

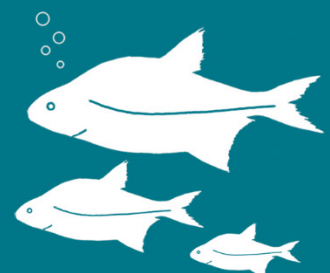
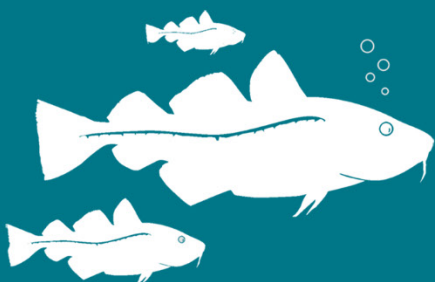


Aqua notes 2023:23

Miljöövervakning – Elprovfiske i trendvattendrag 2022

Joacim Näslund och Helena Strömberg

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Miljöövervakning – Elprovfiske i trendvattendrag 2022

Environmental monitoring – Electrofishing in trend rivers 2022

Joacim Näslund, <https://orcid.org/0000-0003-1091-2225>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Helena Strömberg, <https://orcid.org/0009-0001-5831-8711>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Rapportens innehåll har granskats av:

Björn Rogell, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Kerstin Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Havs- och vattenmyndigheten, Dnr xxx-xx (SLU-ID: xxxxx)

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från uppdragsgivarens sida.

Rekommenderad citering:	Näslund, J. Strömberg, H. (2023). Miljöövervakning – Elprovfiske i trendvattendrag 2022. Aqua notes 2023:23. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. https://doi.org/10.54612/a.e02jkqa2j1
Publikationsansvarig:	Noél Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Redaktör:	Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår:	2023
Utgivningsort:	Uppsala
Illustration framsida:	Torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; Braxen (t.h.): SLU
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Aqua notes
Delnummer i serien:	2023:23
ISBN (elektronisk version):	978-91-8046-709-4
DOI:	https://doi.org/10.54612/a.e02jkqa2j1
Nyckelord:	miljöövervakning, elfiske, öring, trendvattendrag, främmande arter

Sammanfattning

Denna rapport utgör redovisningen av 2022 års elfisken inom delprogrammet *Trendstationer Vattendrag; Elprovfiske* inom Nationella miljöövervakningens *Programområde Sötvatten* (Havs- och vattenmyndigheten). Resultat presenteras både översiktligt för året 2022 och i ett trendperspektiv som täcker åren 2007 – 2022. Rapporten ersätter tidigare års Promemorior (PM) som levererats till Havs- och vattenmyndigheten, med syfte att göra rapportering och analyser mer tillgängliga.

Delprogrammet *Trendstationer Vattendrag* utförs årligen på provplatser som ansetts ha förutsättningar för att härbärgera juvenil öring (*Salmo trutta*). Elprovfiske i *Trendstationer Vattendrag* har utförts enligt undersökningstypen *Fisk i rinnande vatten – Vadningselfiske*. Ekologisk status beskrivs enligt bedömningsgrunden *VIX (Vattendragsindex)*. Sammanlagt elfiskas 102 provplatser i 29 vattendrag inom programmet. Samtliga provplatser provfiskades under 2022 och de flesta har fiskats varje år sedan 2007.

Totalt fångades 17 fiskarter och en kräftart. Den vanligaste fiskarten var öring, vilken fångades i samtliga vattendrag. Ekologiska trender, baserade på tolkningar av fiskfaunans sammansättning, var överlag stabila över tid. Tätheten av öring minskade dock i flera vattendrag omkring år 2018, vilket också påverkade bedömning av ekologisk status enligt bedömningsgrunden VIX. Ingen tydlig generell återhämtning har ännu kunnat observeras jämfört med år 2016, det genomsnittligt bästa året i tidsserien vad gäller öringtäthet och ekologisk status. Den genomsnittliga ekologiska statusen i vattendragen ligger ändå över gränsen för God status enligt VIX. Det finns dock variation inom alla bedömda variabler mellan och inom vattendrag.

Potentiella trendbrott som noteras kring år 2018 tolkas vara potentiellt beroende av torka och/eller höga temperaturer associerade till den extrema sommaren 2018. I några vattendrag verkar öringen vara negativt drabbad i flera år efter 2018, men vidare analyser på ett större dataunderlag behövs för att bedöma effekterna grundligare.

Summary

This report constitutes the reporting of the 2022 electrofishing within the Swedish long-term environmental monitoring program (Swedish Agency for Marine and Water Management; SwAM). Results for the year 2022 are overviewed, along with long-term trends for the period 2007-2022. The report replaces previous years' memoranda ('PM') delivered to SwAM, with the aim of making reporting and analyzes more accessible.

The monitoring within the electrofishing program is carried out annually, at sites that are considered to have good conditions to hold juvenile brown trout (*Salmo trutta*). Electrofishing was carried out according to a national standard and ecological status is described according to the fish-based index VIX. In total, electrofishing within the program is conducted at 102 sites in 29 rivers. All stations were sampled in 2022, and the majority of them have been fished every year since 2007.

A total of 17 fish species and one crayfish species were caught across all sites. The most common fish species was brown trout, which was caught in all rivers. Ecological trends, assessed based on the fish fauna, were generally stable over time, but the density of trout decreased in several watercourses from the year 2018, which also affected assessment of ecological status according to the assessment basis VIX. No clear general recovery has yet been observed compared to the year 2016, when the highest average trout density and ecological status in the time series was reached. The average ecological status of the water bodies is still above the limit for Good status, on average, according to VIX. However, there is variation within all assessed variables between and within water bodies.

Possible trend breaks around 2018 are interpreted as potential effects of drought and/or high temperatures associated to the extreme summer 2018. In some rivers, the trout appear to be negatively affected over several years after 2018, but further analyzes on a larger data set are needed to assess such effects more thoroughly.

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	6
2. Metod	8
Datatillgänglighet	9
3. Resultat och diskussion	11
3.1. Resultat - summering	11
3.2. Biologisk mångfald	14
3.3. Öring.....	15
3.4. Toleranta och intoleranta arter	18
3.5. Vattendragsindex VIX och ekologisk status	20
3.6. Främmande arter	22
3.7. Flodkräfta.....	25
3.8. Slutsats	25
Referenser.....	27

1. Introduktion

Delprogrammet *Trendvattendrag* instiftades i sin nuvarande form 2007 som en del av Naturvårdsverkets revision av programområde *Sötvatten*, inom den nationella samordnade miljöövervakningen. Det reviderade delprogrammet ersatte det tidigare delprogrammet *Referensstationer – rinnande vatten*. Avsikten var ett långsiktigt löpande program som kan nyttjas för att i) beskriva tillstånd och storskaliga förändringar i vattenmiljön, ii) att bedöma hotbilder och eventuella behov av åtgärder, samt iii) att beskriva mellanårsvariation och trender, i ett representativt urval av små och medelstora vattendrag i Sverige (Naturvårdsverket, 2007). Samma provtagningsstationer undersöks idag på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten som en del av delprogrammet *Trendstationer Vattendrag* inom *Miljöövervakningens Programområde Sötvatten* (Havs- och vattenmyndigheten, 2023a).

Vattendrag som inkluderas i delprogrammet har, med avseende på fisk, valts ut baserat på en rad kriterier (Bergquist, 2006). Eftersom rapporten som beskriver dessa kriterier idag är svår att få tag på summeras urvalskriterierna för inkluderade vattendrag här:

- öring ska förekomma
- fisktätheten ska vara relativt god (minst 5 individer/100 m²) med hänsyn till geografisk region
- ekologisk status ska vara god enligt nya bedömningsgrunder för fisk
- avrinningsområdet ska vara i storleksintervallet 10 km² – 600 km²
- någorlunda jämn fördelning mellan olika FAME¹-regioner
- andel skogsmark/kalfjäll skall helst överstiga 60 %
- ingen kalkning
- inga sura eller försurade (pH > 6,0) vattendrag
- tidigare undersökningar ska finnas; helst långa tidsserier med avseende på elfiske eller vattenkemisk provtagning

¹ FAME - Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (EU-projekt). Inkluderade regioner: 1a = fjällkedjan, 1b = Norrlands inland, 2 = Norrlands kustland under högsta kustlinjen (HK) 3 = Götaland och Värmland över HK, 4 = ostkusten under HK och 5 = västkusten under HK.

Värt att notera är att vissa av de inkluderade vattendragen hade påvisad påverkan på avrinningsområdesnivå, t.ex. vad gäller övergödning och försurning/kalkning, på grund av svårigheter att hitta tillräckligt antal opåverkade vattendrag i vissa regioner (speciellt i västra och södra Götaland) (Bergquist, 2005, 2006). Analyser utgår dock generellt från att vattendragen har liten påverkan av mänsklig aktivitet (se t.ex. Havs- och vattenmyndigheten, 2023a; Sveriges vattenmiljö, 2023). Ingående trendstationer visas i Figur 1 och detaljerad information om provplatser finns i VISS² (VISS, 2023) och Svenskt Elfiskeregister (SERS, 2023).

Åtta av de provfiskade vattendragen ingick även i föregångaren till det nuvarande delprogrammet. Viskansbäcken är det enda av de nuvarande vattendragen som fanns med redan när fiskövervakning kom med i den nationella miljöövervakningen 1994, och i ytterligare sju startade tidsserier under 1998-2001. Vi valde dock att fokusera denna redovisning på årliga elfiskedata från 2007-2022 (d.v.s. tidsperioden för det pågående delprogrammet).

Data från övervakningsprogrammet ska kunna användas för att följa upp de nationella miljö kvalitetsmålen *Levande sjöar och vattendrag*, *Bara naturlig försurning*, *Giffri miljö*, *Ingen övergödning* och *Ett rikt växt- och djurliv* (Naturvårdsverket 2023), samt utgöra en del av den kontrollerande övervakningen enligt Vattenförvaltningsförordningen 2004:660. Vissa data används även inom internationell rapportering.

Delprogrammet består av flera olika typer av undersökningar, inkluderande både biologiska (fisk, bottenfauna, kiselalger) och vattenkemiska variabler. Vadningselfiske i trendvattendrag utförs årligen som en del av *Trendstationer Vattendrag*, på provplatser som ansetts ha förutsättningar för att hysa öring (*Salmo trutta*). Uppdraget organiseras av Institutionen för akvatiska resurser (Sveriges lantbruksuniversitet) och utförs delvis av personal på institutionen och delvis av elfiskekonsulter runt om i landet. Samtliga data som samlas in under elfiskena lagras i den nationella databasen *Svenskt elfiskeregister* (SERS, 2023).

² VISS – Vatteninformationssystem Sverige: NMÖ, Vattendrag trendstationer:
<https://viss.lansstyrelsen.se/MonitoringPrograms.aspx?monitoringProgramID=342&monitoringProgramSurveyID=881&tab=Surveys>

2. Metod

Elprovfiske i vattendrag utförs enligt undersökningstypen *Fisk i rinnande vatten – Vadningselfiske* (Havs- och vattenmyndigheten 2017³), vilken är en standardiserad metod som utförts i Sverige och Europa under en lång tid (Bohlin m.fl., 1989; SIS, 2006; Bergquist m.fl., 2014). Metodiken som används är kvantitativt elfiske med tre utfisken och elfiskeprovplatserna uppfyller krav för miljöövervakning enligt HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Vid mycket låg vattenföring kan avfiskad yta understiga rekommendationer angivna i undersökningstypen (Havs- och vattenmyndigheten, 2017), men det anses vara viktigare att bibehålla en konstant provplatssträcka, snarare än att expandera avfiskad vattendragslängd för att uppnå en större fiskad yta. Elfisken bedrivs i augusti till september, på datum som matchar föregående års fiskedatum så nära som möjligt (undantag kan bero på höga vattenflöden som omöjliggör elfiske). Fiskeperioden är vald baserat på förväntad förekomst av årsungar av laxfisk under hösten och elfiskedatum matchas från år till år för att tätheterna av årsungar skall vara jämförbara (en naturlig progressiv minskning av tätheterna sker över sommar och höst vilket gör det viktigt att bedriva provfiskena vid samma tidpunkt varje år; Mortensen, 1977).

Samtliga 102 provplatser i alla de 29 vattendrag som ingår i programmet provfiskades under 2022. Data analyseras i denna rapport huvudsakligen med hjälp av icke-linjära loess-regressioner (spann: $\alpha = 0,4$) och deras 95 % konfidensband för skattat medelvärde. Analyserade biologiska variabler är antal fångade arter och fisktäthet (dels för öring och dels för alla arter sammanslagna) per provplats och år. Tätheter (antal/100 m²) beräknades via elfiskeprotokollens makron med Zippin-metoden som baseras på succesivt utfiske (för detaljer, se: Bohlin m.fl., 1989; Bergquist m.fl., 2014). Vidare analyserades två index, ett diversitetsindex för beskrivning av biologisk mångfald i fångsterna (Simpsons index, D ; Simpson, 1949) och ett index för bedömning av ekologisk status (Vattendragsindex, VIX; Beier m.fl., 2007).

³ Vid rapportens publicering finns en uppdaterad uövervakningsmanual (version 2.0), se referens: Havs- och vattenmyndigheten (2023c). Vid tidpunkten för fisket 2022 var dock denna inte ännu fastställd.

För Simpsons diversitetsindex innebär avsaknad av fisk i fångsten att D inte kan definieras. I analyserna av data anges i dessa fall ett värde $D = 0$. Värdet $D = 0$ är det som erhålls om man enbart fångar en art (enartssamhällen har ingen artdiversitet). Vi anser att det är bättre att ange $D = 0$ för avsaknad av fisk än att exkludera provplatser med avsaknad av fisk då det senare alternativet skulle överskatta medelvärdet på D på vattendragsnivå.

Vattendragsindex (VIX) är det fiskbaserade index som används inom arbetet med att bedöma ekologisk status på vattenförekomster i vattendrag i Sverige (Beier m.fl. 2007; Havs- och vattenmyndigheten 2019). VIX baseras på sex bedömningsvariabler: 1) täthet av laxfisk (öring och lax), 2) andel toleranta individer, 3) andel litofila individer, 4) andel toleranta arter, 5) andel intoleranta arter, och 6) andel laxfiskarter med bekräftad reproduktion (förekomst av årsungar). Status bedöms på en femgradig skala: *Dålig*, *Otillfredsställande*, *Måttlig*, *God* och *Hög* status. Gränsen mellan *Måttlig* och *God* status är viktigast från förvaltningsperspektiv eftersom denna gräns utgör minimimålet för en vattenförekomst, enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). VIX beräknades enligt Beier m.fl. (2007) för varje provplats och år, och vattendragens klassificerade status baseras på medelvärdet av provplatsernas VIX-värden. Resultatbedömning och diskussion utgår huvudsakligen från huruvida ett trendvattendrag bedöms ligga över eller under gränsen för *God* ekologisk status (VIX = 0.467).

Datatillgänglighet

Data som använts i analyser finns att hämta via figshare (licens: CC0): <http://doi.org/10.6084/m9.figshare.24560203>. Data finns även tillgänglig via elfiskeregistret (SERS, 2023).

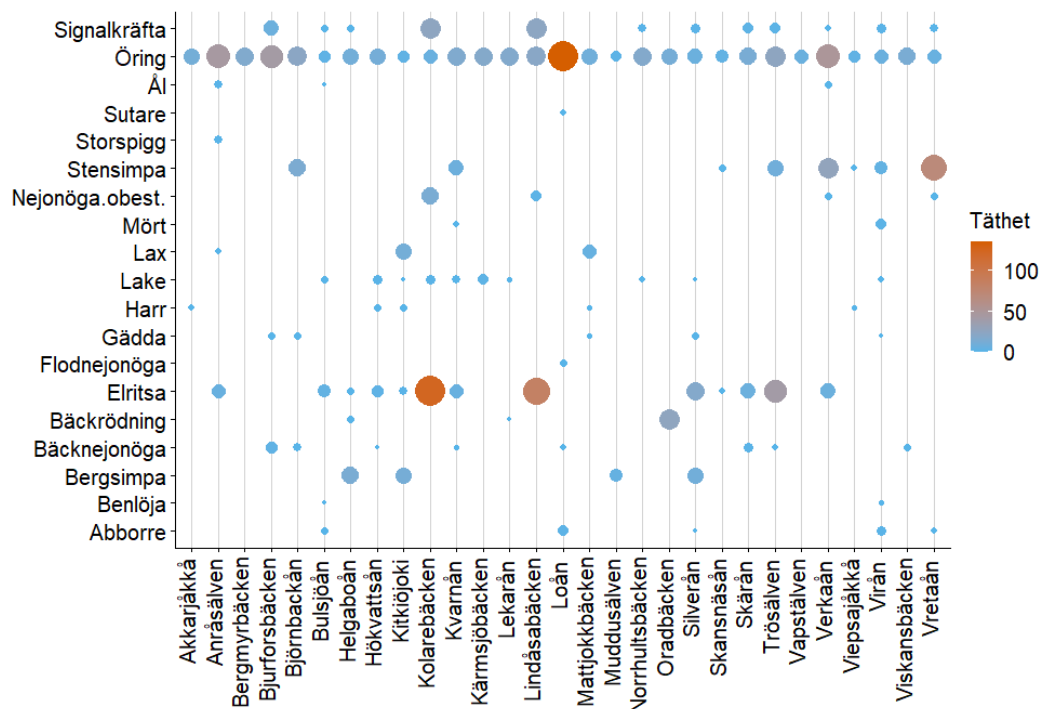


Figur 1. Karta över de 29 trendvattendrag som ingår i övervakningsprogrammet. Karta modifierad från Wikimedia Commons (användare: NordNordWest, CC BY-SA 3.0).

3. Resultat och diskussion

3.1. Resultat - summering

Totalt fångades 17 fiskarter (antaget att alla obestämda nejonögon är antingen flod- eller bäcknejonögon) och en kräftart (Figur 2). De vanligaste fiskarterna var öring (i samtliga vattendrag), elritsa (13 vattendrag) och lake (10 vattendrag). Den utrotningshotade ålen fångades i tre vattendrag och den främmande arten bäckrödning fångades i tre andra vattendrag. Den enda kräftarten som fångades var den invasiva arten signalkräfta (12 vattendrag).

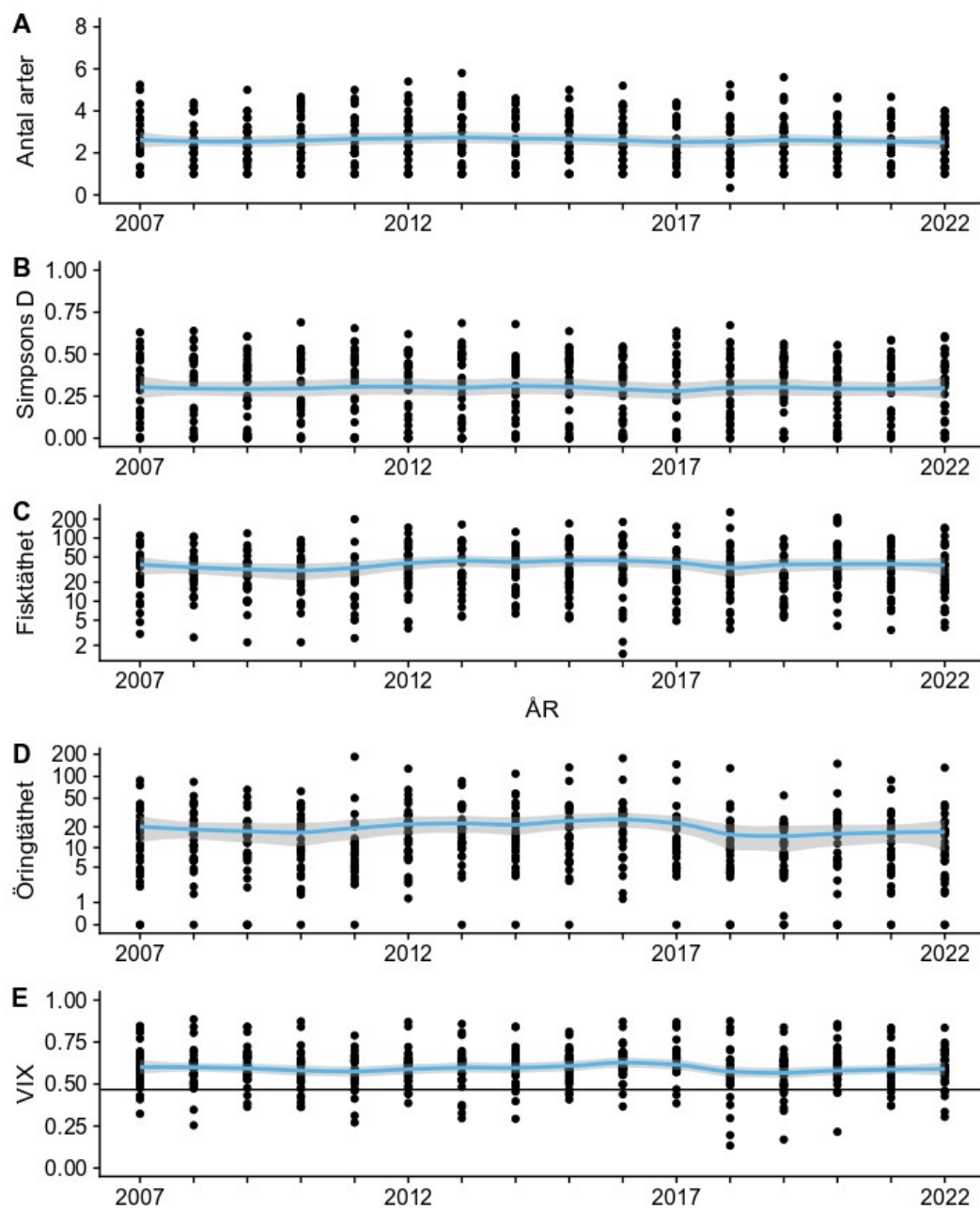


Figur 2. Artförekomst år 2022. Täthet (medeltäthet över alla provplatser i vattendraget; individer · 100 m⁻²) representeras av färg enligt skalan till höger och storlek på punkterna (punktstorlek representerar kvadratroten av tätheten).

Resultat från varje vattendrag år 2022 summeras i Tabell 1 och i Figur 3 visas en sammanställning över generella trender i artantal, Simpsons D , total fisktäthet, öringtäthet och VIX. Mellan vattendrag finns substantiell variation, men nationella trender är överlag stabila över tid; dock finns en tendens till minskad öringtäthet från år 2018, vilket också påverkar VIX (Figur 3D-E; se även stycke 3.3. och 3.5). Genomsnittlig ekologisk status, bedömd enligt VIX, ligger över gränsen för God status.

Tabell 1. Summering av elfisken vid trendstationer i vattendrag 2022 (ordning: norr till söder). Kolumner anger vattendragsnamn, antal provplatser inom vattendraget, typ av öringbestånd (vandrande eller strömlevande) och medelvärden för varje vattendrags ingående provplatser för antal arter, Simpsons diversitetsindex, täthet (antal per 100 m²) av toleranta (Tol.) och intoleranta (Intol.) fiskarter, total fisktäthet och täthet av öring, samt Vattendragsindex (VIX). Ekologisk statusbedömning baseras på VIX (klasser: Dålig, Otillfredsställande, Måttlig, God, Hög). Klassning av toleranta och intoleranta arter följer klassificeringen för beräkningar av VIX.

Nr	Trendvattendrag	Provplats (antal)	Bestånd (öring)	Arter	Simpsons index (D)	Tol.	Intol.	Fisk-täthet	Öring-täthet	VIX	Status
1	Kitkiöjoki	4	Ströml	3,8	0,61	0,0	26,3	27,4	2,6	0,577	God
2	Akkarjäkkå	3	Ströml	1,3	0,10	0,0	11,3	11,3	9,3	0,705	God
3	Muddusälven	3	Ströml	2,0	0,36	0,0	6,7	6,7	1,9	0,696	God
4	Viepsajäkkå	3	Vandr	1,7	0,19	0,0	3,9	3,9	3,1	0,683	God
5	Bergmyrbäcken	3	Ströml	1,0	0,00	0,0	17,4	17,4	17,2	0,644	God
6	Vapstälven	5	Ströml	1,0	0,00	0,0	6,8	6,8	6,2	0,835	Hög
7	Skansnäsån	3	Ströml	2,3	0,35	0,0	4,3	4,6	3,3	0,610	God
8	Mattjokkbäcken	3	Vandr	2,3	0,33	0,0	14,8	14,9	8,2	0,672	God
9	Kärmsjöbäcken	3	Ströml	2,0	0,19	0,0	19,0	21,4	18,6	0,578	God
10	Hökvattsån	4	Ströml	3,5	0,50	0,0	11,7	15,6	7,3	0,579	God
11	Kvarnån	3	Ströml	4,0	0,60	0,2	24,3	31,2	15,2	0,527	God
12	Lekarån	3	Vandr	1,6	0,02	0,0	17,9	18,6	16,3	0,592	God
13	Viskansbäcken	4	Ströml	1,3	0,09	0,0	13,9	13,9	7,8	0,609	God
14	Oradbäcken	4	Ströml	2,0	0,43	0,0	11,7	37,4	10,3	0,460	Måttl
15	Björnbackån	3	Ströml	3,3	0,35	0,0	38,5	38,9	22,6	0,508	God
16	Bjurforsbäcken	3	Ströml	1,7	0,16	0,0	45,9	46,3	30,6	0,639	God
17	Loån	3	Vandr	2,3	0,03	2,4	136,5	138,9	131,2	0,731	God
18	Trösälven	3	Ströml	3,3	0,53	0,0	34,9	76,7	24,3	0,706	God
19	Vretaån	3	Ströml	2,7	0,31	0,4	76,0	76,4	3,7	0,455	Måttl
20	Anråsälven	3	Vandr	3,7	0,26	1,7	45,3	53,0	41,0	0,335	Måttl
21	Kolarebäcken	3	Ströml	2,7	0,20	0,0	19,7	145,6	0,0	0,515	God
22	Bulsjöån	4	Ströml	3,8	0,53	0,6	2,7	7,8	1,7	0,428	Måttl
23	Helgaboån	3	Ströml	3,0	0,51	0,0	23,8	24,9	9,9	0,552	God
24	Lindåsabäcken	4	Ströml	2,5	0,33	0,0	23,6	107,7	17,4	0,647	God
25	Silverån	5	Ströml	4,0	0,45	0,1	17,2	36,6	6,3	0,570	God
26	Virån	5	Vandr	3,4	0,40	3,1	10,7	14,0	0,0	0,305	Måttl
27	Norrhultsbäcken	3	Ströml	1,3	0,03	0,0	18,6	19,0	17,1	0,588	God
28	Skårån	3	Ströml	3,0	0,43	0,0	14,2	21,8	12,1	0,747	Hög
29	Verkaån	6	Vandr	2,8	0,43	0,6	78,4	86,0	37,3	0,551	God

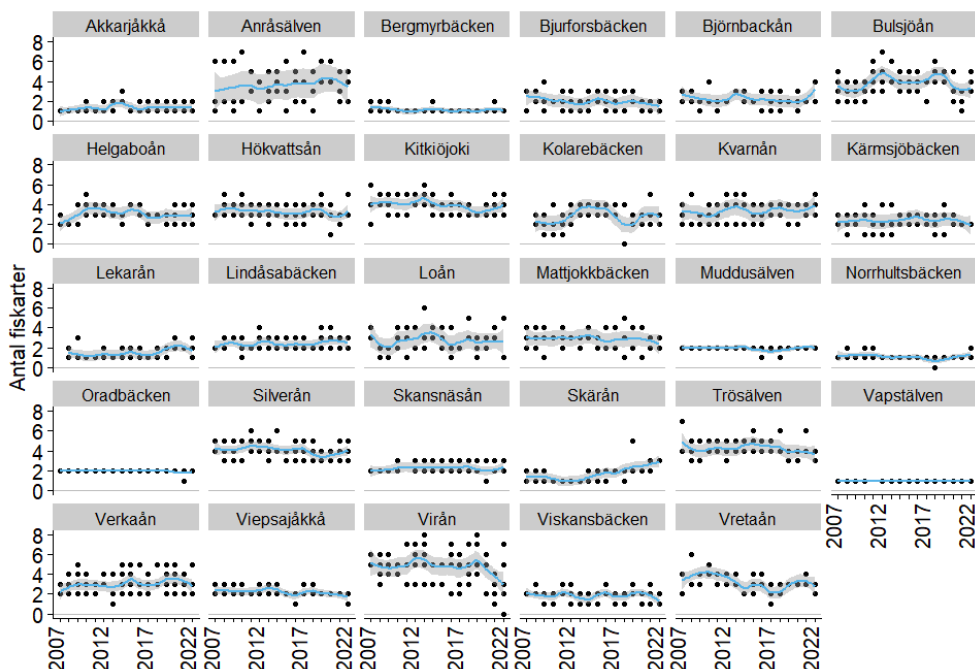


Figur 3. Trender över tid (som icke-linjära loess-regressioner, med 95 % konfidensband) för trendvattendragen, baserat på medelvärden för varje vattendrag. A) Antal arter. B) Simpsons index (D). C) Total fisktäthet (individer \cdot 100 m^2). D) Öringtäthet (individer \cdot 100 m^2); notera \log_{10} -skala på y-axel (se även Figur 2). E) Vattendragsindex (VIX), horisontell svart linje ($y = 0,467$) anger gränsen mellan Måttlig och God status. Notera att y-axeln i C och D visar en modifierad \log_{10} skala för att hantera nollvärden (data som plottas och analyseras är $T = \text{täthet} + 1$; skalan på y-axeln visar $T - 1$).

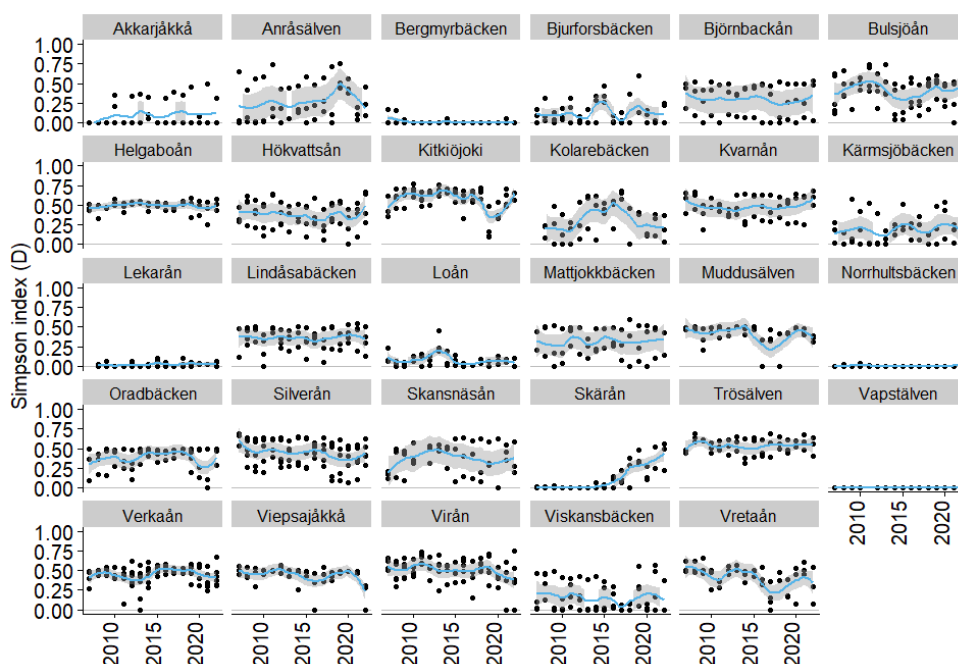
3.2. Biologisk mångfald

Artrikedomen är låg i de flesta ingående vattendrag (genomsnittet för samtliga ingående vattendrag är < 3 arter fångade på provfiskeplatserna; Figur 3A). Detta är dock naturligt för den typ av provfiskeplatser som fiskas inom programmet (d.v.s. typiska öringhabitat, med grunda hårbottenar och strömmande vatten). Trenden är relativt stabil i de flesta vattendragen, men substantiell variation både mellan provplatser och år kan noteras i vissa fall (Figur 4). Potentiellt finns en negativ trend i Virån och en positiv trend i Skärån.

Simpsons diversitetsindex (D), vilket även tar hänsyn till fördelningen av individer mellan arterna (Simpson, 1949), påvisar också relativt stabila trender över perioden 2007 – 2022 (Figur 5). Mellanårsvariation förekommer, men inga större avvikelser som inte återgår till den övergripande nivån noteras. Ett undantag är Skärån där diversiteten ökar sedan 2015, på grund av att antalet arter utöver öring ökat något och att fördelning mellan de förekommande arterna blir jämnare. Detta skulle kunna vara en indikation på att öringen har missgynnats i Skärån. Vissa vattendrag har värde $D = 0$, vilket oftast innebär att enbart en art förekommer (även avsaknad av fisk har angetts med $D = 0$, men detta gäller mycket få provplatser; för 2022 gäller detta enbart en provplats i Virån, se Figur 4).



Figur 4. Trender i antal påträffade fiskarter över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidsband för medelvärdet).



Figur 5. Trender i diversitet, enligt Simpson diversitetsindex D , över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet).

3.3. Öring

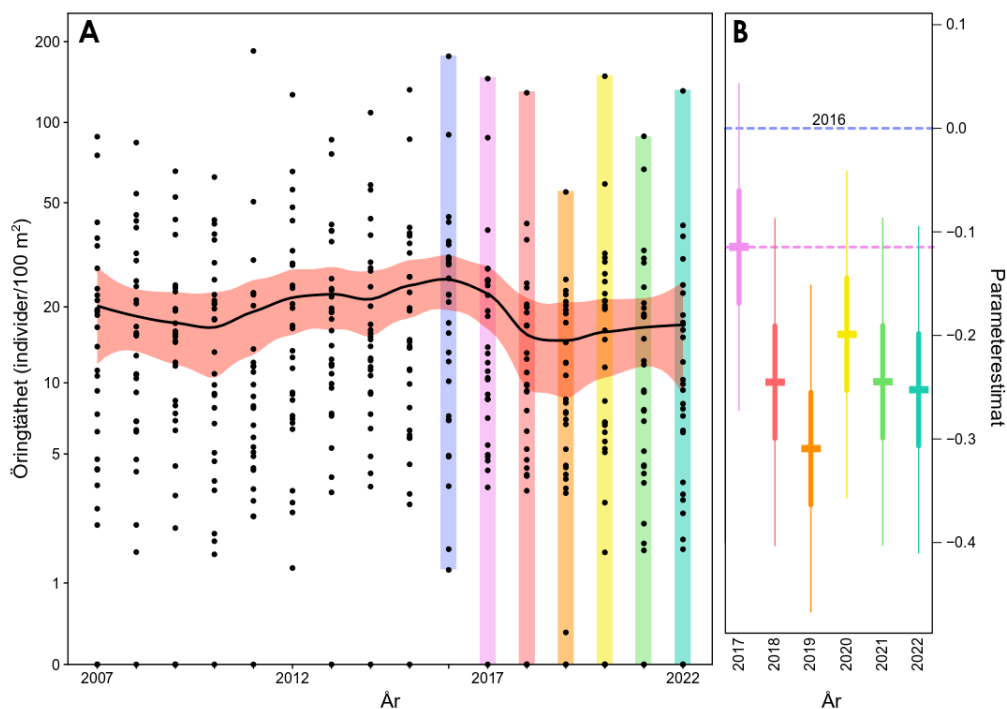
Trenden i genomsnittlig öringtätthet i trendvattendragen var relativt stabil fram till 2017. Från 2017 till 2018 syns dock en minskning i genomsnittlig täthet (Figur 6A), vilken kan ha orsakats av den för svenska förhållanden extremt varma och torra sommaren 2018 (Wilcke m.fl., 2020). En linjär modell⁴ över åren 2016-2022 indikerar att åren 2018 till 2022 har lägre täthet än 2016, vilket är ett av de bättre åren i den totala dataserien (Figur 6B). Enbart år 2019 är tydligt lägre än 2017. Efter 2019 pekar trendlinjen svagt uppåt, men det finns inga tydliga indikationer på generell förbättring. Öringen har dock överlevt i alla undersökta vattendrag.

Alla vattendrag påverkas inte nödvändigtvis på samma sätt av en varm och torr sommar, beroende på geografi och hur vattendragen och deras omgivning ser ut. För en mer detaljerad bild av trender i enskilda vattendrag presenteras separat data från samtliga ingående vattendrag i Figur 7 (total öringtätthet, alla åldersklasser) och Figur 8 (enbart täthet av årsungar). I dessa grafer har vi även markerat vilka provplatser som noterats vara påverkade av torra (röda punkter) enligt

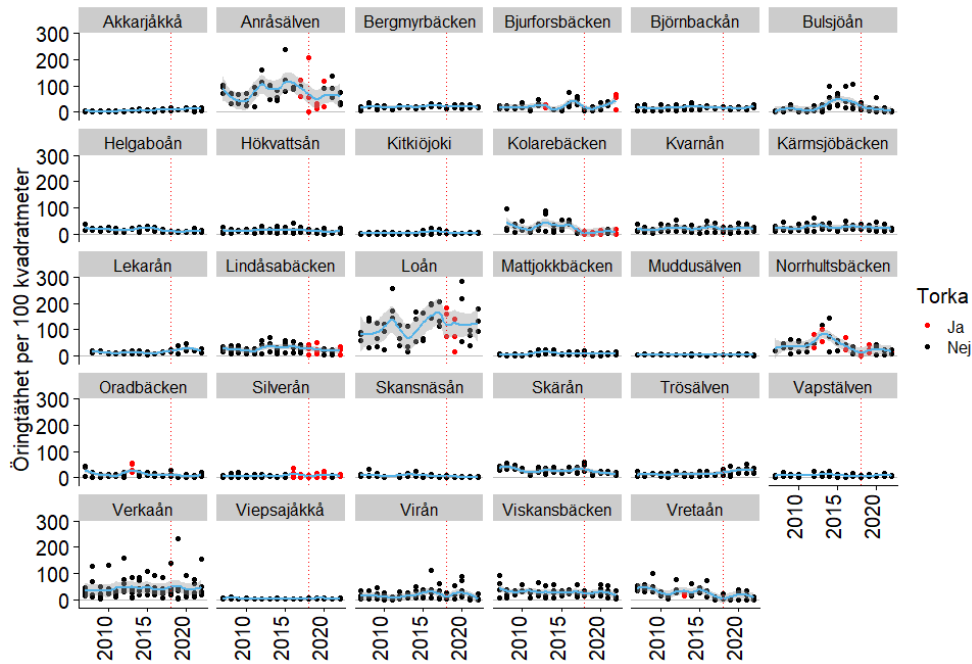
⁴ 'lmer'-funktionen i R-paketet lme4 (Bates m.fl. 2023): $\log_{10}(\text{öringtätthet} + 1) \sim \text{År} + (1|\text{Vattendrag})$

expertbedömning noterad i elfiskeprotokollen. Enbart sex vattendrag ansågs vara påverkade av torka 2018, vid tidpunkten för elfisket. Av dessa vattendrag syns en reduktion av öringtäthet (år 2018 eller 2019), jämfört med de närmast föregående åren, i Anråsälven, Loån och Norrhultsbäcken. I Loån har tätheterna av öring tidigare varit på likande låga nivåer, och i Norrhultsbäcken har den negativa trenden pågått redan innan 2018. Tolkningar angående 2018 års effekter bör därför göras med försiktighet. Tecken på potentiell återhämtning ses t.ex. i Anråsälven och Loån. Trender i öringpopulationer har visats bero på geografiskt läge och storlek på vattendrag (Donadi m.fl., 2023), och de 29 vattendrag som ingår i det redovisade programmet utgör inte ett tillräckligt underlag för detaljstudier.

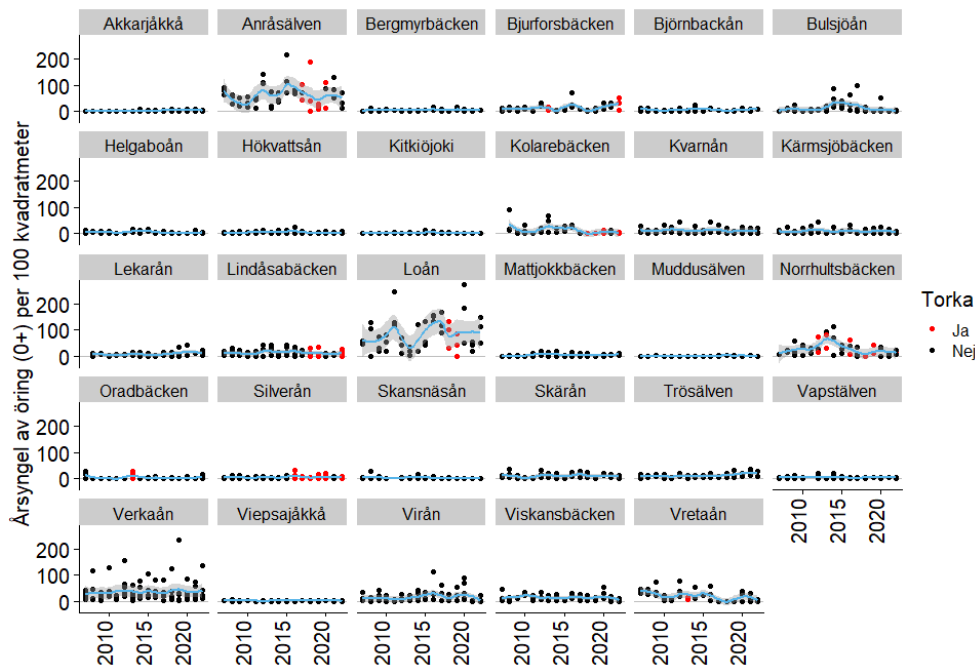
Torka observerades även 2022 i Bjurforsbäcken, Kolarebäcken, Lindåsabäcken och Silverån. I Bjurforsbäcken hade den mest uppströms liggande provplatsen enligt lokalbefolkningen varit helt torr en tid innan elfisket.



Figur 6. Trend över tid för genomsnittlig öringtäthet (individer/100 m²). A) Graf visar samma data som Figur 3D (varje datapunkt representerar ett medelvärde för ett trendvattendrag), men här i ett större utsnitt för att bättre visualisera trenden. Färgade staplar markerar år som jämförts statistiskt. Notera att y-axeln visar en modifierad log₁₀ skala för att hantera nollvärden (data som plottas och analyseras är $T = \text{täthet} + 1$; skalan på y-axeln visar $T - 1$). B) Parameterestimat från linjär modell som jämför åren från 2016 (blå referenslinje) till 2022. Negativa värden indikerar genomsnittlig minskning jämfört med 2016 ($y = 0$). Feta felstaplar visar 1 standardavvikelse, smala felstaplar visar 2 standardavvikelser. Även referenslinje för 2017 har ritats ut (rosa).



Figur 7. Öringtätthet, alla åldersklasser (individer/100 m²). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet). Om torka noterats påverka en provplats är den representerande datapunkten röd och år 2018 markeras med en röd punkterad vertikal linje.



Figur 8. Öringtätthet, årsungar (individer/100 m²). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet). Om torka noterats påverka en provplats är den representerande datapunkten röd.

3.4. Toleranta och intoleranta arter

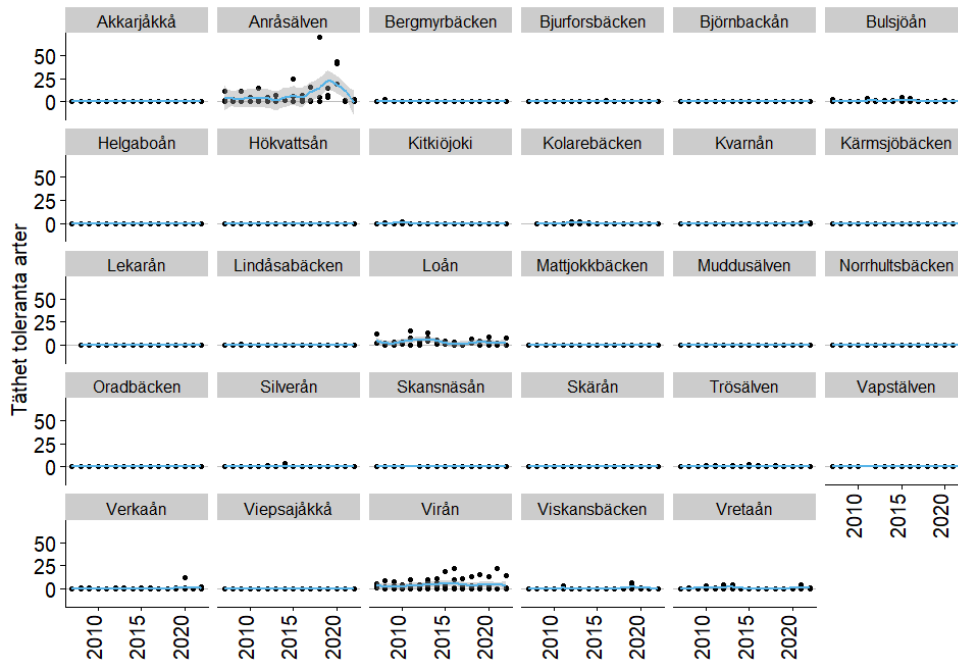
Arter som listas⁵ som antingen generellt toleranta eller generellt intoleranta mot olika påverkansfaktorer har ofta en signifikant inverkan på Vattendragsindex (VIX), eftersom proportionen av dessa arter ingår i beräkningen av indexet (Beier m.fl. 2007). Förekomst av toleranta arter drar ner VIX-värdet och förekomst av intoleranta arter ökar VIX-värdet. Information om dessa arter därför användbar för tolkning av VIX.

Toleranta arter förekommer på provplatserna i främst Anråsälven (ål, storspigg och enstaka individer av mört), Loån (abborre, mört och sutare) och Virån (abborre, benlöja, och enstaka individer av ål). Ytterligare vattendrag har sporadisk förekomst av toleranta arter, men med låga fångstantal. År 2022 fångas följande toleranta arter: *abborre* i Bulsjöån och Loån; *benlöja* i Bulsjöån och Virån; *mört* i Kvarnån och Virån; *storspigg* i Anråsälven; *sutare* i Loån; *ål* i Anråsälven, Bulsjöån och Verkaån.

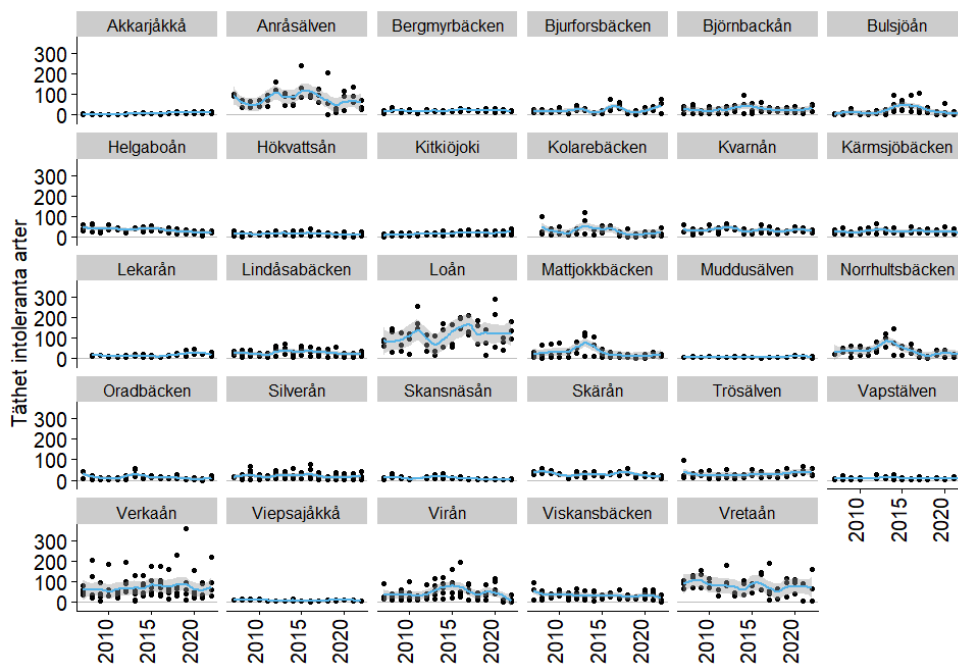
Förekomst av enstaka individer av toleranta arter kan ibland bidra orimligt mycket till låga värden på VIX. Flera av de toleranta arterna är toleranta mot syrebrist och trivs i stillastående vatten, vilket kan ha ett indikativt värde. Ålen däremot är en habitatsgeneralist och förväntas förekomma även i vatten som huvudsakligen förknippas med höga naturvärden, såsom typiska laxfiskehabitat. Förekomst av ål kan därmed ge en omotiverad negativ signal för ett vattendrag när ekologisk status bedöms baserat på VIX (se Näslund m.fl., 2022). I trendvattendragen verkar dock inte ålen ha någon betydande påverkan på klassificeringar av ekologisk status. I Anråsälven och Bulsjöån förekommer även andra toleranta arter, vilket gör att ålens specifika effekt på VIX minskar (eftersom det framför allt är förekomst av någon tolerant art, oavsett vilken, som ger en kraftig negativ effekt; Näslund m.fl., 2022) och i Verkaån nås God status trots fångst av ål. Trenderna är stabila (Figur 9), förutom i Anråsälven, där en uppåtgående trend brutits på senare år. Höga tätheter av toleranta arter 2018 och 2020 har berott på större mängder storspigg och ål och dessa arter verkar mer eller mindre ha försvunnit från provplatserna sedan dess.

Intoleranta arter förekommer i alla undersökta vattendrag. Huvudsakligen rör det sig om öring, men även lax, harr, nejonögon, samt berg- och stensimpa fångas (Figur 10; se även Figur 2). Trenderna i täthet för intoleranta arter följer i stort sett trenderna för öring (stycke 2.3).

⁵ Listan finns i rapporten som beskriver utvecklingen av VIX (Beier m.fl., 2007).



Figur 9. Trend över tid för genomsnittlig täthet av toleranta arter (individer \cdot 100 m⁻²). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet).

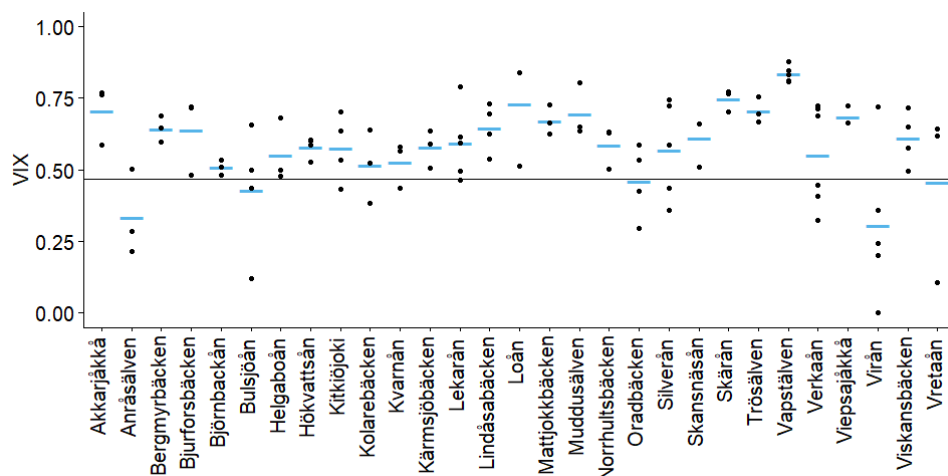


Figur 10. Trend över tid för genomsnittlig täthet av intoleranta arter (individer \cdot 100 m⁻²). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet).

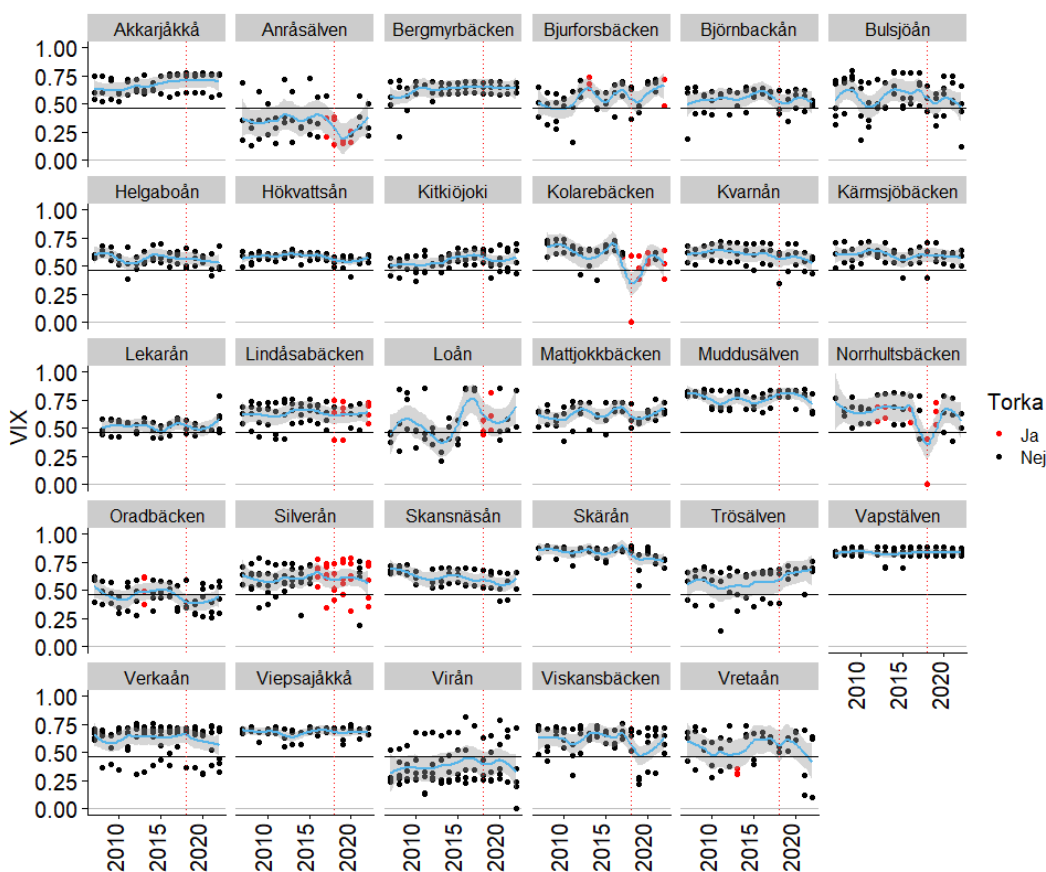
3.5. Vattendragsindex VIX och ekologisk status

Fem vattendrag nådde inte kategorin God status år 2022 (Tabell 1; Figur 11). Samtliga av dessa vattendrag hade dock åtminstone en provplats med ett värde över gränsen för God status. Låga VIX-värden beror på flera olika orsaker, beroende på vilken eller vilka av de ingående indikatorvariablerna som drar ner värdet på det multimetriska indexet. Generellt spelar förekomst av toleranta arter och/eller lägre än förväntad täthet av laxfisk (öring och lax) in som de vanligaste negativa faktorerna; toleranta arter har en stark negativ effekt (Näslund m.fl. 2022) och laxfisk påverkar i princip samtliga indikatorvariabler (Beier m.fl. 2007). Sex vattendrag som klassas att ha God status, baserat på medelvärdet av provplatserna, har ändå en till tre provplatser som faller under gränsen för God status, vilket kan indikera lokala problem inom vattendraget (detaljerade undersökningar krävs för att reda ut om så faktiskt är fallet).

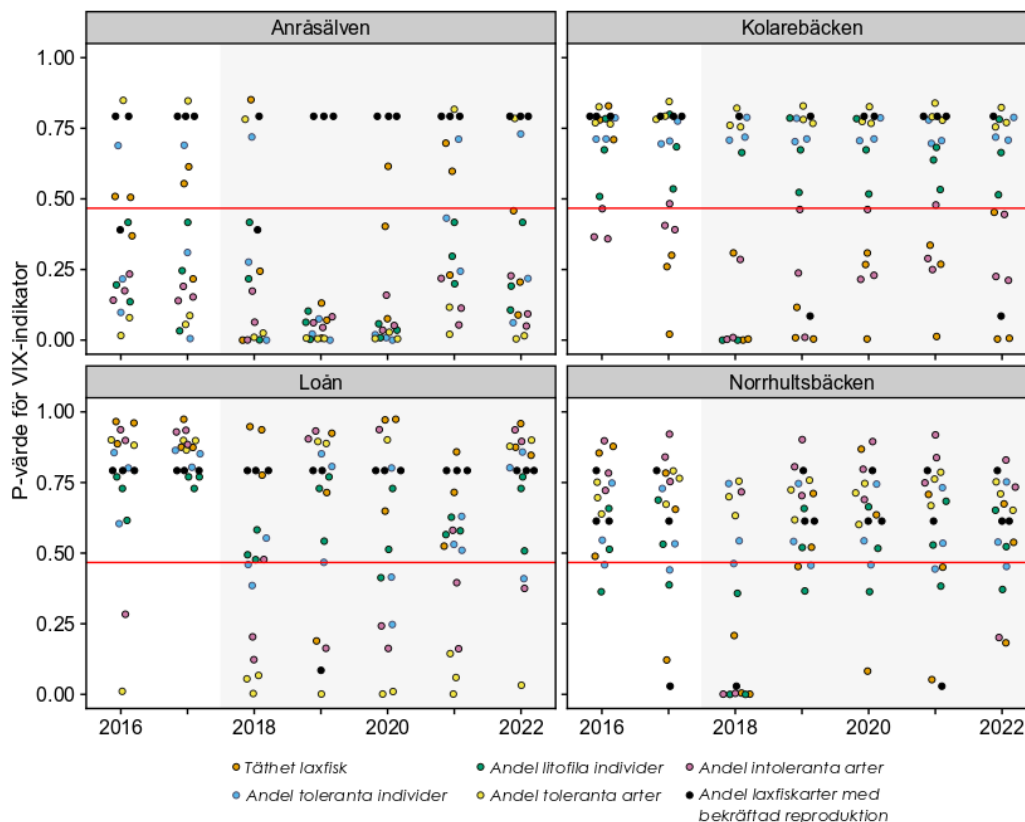
Trenderna i VIX över tid är överlag stabila med avseende på huruvida vattendraget klassas att ligga över eller under gränsen för God status. Dock finns i några fall substantiell variation mellan olika tidsperioder. I fyra fall syns potentiella effekter av extremvintern 2018 (Wilcke m.fl., 2020): Anråsälven, Kolarebäcken, Loån och Norrhultsbäcken. I tre av dessa vattendrag (Anråsälven, Kolarebäcken och Norrhultsbäcken) är låga VIX-värden associerade till reduktioner i öringbestånden, vilket påverkar flera VIX-indikatorer negativt (Figur 13). I Loån är det främst toleranta arter som påverkar VIX negativt (minskar värden för indikatorerna andel toleranta arter och andel intoleranta arter).



Figur 11. VIX-värden för samtliga ingående provplatser år 2022, fördelade på de vattendrag de tillhör. Blå horisontella streck anger medelvärdet och den avgränsande svarta horisontella linjen anger gränsen mellan Måttlig och God status (0,467).



Figur 12. Trender i VIX över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blå linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression, grå skuggning runt glidande medelvärde indikerar 95 % konfidensband för medelvärdet). Om torka noterats påverka en provplats är den representerande datapunkten röd.



Figur 13. Sammanställning av de olika VIX-indikatorernas P-värden (de värden vars medelvärden utgör VIX) för provplatserna inom fyra vattendrag som potentiellt påverkas negativt av den varma sommaren 2018. Röd horisontell linje anger gränsen för God status inom VIX. Perioden från 2018 – 2022 är markerad med ljusgrå bakgrund. P-värden för samtliga vattendrag och provplatser finns tillgängliga i elfiskeregistret (SERS 2023), samt i analyserat dataset: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24560203>.

3.6. Främmande arter

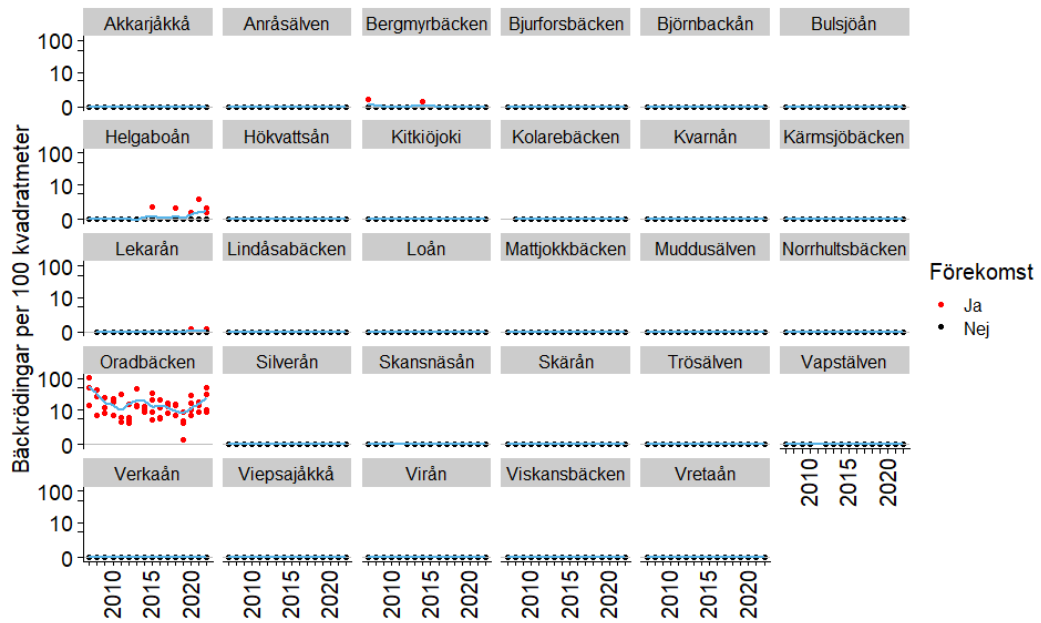
Främmande arter som noteras i elfiskena 2022 är bäckröding (Figur 14) och signalkräfta (Figur 15). Historiskt har även regnbåge fångats i Loån 2010 och 2012.

Bäckrödingen har en stabil förekomst i Oradbäcken, även om tätheterna fluktuerar ganska kraftigt mellan år. Även Bergmyrbäcken, Helgaboån och Lekarån har historisk förekomst av enstaka bäckrödingar i fångsterna och bäckröding fångas även 2022 i de två senare av dessa vattendragen. Ska rapporten till Teresa innan den (Figur 2). I Helgaboån fångades arten även 2021, 2020 och 2018. I Lekarån har bäckröding tidigare enbart fångats år 2020. I Bergmyrbäcken fångades bäckröding senast 2007 inom övervakningsprogrammet. Bäckrödingen etablerades i många

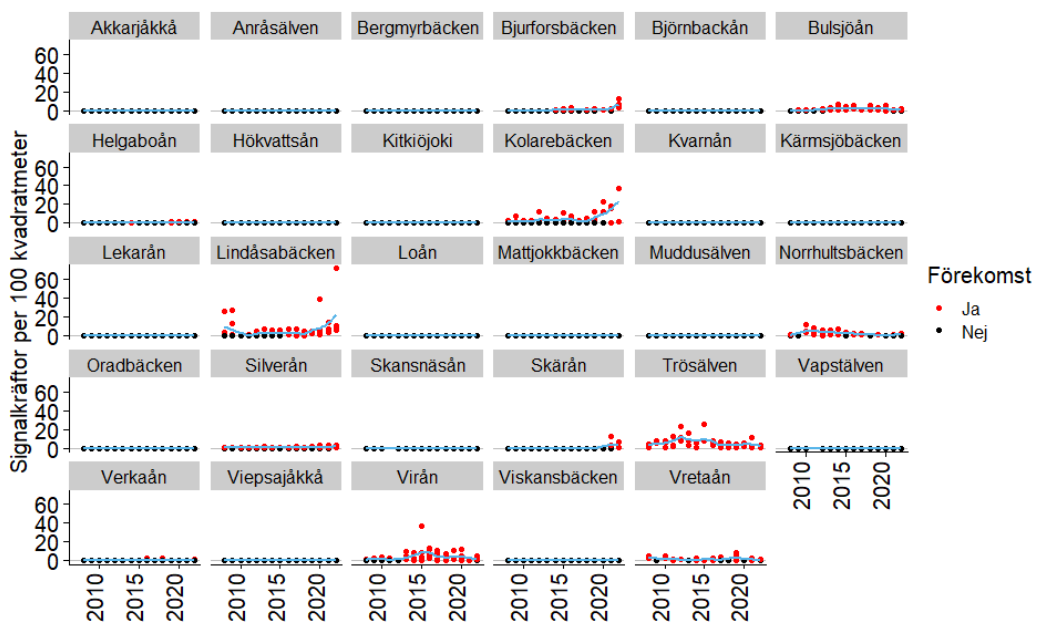
mindre svenska vattendrag från 1890-talet⁶ och en bra bit in på 1900-talet, med syfte att förbättra fisket (Nilsson 1983). Bäckerödingen kan konkurrera ut den inhemska öringen i källflöden, sannolikt på grund av att bäckerödingens yngel kommer upp ur lekgruset tidigare på säsongen och är större än öringens yngel (Lovén Wallerius m.fl., 2022). Vattendragetsmiljön längre från källflöden gynnar inte bäckerödingen på samma sätt, vilket innebär att öringen istället dominerar och ofta exkluderar bäckerödingen. I en övergångszon kan arterna samexistera, men i sådana fall påverkar bäckerödingen öringens naturliga beteende vad gäller t.ex. födointag, aktivitet över dygnet och aggressiva interaktioner (Závorka m.fl., 2017; Larranaga m.fl., 2019). Sådana beteendeförändringar är sannolikt inte optimala för öringen.

Signalkräfta förekommer i flera av trendvattendragen (fångas i elva vattendrag år 2022). Potentiellt ökande trender ses i Bjurforsbäcken, Kolarebäcken, Lindåsabäcken och Skärån (Figur 14). Signalkräftan infördes till Sverige på 1960-talet, för att kompensera för att många flodkräftbestånd försvann på grund av kräftpestens härjningar i landet (Nilsson, 1983). Signalkräftan har bättre resistens mot kräftpest än flodkräftan och ansågs kunna upprätthålla kräftfisket. Idag är det inte tillåtet att sätta ut signalkräftor, i varken naturliga vatten eller anlagda dammar (Havs- och vattenmyndigheten, 2023b). Fortfarande sker dock illegala utsättningar i nya vattensystem. De uppskattade tätheterna av kräfta i underlagsdata bör ses som kvalitativa, eftersom det ibland kan vara svårt att fånga in kräftor under elfiske efter fisk, framför allt i vattendrag med hög komplexitet.

⁶ Ofta kallad "källax" på grund av sin förkärlek till vattendragens källområden.



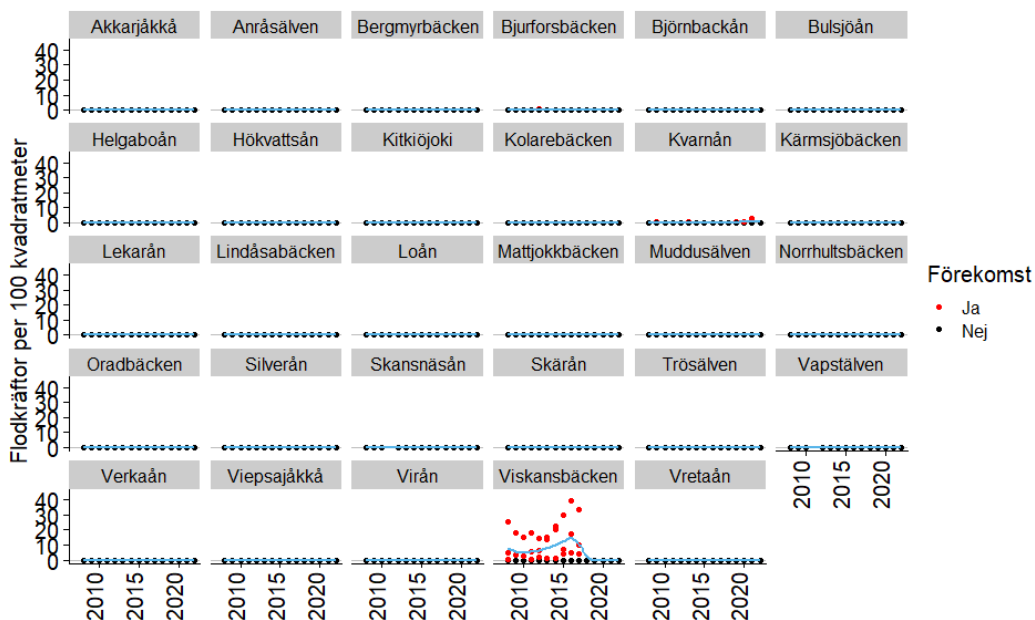
Figur 14. Täthet av bäckröding (individer \cdot 100 m^2). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression). Notera att y-axeln har logaritmisk skala.



Figur 15. Täthet av signalkräfta (individer \cdot 100 m^2). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blåa linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression). Förekomst i data markeras med röda punkter.

3.7. Flodkräfta

Den akut hotade flodkräftan fångades inte i något trendvattendrag 2022 (Figur 16). Tidigare har den påträffats i låga tätheter i Kvarnån (senast 2021) och i större mängd i Viskansbäcken (senast 2017). I Viskansbäcken antyder data att en fullständig kollaps av beståndet har inträffat, där antalet kräftor från 2017 till 2018 går från relativt höga nivåer till absoluta nollresultat. Detta tyder på introduktion av kräftpest (*Aphanomyces astaci*) i Viskansbäcken. Omfattande dödlighet av flodkräftor i närliggande områden i samma huvudavrinningsområde (Ljungans nedre delar) har enligt Länsstyrelsen orsakats av kräftpest sedan 2017, dock utan indikationer om förekomst av signalkräfta (Länsstyrelsen Västernorrland, 2017; Länsstyrelsen Västernorrland & Länsstyrelsen Jämtlands län, 2022). Inte heller övervakningsdata från Viskansbäcken indikerar förekomst av signalkräfta i systemet (Figur 15).



Figur 16. Täthet av flodkräfta (individer · 100 m²). Grafen visar trender över tid för varje vattendrag (svarta punkter representerar provplatser, blå linjer visar glidande medelvärde enligt loess-regression). Förekomst i data markeras med röda punkter.

3.8. Slutsats

Sammanställningen av data från elfisken i trendvattendragen visar att fångsterna i många vattendrag är konsistenta över tid. I vissa fall finns dock trender där torra och/eller höga temperaturer under sommaren ser ut att börja påverka fiskfaunan negativt. I flera vattendrag verkar öringen vara drabbad i ett eller flera år efter den

varma och torra sommaren 2018. Fördjupade analyser av hur sommaren 2018 påverkade fiskbestånd i svenska vattendrag identifieras som viktiga för att förstå effekter av extrema sommarförhållanden. Sådana analyser bör genomföras på ett större dataunderlag, t.ex. genom att inkludera IKEU-vattendragen och regionalt insamlade trendserier (Drakare m.fl., 2022; Donadi m.fl., 2023), dels för att öka den statistiska styrkan och dels för att bättre kunna väga in olika miljöfaktorerers inverkan (t.ex. markanvändning, beskuggning, grundvatteninflöde, m.m.). I Viskansbäcken tyder data på en fullständig kollaps av flodkräftbeståndet från 2017 till 2018 (sannolikt beroende på introduktion av kräftpest). Fortsatt övervakning av trendvattendrag, på åtminstone nuvarande nivå, anses vara mycket viktigt för att upptäcka negativa trender i mindre vattendrag, t.ex. orsakade av miljöförändringar. Trender är svåra att säkerställa med dagens övervakning, vilken omfattar ett relativt litet stickprov i förhållande till den geografiska yta och den variation som finns i vattendragens ekosystem, men eftersom en stor mängd elfisken genomförs i andra syften kan potentiella trender fortfarande följas upp med större mängd data.

Referenser

- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S. (2023). *lme4: linear mixed-effects models using Eigen and S4* (CRAN). <https://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- Beier, U., Degerman, E., Sers, B., Bergquist, B. & Dahlberg, M. (2007). *Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i rinnande vatten – utveckling och tillämpning av VIX* (Fiskeriverket informerar, Finfo, 2007:5). Göteborg: Fiskeriverket. https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800018314/1348912834442/finfo2007_5.pdf
- Bergquist, B. (2005). *Påverkansbedömning för nationella referensvattendrag* (Rapport - Programområde: Sötvatten, Delprogram: Referensstationer – Rinnande vatten; Naturvårdsverket Dnr: 721-6502-04Mm). Drottningholm: Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium.
- Bergquist, B. (2006). *Förslag på nationella trendvattendrag för fiskövervakning* (Rapport – Miljöövervakningsuppdrag; Naturvårdsverket Dnr: 721-4510-06Mm). Drottningholm: Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium.
- Bergquist, B., Degerman, E., Petersson, E., Sers, B., Stridsman, S. & Winberg, S. (2014). *Standardiserat elfiske i vattendrag - En manual med praktiska råd* (Aqua reports 2014:15). Drottningholm: Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet SLU. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/datainsamling/quality-assurance/aqua-reports_2014_15_elfiskemanualen.pdf
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. (1989). Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, 173, 9-43. <https://doi.org/10.1007/BF00008596>
- Donadi, S., Näslund, J., Sandin, L., Sers, B., Vasemägi, A. & Degerman, E. (2023). Contrasting long-term trends in brown trout abundance along a latitudinal gradient: effects of climate, stream size and migration strategy. *Ecography*, 2023(5):e06522. <https://doi.org/10.1111/ecog.06522>
- Drakare, S., Holmgren, K., Näslund, J. & Vrede, T. (2022). *Detta är IKEU – Integrerad Kalkeffektsuppföljning-programmets innehåll och resultat åren 2008-2021* (SLU, Vatten och miljö: Rapport 2022:4). Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet SLU. <https://publications.slu.se/?file=publ/show&id=118245>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2017). *Undersökningstyp: Fisk i rinnande vatten – vadningselfiske, version 1:8 2017-04-25*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/vagledningar/ovriga-vagledningar/undersokningstyper-for-miljoovervakning/undersokningstyper/fisk-i-rinnande-vatten---vadningselfiske.html>

- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (Havs- och vattenmyndighetens författningssamling HVMFS 2019:25). Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/foreskrifter/register-vattenforvaltning/klassificering-och-miljokvalitetsnormer-avseende-ytvatten-hvmfs-201925.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2023a). *Trendstationer Vattendrag*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/overvakning-och-uppfoljning/miljoovervakning/organisation-och-programomraden/miljoovervakningens-programomrade-sotvatten/delprogram-trendstationer-vattendrag.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2023b). *Signalkräfta – regler för fiske och hantering*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/regler-och-lagar/arter-regler-for-fiske-och-rapportering/signalkrafta---regler-for-fiske-och-hantering.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2023c). *Fisk i rinnande vatten – vadningsselfiske, version 2.0* (Övervakningsmanual för akvatisk miljöövervakning, Programområde Sötvatten). Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/vagledningar/ovriga-vagledningar/overvakningsmanualer-for-miljoovervakning/overvakningsmanualer/fisk-i-rinnande-vatten---vadningsselfiske.html>
- Larranaga, N., Lovén Wallerius, M., Guo, H., Cucherousset, J. & Johnsson, J. I. (2019). Invasive brook trout disrupt the diel activity and aggregation patterns of native brown trout. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 76, 1052-1059. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0110>
- Lovén Wallerius, M., Moran, V., Závorka, L. & Höjesjö, J. (2022). Asymmetric competition over space use and territory between native brown trout (*Salmo trutta*) and invasive brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Journal of Fish Biology* 100, 1033-1043. <https://doi.org/10.1111/jfb.15010>
- Länsstyrelsen Västernorrland & Länsstyrelsen Jämtlands län. (2022). *Nulägesbeskrivning för Ljungans vattensystem. Regional samverkan inom prövningsgrupperna Ljungan 42_1 och Gimån 42_2*. Härnösand & Östersund: Länsstyrelsen. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.51ffc12418529b39b733428/1671544969631/20221205%2520Slutversion%2520Nul%25C3%25A4gesbeskrivning%2520Ljungan.pdf>
- Länsstyrelsen Västernorrland. (2017). *Länsstyrelsen i Västernorrlands läns föreskrifter om kräftpestförklaring av Ljungan inom Sundsvall och Ånge kommuner* (Västernorrlands läns författningssamling 22FS 2017:9). Härnösand: Länsstyrelsen. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.14e585681665e51b75173f/1539250099567/22fs2017-009%20Kr%C3%A4ftpest%C3%B6rklaring.pdf>
- Mortensen, E. (1977). Population, survival, growth and production of trout *Salmo trutta* in a small Danish stream. *Oikos*, 28, 9-15. <https://doi.org/10.2307/3543316>
- Naturvårdsverket. (2007). *Beskrivning av delprogrammet Trendvattendrag*. Stockholm: Naturvårdsverket.

- <https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb280006189/1348912811403/beskrivning-delprogram-trendvattendrag.pdf>
- Naturvårdsverket. (2023). *Sveriges miljömål*. Stockholm: Naturvårdsverket.
<https://www.sverigesmiljomal.se/>
- Nilsson, O. W. (1983). *Våra nya fiskar*. Stockholm: LTs förlag.
- Näslund, J., Wickström, H., Degerman, E. & Sundin, J. (2022). Negative influence of a threatened species on ecological status classification: A case study of the influence of European eel within the Swedish fish index VIX. *Ecological Indicators*, 144, 109537.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109537>
- Schmutz, S., Melcher, A., Frangez, C., Haidvogl, G., Beier, U., Böhmer, J., Breine, J., Simoens, I., Caiola, N., de Sostoa, A., Ferreira, M. T., Oliveira, J., Grenoulliet, G., Goffaux, D., de Leeuw, J. J., Noble, R. A. A., Roset, N., Virbickas, T. (2007). Spatially based methods to assess the ecological status of riverine fish assemblages in European ecoregions. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 441-452. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2007.00582.x>
- SERS. (2023). *Svenskt elfiskeregister: Databasen för provfiske i vattendrag – SERS*. Drottningholm: Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet SLU. <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/elfiskeregistret/>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
<https://doi.org/10.1038/163688a0>
- SIS. (2006). *SS-EN 14011: 2006. Vattenundersökningar – Provtagning av fisk med elektricitet* (Svensk och europeisk standard, Fastställd 2003-10-03). Stockholm: SIS - Swedish Institute for Standards.
<https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/vattenkvalitet/undersokning-av-vattens-biologiska-egenskaper/ssen14011/>
- Sveriges vattenmiljö. (2023). *Fisk: Fisk i sjöar och vattendrag*. Göteborg: Havsmiljöinstitutet. <https://www.sverigesvattenmiljo.se/undersoka-vattenmiljo/fisk>
- VISS. (2023). *Vatteninformationssystem Sverige*. Jönköping: Länsstyrelsen.
<https://viss.lansstyrelsen.se/>
- Wilcke, R. A. I., Kjellström, E., Lin, C., Matei, D. & Moberg, A. (2020). The extremely warm summer of 2018 in Sweden – set in a historical context. *Earth System Dynamics*, 11, 1107-1121. <https://doi.org/10.5194/esd-11-1107-2020>
- Závorka, L., Koeck, B., Cucherousset, J., Brijs, J., Näslund, J., Aldvén, D., Fleming, I. A. & Johnsson, J. I. (2017). Co-existence with non-native brook trout breaks down the integration of phenotypic traits in brown trout parr. *Functional Ecology*, 31, 1582-1591. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12862>