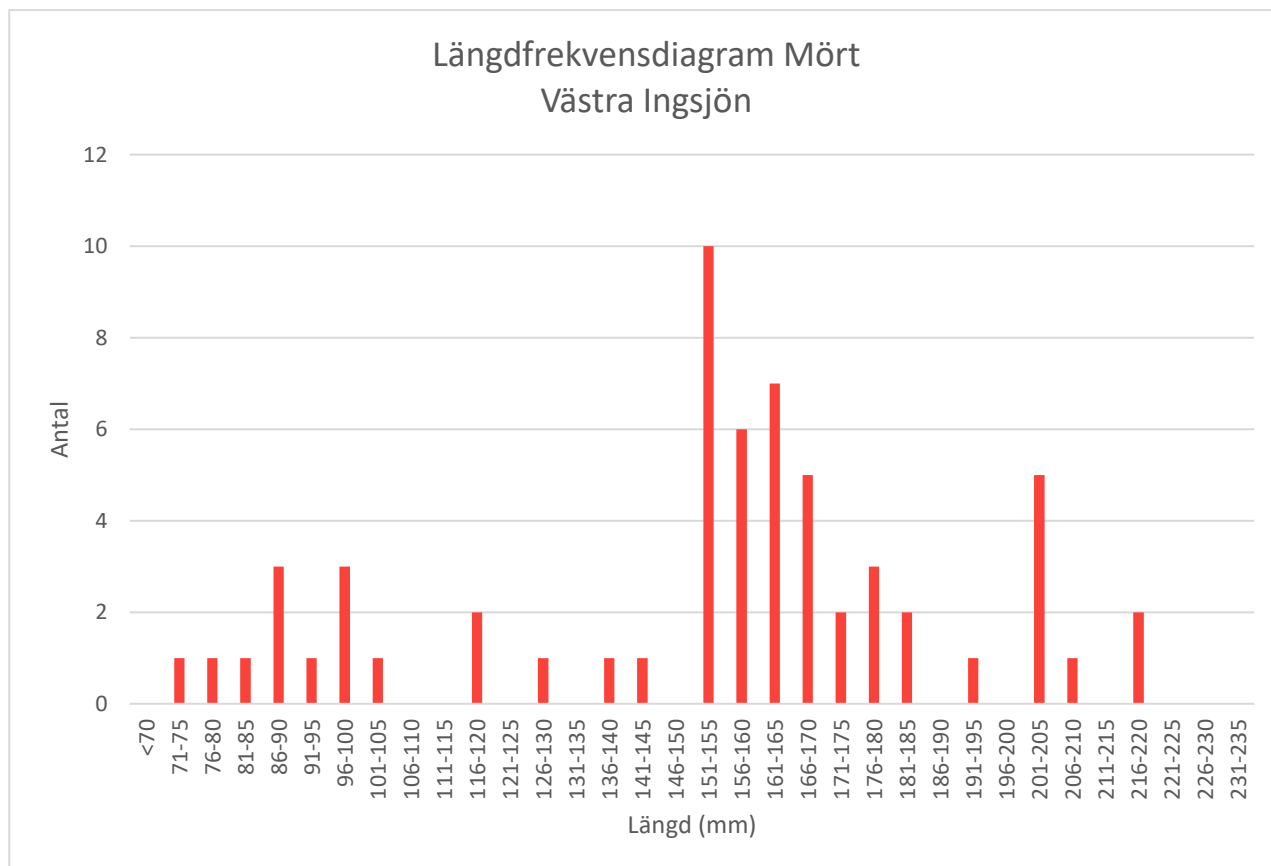
Figur 6. Längder fördelat på ålder hos abborre i Västra Ingsjön.



Figur 7. Längdfördelningen hos fångsten av abborre vid provfisket i Västra Ingsjön 2022.

## Mört

Under årets provfiske fångades ett större antal mört jämfört med tidigare års undersökningar. Flertalet mörtar (16 st) hade en längd under 150 mm (Figur 8). 2017 fångades endast stora exemplar av arten vilket bland annat ledde till resonemang om dålig nyrekrytering av mörtbeståndet i sjön. En annan förklaring som nämndes var att näten ofta ligger på lite djupare vatten och därmed missar grundare uppväxtområden för mört i sjön. Resultatet av årets provfiske visar att det finns både mindre och större mört i Västra Ingsjön. Under sitt första år blir mört sällan längre än 60 mm (Svedäng, 1993), och eftersom de vid provfiskets genomförande i september endast är ca 5 månader gamla är de troligtvis mindre än så. Under sitt andra år har mört en längd mellan ca 70-100 mm (Svedäng, 1993) och därmed är sannolikt de mindre mörtar som fångades i årets provfiske ettåringar. Det relativt större antalet mindre individer som fångades vid årets fiske kan delvis troligen förklaras av den nyare typ av nät med mindre maskstorlek som använts.



Figur 8. Längdfördelningen hos fångsten av mört vid provfisket i Västra Ingsjön 2022.

### 3.1.2 Östra Ingsjön (kontroll)

De arter som fångades i Östra Ingsjön var abborre, mört, nors och sarv. Totalt fångades 251 abborrar, 32 mörtar, 49 norsar och 1 sarv (Tabell 4Tabell 1). Liksom i undersökningen 2017 fångades det ingen gädda i Östra Ingsjön. I samband med provfisket uppmättes temperatur- och syrgasprofiler vid olika djup och de finns presenterade i avsnitt 3.2 nedan.

Liksom i Västra Ingsjön var antalet abborre som fångades högre vid årets undersökning än vid tidigare undersökningar (57 abborrar fångades 2017). Både medelvikt och medellängd var också liksom för Östra Ingsjön betydligt lägre vid årets undersökning jämfört med 2017 vilket kan förklaras i skillnaden i maskstorlek mellan näten vid undersökningarna. Det är dock svårt att jämföra resultaten mellan undersökningarna rakt av.

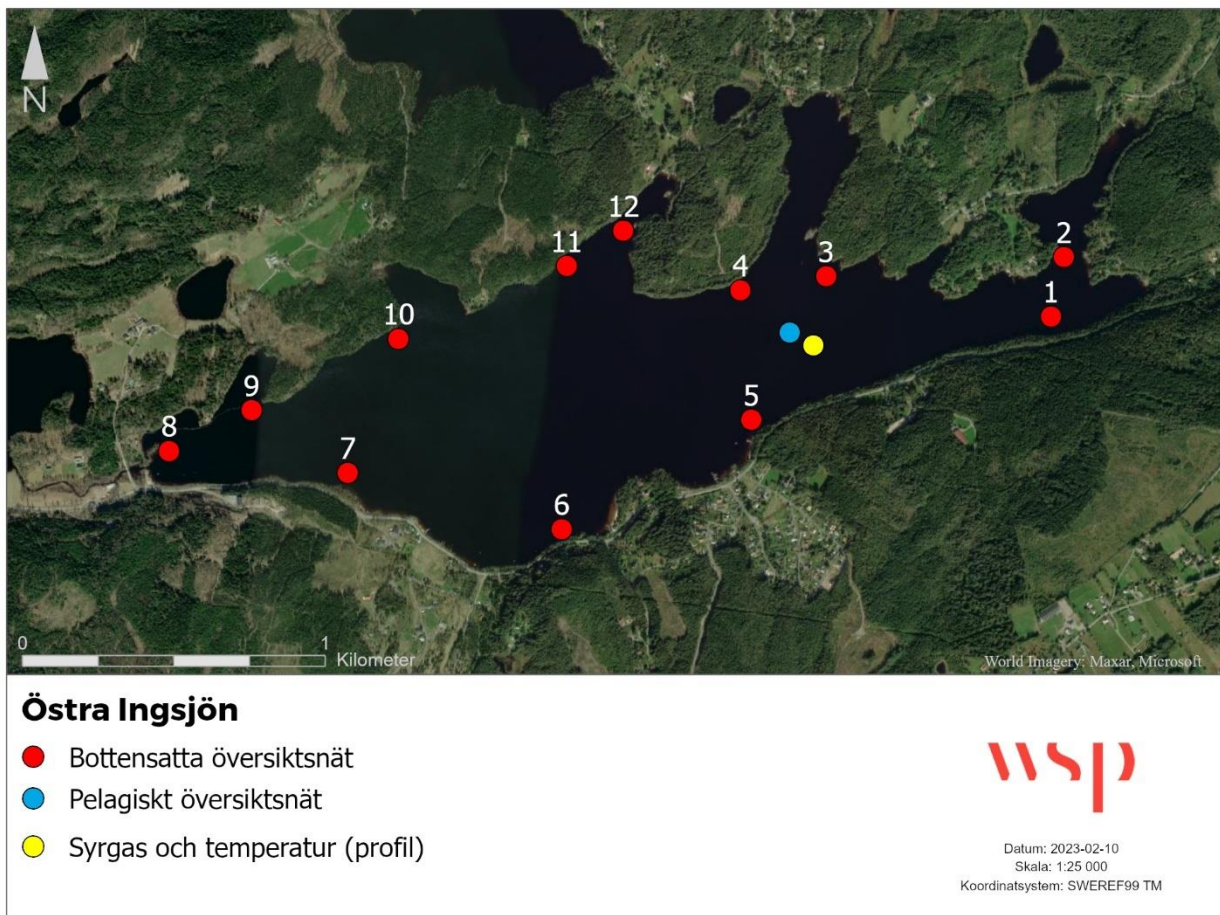
Även antalet mört som fångades var högre vid årets undersökning då 10 mörtar fångades 2017 jämfört med årets 30. Liksom för abborre är både medelvikt och medellängd hos mört lägre vid årets undersökning jämfört med 2017. Det är troligt att bytet av nät till de nyare översiktsnäten har lett till att fler individer fångats i årets undersökning.

Även i Östra Ingsjön fångades nors nästan enbart med det pelagiska översiktnätet, och sammanlagt fångades 49 st (Tabell 4). I tidigare års provfisken har norsbeståndet bedömts som svagt då endast ett fåtal nors fångades vid undersökningen 2017 (8 st). Under tidigare års provfiske (2017) bedömdes norsbeståndet som svagt då endast ett fåtal fångades men årets fångst av nors indikerar att sjön har ett pelagiskt fisksamhälle som är livskraftigt.

En sarv fångades nära sjöns utlopp vilket är en art som inte påträffats vid tidigare års provfisken (Figur 10). Sarven är en karpfisk som ofta påträffas i anslutning till vegetation i grunda och näringsrika vikar (SLU Artdatabanken, 2023). Viken där nät 8 placerades ligger relativt skyddat från vind och är grund och vegetationsrik (Figur 9).

Tabell 4. Totala mängden fisk som fångades med bottensatta nät vid provfisket i Östra Ingsjön under hösten 2022, samt arternas medellängd och medelvikt.

Art	Antal	Vikt (g)	Medelvikt (g)	Medellängd (mm)	Medelantal/nät	Medelvikt/nät	SD (vikt)	SE (vikt)
Abborre	251	14 682	58,5	134,3	20,9	1223,5	164,5	10,4
Mört	32	1 145	35,8	153,7	2,7	95,4	22,5	4,0
Nors	49	508	10,4	123,7	4,1	42,3	2,6	0,4
Sarv	1	46	46	159,0	0,1	3,8	-	-
Summa	333	16 381			27,8	1365,1		



Figur 9. Positioner för nät och provtagningar i Östra Ingsjön

Fångsten av abborre och mört var relativt jämnt fördelad över de olika näten. Några av näten sticker ut med stora fångster av abborre. Fler än 30 abborre fångades i nät 2, 3 och 5 varav det enskilt största antalet (68 st) fångades i nät 5 (Tabell 5). I nät 10 och 11 fångades inga abborrar vilket kan förklaras med att nät 10 hade för kort lina till strandbojen (och eftersom det blev djupt snabbt så blev nätet hängandes som en påse) och att nät 11 fastnade i stora grenar på botten.



Tabell 5. Fångst och djupzonsplacering för varje enskilt nät i Östra Ingsjön.

Provlokal	Nät 1		Nät 2		Nät 3		Nät 4		Nät 5		Nät 6		Nät 7	
Djup (m)	9		9		7		18		7		6		7	
Art	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)
Abborre	19	996	32	2166	34	4414	3	9	68	948	11	328	16	4023
Mört	3	177	4	130	4	158	-	-	6	279	1	59	-	-
Nors	-	-	-	-	-	-	3	35	-	-	-	-	-	-
Sarv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Provlokal	Nät 8		Nät 9		Nät 10		Nät 11		Nät 12		Pelagiska skötar	
Djup (m)	10		11		27		13		10,5		30	
Art	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)	Antal	Vikt (g)
Abborre	25	492	23	576	-	-	-	-	20	730	-	-
Mört	5	123	1	32	1	26	1	28	-	-	6	133
Nors	-	-	1	10	-	-	-	-	-	-	45	463
Sarv	1	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figur 10. Foto med sarv (ovan) och mört (nedan) från Östra Ingsjön.

## Abborre

Av de totalt 50 otolitprov som togs från abborrar i Östra Ingsjön kunde åldern fastställas för 48 prover. Enligt åldersbestämningen kan det konstateras att årsyngel av abborre i september har en längd mellan ca 70–88 mm medan ettåringar har en längd mellan ca 100–133 mm (Tabell 6). Individer som är två-tre år verkar vara av liknande storlek avseende längd och vikt men eftersom endast en treårig abborre åldersbestämdes går det inte att säga med säkerhet. Årsyngel från Östra Ingsjön är något längre jämfört med de i Västra Ingsjön där alla var under 80 mm. Samma mönster kan ses hos ettåringarna där samtliga av de 17 abborrarna från Östra Ingsjön var minst 100 mm varav 8 var 120 mm eller längre medan ingen av de 11 åldersbestämda individerna i Västra Ingsjön över 120 mm.

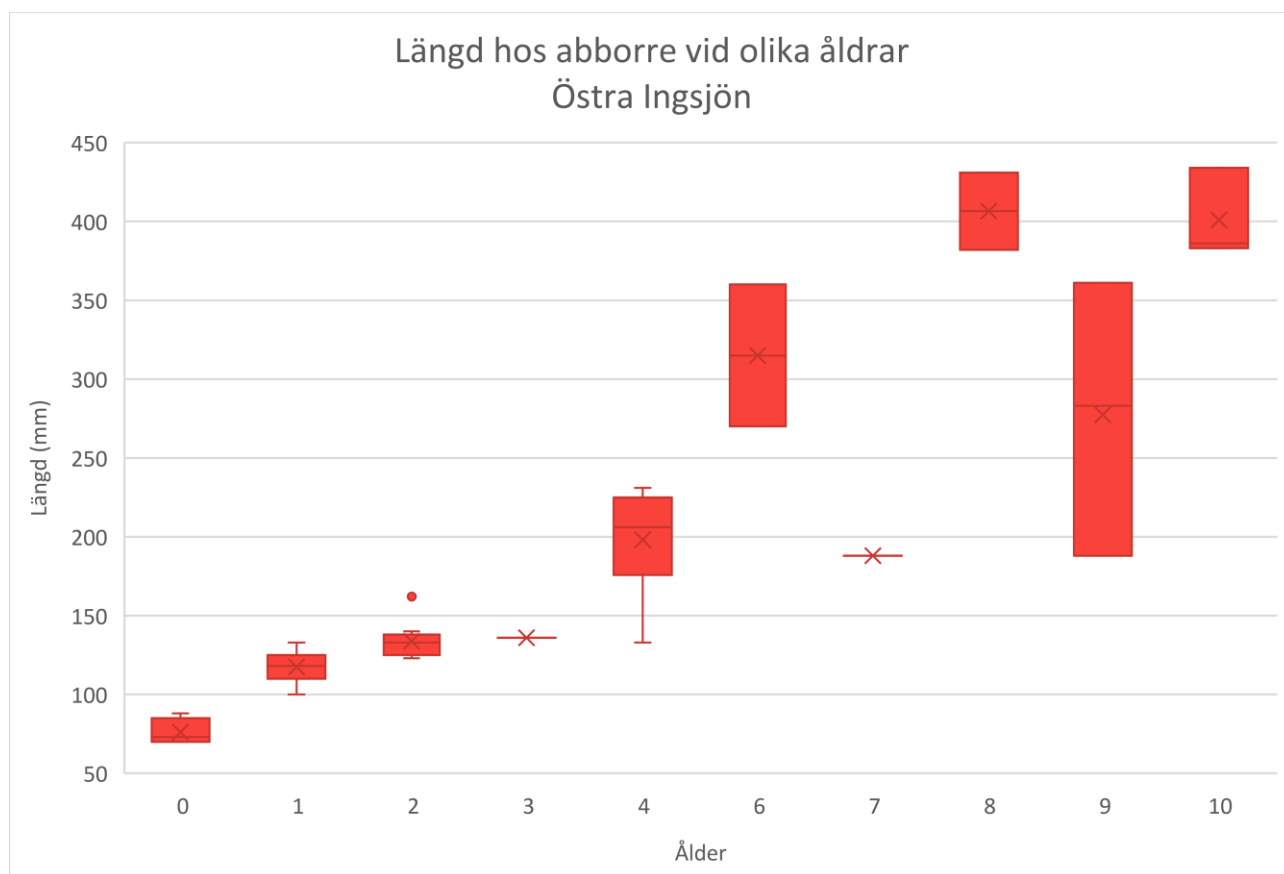
Utifrån längdintervallen hos de åldersbestämda abborrarna kan en indelning göras där alla individer med en längd under 90 mm bedöms som årsyngel, de mellan 91–124 mm bedöms som ettåringar och individer större än 125 mm bedöms som två år eller äldre. Åldersfördelningen hos de 251 abborrar som fångades var enligt detta 40 (16 %) årsyngel, 106 (42 %) ettåringar och 105 (42 %) två år eller äldre.

Skiftet när abborre går från att äta djurplankton till fisk och makrovertebrater i Östra Ingsjön sker någon gång mellan 1–2 års ålder men som tidigare nämnt kan skiftet variera både individuellt och beroende på

tillgång på föda i olika delar av sjön. Liksom i Västra Ingsjön är sannolikt de flesta abborrar i sjön åtminstone delvis fiskätande vid fyra års ålder

Tabell 6. Längd- och viktintervall (minsta och största) hos abborre i Östra Ingsjön uppdelat efter ålder från analys av otoliter.

Ålder	Längd (min-max)	Vikt (min-max)	Antal
0	70-88	3-5	4
1	100-133	9-25	17
2	123-162	18-45	9
3	136	24	1
4	133-231	25-125	6
5	-	-	-
6	270-360	233-543	2
7	188	62	1
8	382-431	445-822	2
9	361-188	87-662	3
10	383-434	749-1032	3

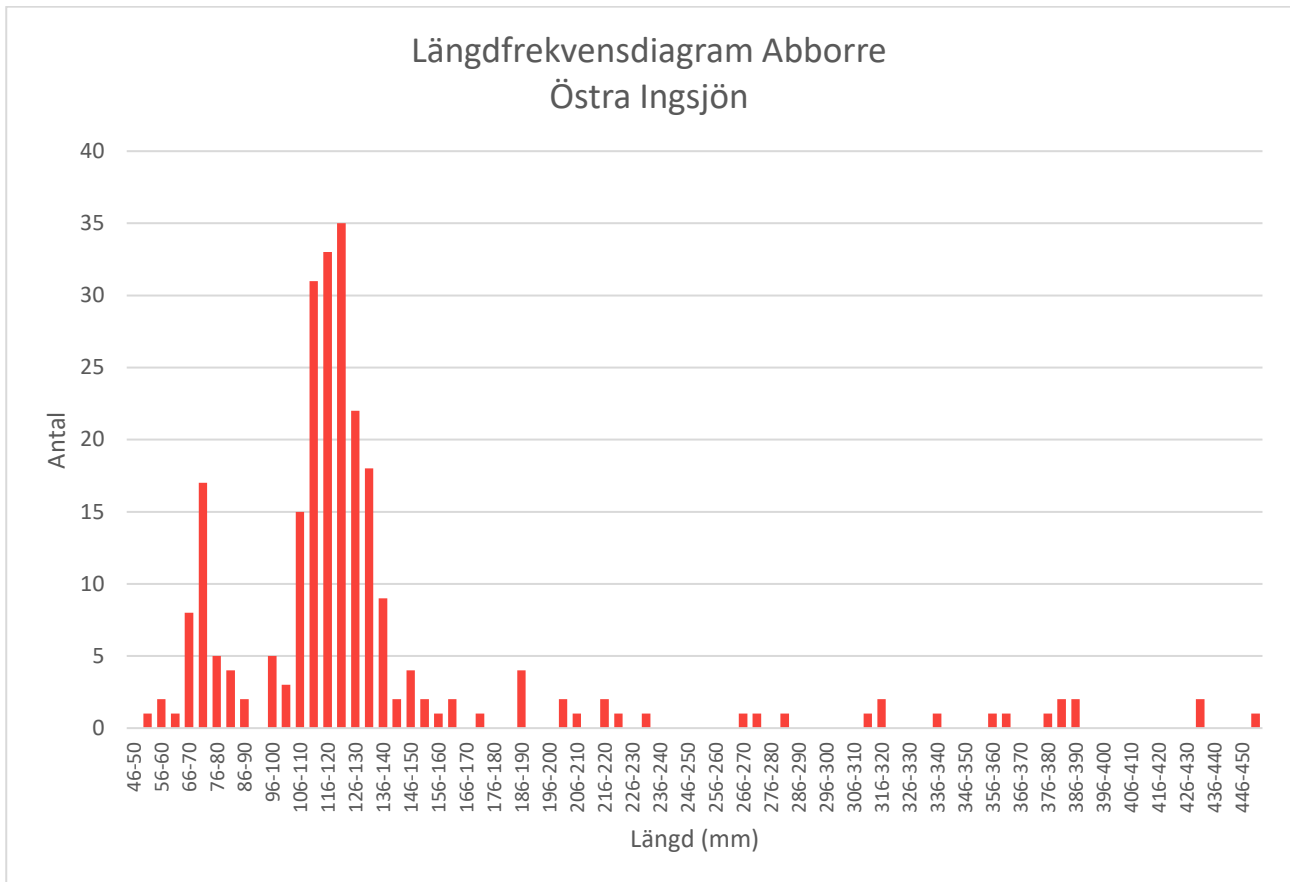


Figur 11. Längder fördelat på ålder hos abborre i Östra Ingsjön.

Vid undersökningen 2017 klassades alla abborrar större än 150 mm som fiskätande, och andelen fiskätande abborrar i provfisket var 21 %. I årets undersökning var andelen fiskätande abborre lägre (14 %) vilket till stor del kan förklaras med det stora antalet små abborrar som fångades i undersökningen.

Tidigare års provfisken har bedömt att ettåringar har varit individer med en längd kring 85 mm, och årsyngel mindre än så. Det stämmer inte överens med indelningen som gjorts för årsyngel (70–88 mm) och ettåringar (100-133 mm) enligt resultat från årets undersökning i Östra Ingsjön. Vid undersökningen 2007 fångades ingen abborre under 100 mm vilket ledde till att rekryteringen av abborre bedömdes som dålig. Under senare

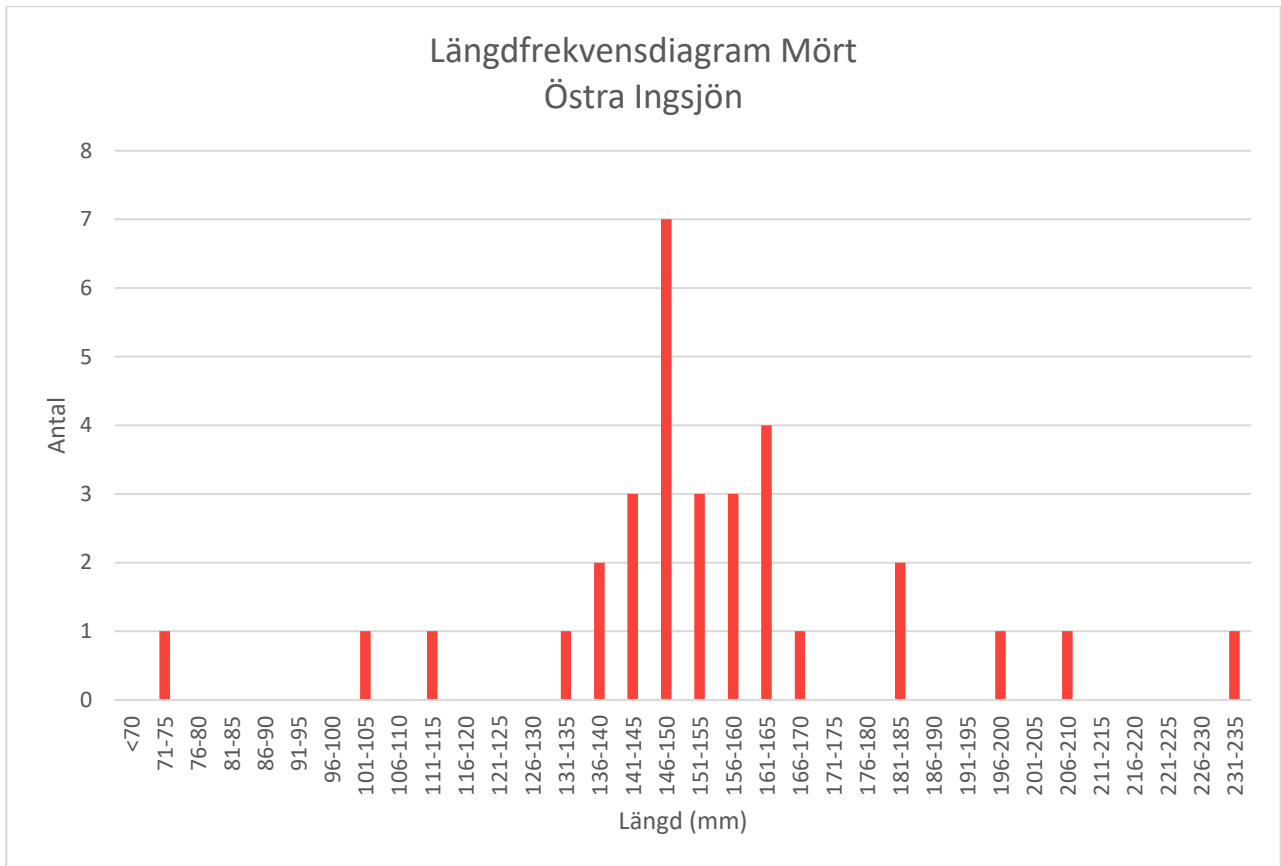
provfisken 2012 och 2017 fångades ett större antal små abborrar vilket tyder på att förutsättningarna hade förbättrats. Antalet årsyngel som fångades i årets undersökning är betydligt större relativt till föregående undersökningar och tyder på att det finns en god rekrytering av abborre i Östra Ingsjön.



Figur 12. Längdfördelningen hos fångsten av abborre vid provfisket i Östra Ingsjön 2022.

## Mört

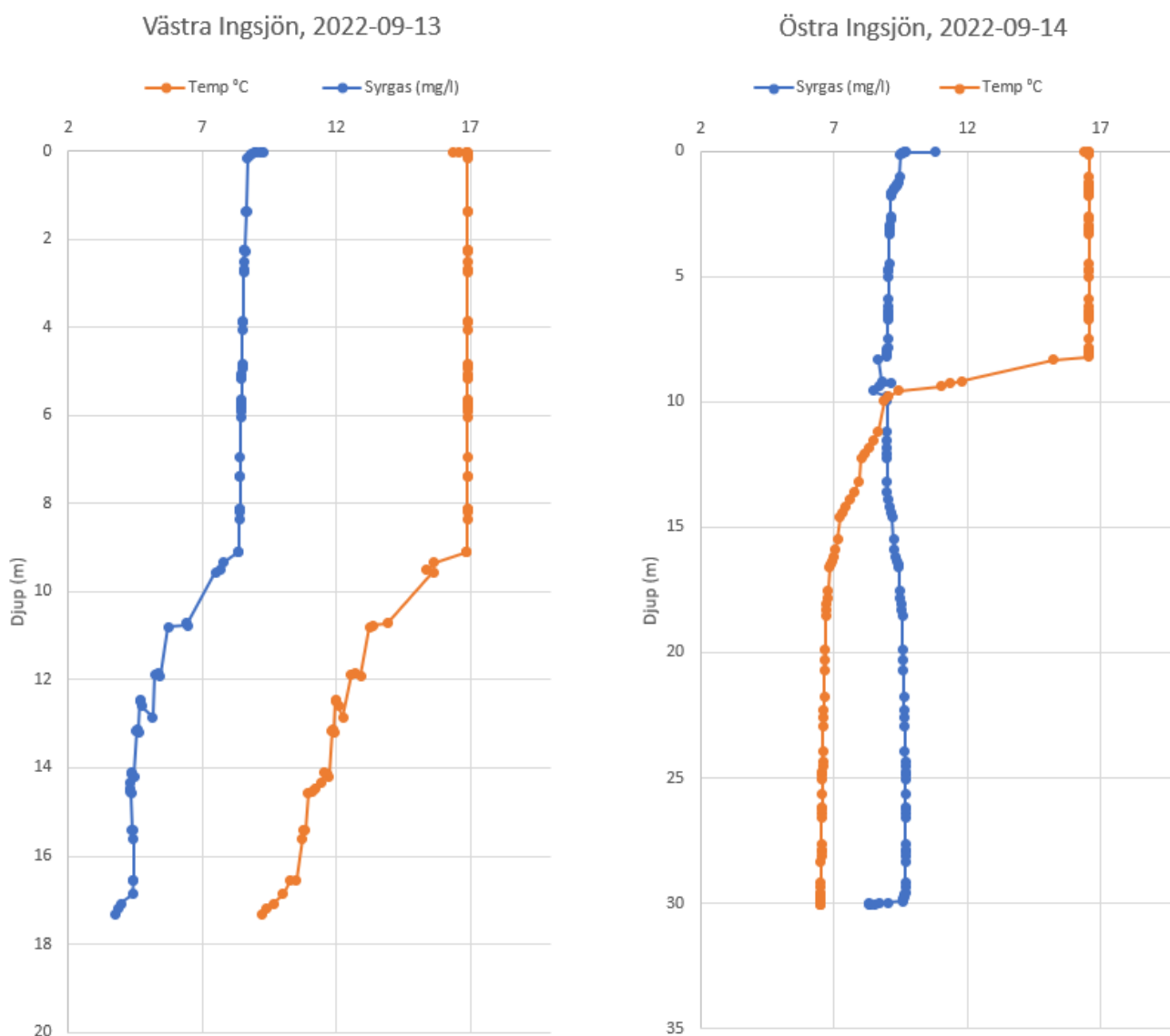
Under årets provfiske fångades ett större antal mört jämfört med tidigare års undersökningar. Flertalet mörtar (16 st) hade en längd under 150 mm (Figur 13). Vid undersökningen 2017 fångades endast en mört under 150 mm vilket liksom för Västra Ingsjön ledde till resonemang om dålig nyrekrytering av mörtbeståndet i sjön. Resultatet av årets provfiske visar att det finns både mindre och större mört även i Östra Ingsjön, men att antalet årsyngel eller ettåringar likt tidigare års undersökningar är lågt. Det relativa antalet mindre individer som fångades vid årets fiske kan delvis troligen förklaras av den nyare typ av nät med mindre maskstorlek som använts.



Figur 13. Längdfördelningen hos fångsten av mört vid provfisket i Östra Ingsjön 2022.

### 3.2 SPRÅNGSKIKT OCH SYRGASFÖRHÅLLANDEN

I samband med provfiskeundersökningen utfördes även mätningar av syrgashalt och temperatur i båda sjöarnas vattenpelare. I september år 2022 låg syrgashalterna i bottenvattnet i Västra Ingsjön omkring 3–4 mg/l, med ett något mindre tydligt språngskikt vid 10–12 meters djup. I Östra Ingsjön (referenssjö) var språngskiktet tydligare (vid 9–10 meter) och syrgashalten i bottenvattnet omkring 8 mg/l. Syrehalten var alltså högre i bottenvattnet i Östra Ingsjön jämfört med Västra Ingsjön (Figur 14). Enligt HVMFS 2019:25 motsvarar en syrgashalt på 3-4 mg/l *Otillfredställande status* medan en halt på 8 mg/l motsvarar *Hög status* (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Vid provfiskeundersökningarna som genomfördes 2017 var syrgashalten högre i bottenvattnet i Västra Ingsjön (ca 10 mg/l) och Östra Ingsjön (ca 11 mg/l). Det är vanligt och delvis naturligt att syrgashalterna är låga i bottenvattnet under språngskiktet.



Figur 14. Djupprofil med temperatur och syrehalt i Västra och Östra Ingsjön i september 2022.

### 3.3 FYSIOLOGISKA PARAMETRAR

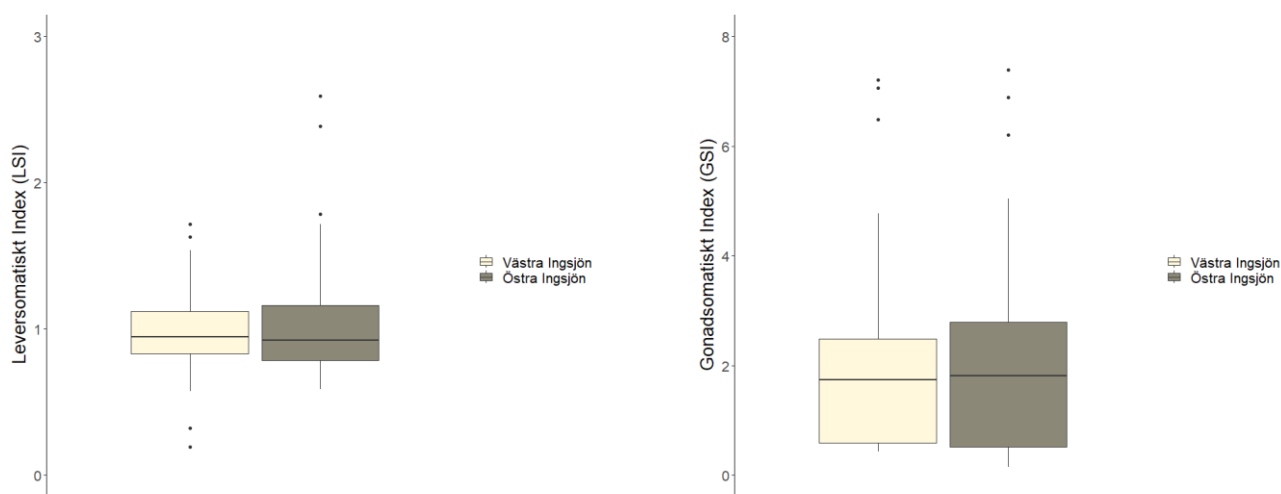
#### 3.3.1 Leversomatiskt index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI)

En påverkan kopplat till avrinning från Landvetters flygplats skulle innebära ge ett högre LSI för Västra Ingsjön (som är recipient) jämfört med Östra Ingsjön (referenssjö). För GSI skulle förhållandet vara det omvända med ett lägre värde i Västra Ingsjön jämfört med Östra Ingsjön. För att jämföra båda sjöarna utfördes ett Wilcoxon-test med två prov. Testet valdes eftersom LSI och GSI-data i båda sjöarna inte är normalfördelade.

Leversomatiskt index (LSI) var likartat för de två sjöarna; i genomsnitt 0,99 i Västra jämfört med 1,03 i Östra Ingsjön. LSI värden har varierat mellan tidigare års mätningar, och låg vid 2017 på omkring 1,4 i båda sjöarna. Om sambandet mellan levervikt och kroppsvikt inte är helt linjärt skillnaden i fiskarnas storleksfördelning mellan åren kan göra det svårt att jämföra utveckling mellan år. Medelvikten hos abborre i årets provfiske var lägre jämfört med 2017, vilket skulle kunna vara en förklaring till ett lägre LSI hos abborre i årets undersökning.

Även gonadsomatiskt index (GSI) var likartat i de två sjöarna; 2,5 i Västra jämfört med 2,56 i Östra Ingsjön. GSI värden har i tidigare års mätningar (2012 och 2017) varierat och en skillnad mellan sjöarna observerades 2012. Denna skillnad observerades inte 2017 då GSI var omkring 3 i båda sjöarna, och har inte heller observerats i årets undersökning.

Resultatet från årets undersökning visar att LSI och GSI i Västra Ingsjön inte skiljer sig från Östra Ingsjön (Figur 15 och Tabell 7).



Figur 15. Boxplot för Leversomatiskt Index (LSI) och Gonadsomatiskt Index (GSI) i Västra Ingsjön och Östra Ingsjön. I figuren visar medianvärdet (horisontell linje inuti rutan) och den första och tredje kvartilen. Punkterna visar extremvärden.

Tabell 7. Resultat från utförda Wilcoxon-test.

Parameter	Västra Ingsjön	Östra Ingsjön	Differens	Wilcoxon's W	p-värde	Resultat
Leversomatiskt index (LSI)	0,99 (N=52)	1,03 (N=48)	-0,04	1337	0,67	Ingen skillnad
Gonadsomatiskt index (GSI)	2,5 (N=49)	2,56 (N=46)	-0,06	1128	0,86	Ingen skillnad

## 4 EKOLOGISK STATUS HOS FISK (MKN)

För att bedöma ekologisk status hos fisk i sjöar krävs att sjön ska ha naturliga förutsättningar att hysa fisk och att underlagsdata har samlats in med standardiserat provfiske eller annan metod som ger likvärdiga resultat. Det är kvalitetsfaktorn EQR8 (Ecological Quality Ratio index 8) som används för att bedöma ekologisk status hos fisk i sjöar (Tabell 8) och indexeringen bygger på 8 delparametrar (Tabell 9). Förutom EQR8 (allmän påverkan) så finns två stödindex, Aindex W5 (försurning) och Eindex W3 (eutrofiering). Stödparametrarna har ej beräknats för årets provfiske.

Tabell 8. Statusklassernas gränsvärden för EQR8.

Status	EK av EQR8
Hög	$0,72 \leq EK$
God	$0,46 \leq EK < 0,72$
Måttlig	$0,30 \leq EK < 0,46$
Otillfredsställande	$0,15 \leq EK < 0,30$
Dålig	$EK < 0,15$

För att få fram EQR8 beräknas först predikterade värden för delparametrarna med hjälp av omgivningsfaktorer (t. ex. djup och sjöyta) som sedan jämförs mot beräknade värden från provfisket för att få fram residualvärden. Residualerna omvandlas först till Z-värden för att sedan omvandlas till P-värden. När det beräknade värdet för en parameter sammanfaller med det predikterade blir P-värdet 1 och om de avviker helt blir P-värdet 0. Delparametrarna för EQR8 beräknas via dubbelsidiga hypoteser vilket gör att både för låga och för höga värden som avviker från de predikterade värdena kommer indikera låg status. Medelvärdet för de 8 P-värdena är EQR8.

Tabell 9. Ekologisk status hos fisk i Västra och Östra Ingsjön baserat på indexet EQR8. Tabellen visar även P-värden för indexets delparametrar, där (+) och (-) visar om uppmätt värde avviker på grund av att det är högt eller lågt jämfört med predikterade värden.

Indikator		Västra Ingsjön (P-värden)	Östra Ingsjön (P-värden)
Delparametrar EQR8	Antal inhemska fiskarter	0,01 (-)	0,01 (-)
	Artdiversitet: Simpson's D (antal)	0,04 (-)	0,02 (-)
	Artdiversitet: Simpson's D (biomassa)	0,09 (-)	0,01 (-)
	Relativ biomassa av inhemska fiskarter (fångst/ansträngning)	0,95 (+)	0,32 (+)
	Relativt antal av inhemska fiskarter (fångst/ansträngning)	0,47 (-)	0,41 (-)
	Medelvikt i totala fångsten	0,44 (+)	0,13 (+)
	Andel potentiellt fiskätande abborrfiskar (biomassa)	0,54 (+)	0,02 (+)
	Kvot abborre/karpfiskar (biomassa)	0,07 (+)	0,00 (+)
EQR8 (medelvärde av indikatorerna)		0,33	0,11
Ekologisk status		Måttlig	Dålig

Baserat på fångsten vid årets provfiske har ekologisk status för fisk klassats som måttlig i Västra Ingsjön och dålig i Östra Ingsjön (Tabell 9). Den främsta anledningen till de låga klassningarna är det låga antal arter som påträffats i sjöarna under både årets och tidigare års provfisken vilket leder till låga värden hos delparametrarna som är kopplade till artdiversitet. Förväntat antal arter för Ingsjöarna baserat på

omgivningsfaktorer är omkring 8, jämfört med de påträffades 4 för respektive sjö. Den andra delparametern som är låg för båda sjöarna är kvoten mellan abborre/karpfiskar som avviker eftersom fångsten domineras av abborre. Några av delparametrarna visar på måttlig status eller högre i Västra Ingsjön, men dålig status i Östra Ingsjön (Tabell 9). Detta beror på att även om det uppmätta värdet är större än det predikterade värdet i båda sjöarna är medelvikt och andelen fiskätande abborre högre i Östra Ingsjön vilket leder det till lägre p-värden för sjön.

Sammantaget har sjöarna liknande förhållanden med lågt antal arter, hög andel fiskätande abborre, samt större fångst av abborre jämfört med mört.



## 5 PFAS I ABBORRE

I samband med undersökningen analyserades PFAS i muskelvävnad hos abborre i de två sjöarna. Muskelprover analyserades från 5 individer från Västra Ingsjön och tre från Östra Ingsjön. För lever gjordes ett samlingsprov för respektive sjö. Gränsvärdet för god status PFOS (Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat) i biota (fisk) är enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter 9,1 µg/kg vv (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Resultaten visar att gränsvärdena för PFAS överskrids för samtliga muskelprover i biota i Västra Ingsjön (Tabell 10). Totalhalten av PFAS (summa PFAS) är i samtliga prover mer än dubbelt så hög som gränsvärdet, och i två av de fem abborrar som analyserades är halterna mer än fyra gånger högre än gränsvärdet. Även halten av enskilda fraktioner överskrider gränsvärdet och är i majoriteten av proverna mer än dubbelt så hög som gränsvärdet.

I referenssjön Östra Ingsjön ligger halterna för samtliga muskelprover under gränsvärdet (Tabell 11). Två av de tre abborrar som analyserades hade halter som ligger strax under gränsvärdet, medan den tredje endast hade ca hälften så hög halt jämfört de andra de två abborrarna. Variationen skulle kunna förklaras med att abborren med lägre halt (prov 425) var betydligt mindre till storleken (trots samma ålder) och troligtvis gjort skiftet från planktonätande till fiskätande senare än de andra individerna.

För samlingsprovet med lever överskrider halterna gränsvärdet i båda sjöarna, men halten är betydligt högre i Västra Ingsjön jämfört med referenssjön. Totalhalten av PFAS (summa PFAS) är ca 4,5 gånger högre i proverna från Västra Ingsjön jämfört med Östra Ingsjön.

Tabell 10. Sammanställning av summahalter av PFOS, PFAS 4, PFAS 11, PFAS 21 och totalhalt PFAS i abborre i Västra Ingsjön. \*Laboratoriets summering, beräknad genom att sätta rapporteringsgränsen till noll. \*\*NIRAS summering, beräknad genom att sätta rapporteringsgränsen till noll.

Västra Ingsjön							
Prov		273	274	277	280	310	273, 274, 277, 280, 310
Del		Muskel	Muskel	Muskel	Muskel	Muskel	Lever
Längd (mm)		277	338	192	237	442	Samlingsprov
Vikt (g)		262	548	75	146	1 133	Samlingsprov
Ålder (år)		8	-	3	8	19	
Substans	Enhet						
PFOS	µg/kg vv	32	16	17	31	19	360
Summa PFAS 4*	µg/kg vv	32	16	17	31	19	360
Summa PFAS 11**	µg/kg vv	33	16	17	32	19	370
Summa PFAS 21**	µg/kg vv	38	19	19	36	26	430
Summa PFAS*	µg/kg vv	40	21	21	37	27	470

Tabell 11. Sammanställning av summahalter av PFOS, PFAS 4, PFAS 11, PFAS 21 och totalhalt PFAS i abborre i Östra Ingsjön.  
 \*Laboratoriets summering, beräknad genom att sätta rapporteringsgränsen till noll. \*\*NIRAS summering, beräknad genom att sätta rapporteringsgränsen till noll.

Östra Ingsjön					
Prov		424	425	488	424+425+488+495
Del		Muskel	Muskel	Muskel	Lever
Längd (mm)		231	203	434	Samlingsprov
Vikt (g)		122	78	1 032	Samlingsprov
Ålder (år)		4	4	10	
Substans	Enhet				
PFOS	µg/kg vv	3,7	2,1	2,6	44
Summa PFAS 4*	µg/kg vv	3,8	2,1	2,6	44
Summa PFAS 11**	µg/kg vv	4,2	2,3	3,9	53
Summa PFAS 21**	µg/kg vv	6,7	3,3	7,6	89
Summa PFAS*	µg/kg vv	7	3,5	8,4	98

Från och med den 1 januari 2023 gäller gränsvärden i livsmedel för fyra PFAS-föreningar samt summan av dessa föreningar enligt Europaparlamentets och rådets förordning ((EU) 2022/2388). Gränsvärdena gäller för alla EUs medlemsländer. För muskelkött från abborre (och andra arter av insjöfisk) är gränsvärdet i livsmedel 45 µg/kg vv alltså betydligt högre jämfört med gränsvärdet för god status för ytvatten. Vid jämförelse mellan gränsvärdet för abborre och de uppmätta halterna från abborre i sjöarna så ligger totalhalten (summa PFAS) av PFAS i Västra Ingsjön under gränsvärdet. Två av proven ligger dock i närheten av gränsvärdet (prov 273 och 280). De högsta halterna hittades i de två abborrar som var 8 år gamla, medan halterna i de två större abborrarna som analyserades (varav den ena var 19 år) var lägre. Det går därmed inte att dra slutsatser om att halten av PFAS hos abborre i sjön korrelerar med storleken. Totalhalterna hos de analyserade abborrarna i Östra Ingsjön underskrider gränsvärdet för PFAS i abborre med marginal.

## 6 SLUTSATS

Antalet abborre som fångades vid årets provfiske var högt i båda sjöarna jämfört med tidigare undersökningar. Det finns ingen skillnad i artsammansättning mellan sjöarna. Åldersbestämning visar att ett stort antal av de abborrar som fångades i årets undersökning var antingen årsyngel eller ettåringar. Detta är något som skiljer sig från tidigare års undersökningar där antalet noll och ettåringar bedömts som låg. Skillnaden skulle delvis kunna bero på att en nyare variant av provfiskenät med mindre maskstorlek användes vid årets provfiske. Enligt årets resultat finns det en tillfredsställande reproduktion av abborre i båda sjöarna.

Även för mört var antalet som fångades vid årets provfiske större jämfört med tidigare år och individerna var generellt mindre till storleken än tidigare år. Trots detta visar resultatet på få årsyngel i fångsten vilket skulle kunna förklaras med att de yngre mörtarna håller sig till grundare vegetationsrika områden som inte representeras vid nätprovfiske.

Vid årets provfiske fångades även ett betydligt större antal nors i båda sjöarna jämfört med tidigare undersökningar. Det är osäkert om denna förändring beror på vilka skötar som användes eller om norsbeståndet sedan tidigare undersökningar tillväxt, men det kan konstateras att det finns ett livskraftigt pelagiskt fisksamhälle (inklusive norsbestånd) i båda sjöarna.

Beräkning av ekologisk status hos fisk i sjön (indexet EQR8) visar att Västra Ingsjön har måttlig status medan Östra Ingsjön har dålig status. Den främsta anledningen till de låga klassningarna är det låga antal arter som påträffats i sjöarna under både årets provfiske (och även tidigare års). Sammantaget har sjöarna liknande förhållanden med lågt antal arter i sjöprovfisket, hög andel fiskätande abborre, samt större fångst av abborre jämfört med mört. Den låga klassningen i referenssjön Östra Ingsjön beror på att indexet är känsligt för såväl låga som höga värden på de ingående parametrarna. Uppmätt värde för parametrar kopplade till biomassa och medelvikt var betydligt högre än förväntat värde för Östra Ingsjön vilket ledde till klassningen dålig status. I Västra Ingsjön var skillnaden mellan uppmätt och förväntat värde mindre för samma parametrar med klassningen otillfredsställande som följd.

Jämförelsen av GSI- och LSI-värden visade ingen skillnad mellan sjöarna i årets undersökning. Analyser av PFAS i abborre visar dock tydligt att abborre i Västra Ingsjön innehåller högre halter (som överskrider Havs- och vattenmyndighetens gränsvärden) jämfört med referenssjön. Den sammanvägda bedömningen från årets provfiske är att det inte går att se någon påverkan på fisksamhället i recipienten Västra Ingsjön orsakad av miljöbelastande ämnen.

## 7 REFERENSER

- Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2022/2388 av den 7 december 2022 om ändring av förordning (EG) nr 1881/2006 vad gäller gränsvärden för högflourerande ämnen i vissa livsmedel. (L 316/38). Europeiska Unionens Officiella Tidning. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R2388&qid=1671108153252&from=SV>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.
- Holmgren, K., & Kinnerbäck, A. (2017). Bedömning av ekologisk status med nya svensk-norska index för fisk i sjöar (Version 2017-12-08). Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/databaser/nors/underlagimplementeringno-seindexfisksjoar-r2.pdf>
- Naturvårdsverket. (1997). Handbok för miljöövervakning. Hälsotillstånd hos fisk - biokemiska och fysiologiska biomarkörer i abborre och tånglake, Arbetsmaterial.
- SLU Artdatabanken. (2023). Sarv—Naturvård från SLU Artdatabanken. <https://artfakta.se/>
- Svedäng, H. (1993). Mörtens (*Rutilus rutilus*) livshistoria. Fiskeriverket. Kustlaboratoriet.

## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

