

Diet hos adult insjölevande lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*) i Vänern.

Niclas Carlsson, Nils Nyquist och Eva Bergman



Karlstads universitet, Institutionen för miljö- och livsvetenskaper
Biologi, Naturresurs rinnande vatten

Innehåll

Sammanfattning	3
Inledning.....	4
Material och Metod.....	5
Områdesbeskrivning.....	5
Datainsamling.....	6
Analys och databearbetning.....	7
Resultat	8
Fångster.....	8
Magfyllnad.....	10
Dietens sammansättning hos lax och öring.....	11
Bytesstorlek.....	13
Parasiter	14
Diskussion.....	15
Tack	17
Referenser	17

Sammanfattning

Naturförvaltning kräver god kunskap om ekosystemet, och för en god fiskförvaltning är det en grundförutsättning att man har kunskap om fiskesamhällets arter och hur näringsväven det ingår i är sammansatt. Idag finns flera olika metoder för att undersöka fiskars födoval (stabila isotoper, DNA mm) men traditionella maganalyser är fortfarande en bra metod för att undersöka fiskars diet, och den ger dessutom information om fiskens trofiska placering i födoväven. Vänern har stammar av endemisk sjövandrande av lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*) som har ett särskilt bevarandevärde och är skyddade av EU's habitatdirektiv. I syfte att förstå mer av födoväven dessa stammar ingår i undersökte vi dieten hos odlad vuxen lax och öring fångad i Vänern. Detta genomfördes under åren 2021-2022 och prov samlades in både vår och höst med hjälp av sportfiskare i samband med årliga sportfisketävlingar. Fisk samlades in från hela Vänern, men fördelningen uppdelat på de tio fångstzonerna var ojämn. Sammanlagt 95 laxar och 265 öringar undersöktes varav 87% av laxarna fångades på våren och 64% av öringarna. Medianlängden var 71 cm och medianvikten 4,0 kg för de analyserade laxarna och 69 cm respektive 3,9 kg för öringarna. Resultaten visar att lax och öring i det undersökta storleksspannet har likartad diet och att nors dominerar i båda arternas diet. För både lax och öring var merparten av norsen i dieten i storleksspannet 50 – 130 mm, vilket i stort speglar storleksfördelningen av nors i Vänern, men laxen åt mindre byten i genomsnitt än vad öringen gjorde. Vi fann även siklöja och storspigg och ett fåtal abborrar i dieten. Ungefär en tredjedel av maginnehållet var så långt nedbrutet att artidentifiering inte var möjlig. Under 2022 noterade vi att det fanns parasiter (bandmasken *Eubotrium sp.*) i 100% av laxarna och 98% av öringarna. Insamlingsmetodiken innebär att bara odlad lax och öring med ett minimått på minst 60 cm ingår i studien.

Inledning

Mänsklig påverkan på våra akvatiska ekosystem är global och medför, i olika utsträckning, ofta ett överutnyttjande av naturens resurser och är därför ohållbar (UN Chief Executives Board for Coordination 2019, WWF 2021). Ett av de största hoten mot våra ekosystem idag utgörs av klimatförändringar, men även förlust och försämring av habitat, invasiva arter, föroreningar och överexploatering i form av överfiske, omfattande bifångster och illegalt fiske utgör allvarliga hot (Arthington et al 2016; Mahli et al. 2020). Många vandrande fiskarter är också kraftigt begränsade av bristen på konnektivitet, orsakat av dammar, mellan olika habitat de utnyttjar under olika livsstadier (Barbarossa et al. 2020). Arbete för att skapa ett mer hållbart nyttjande av naturresurser har pågått länge och man har arbetat med såväl en systematisk helhetssyn som med ekosystembaserad förvaltning (Curtin & Prelezo 2010; Langhans et al. 2019; O’Higgins et al. 2020; Slocombe 1993). Detta är tillvägagångssätt som används i såväl terrestra som akvatiska ekosystem även om man arbetat längre med det i marina än i sötvattensmiljöer.

God kunskap om ekosystemet är en grundpelare för att möjliggöra en god förvaltning, och det innebär inte bara kunskap om fisksamhällets storlek och sammansättning. Helst ska man också ha kunskap om arternas storleks/ålders-fördelning samt en bra förståelse för hela den ingående födoväven i ekosystemet (Vehanen et al 2020; Mahesh et al 2019). Vehanen et al (2020) listar en rad metoder för att samla data om inlandsfiske men de fokuserar på fångster. För fiskförvaltning behöver man kunskap om de olika fiskarternas ibland komplexa livscyklar, vilket inkluderar kunskap om såväl reproduktiv framgång, tillväxt och mortalitet i olika livsstadier. Särskilt inom den holistiska ekosystembaserade fiskförvaltningen lyfter man fram värdet av att förstå födovävar, och vikten av att studera fiskets målarter och deras byten (Bryhn et al. 2018; Hyslop 1980; Mahesh et al 2019). Detta leder till en djupare förståelse av hela fisksamhället och t.ex. olika ingående interaktioner.

I Vänern pågår sedan flera år studier om de endemiska stammarna av lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*) som lekvandrar upp i Klarälven och Gullspångsälven. Merparten av dessa studier har fokuserat på livsstadier i älven, och dokumenterar framför allt vandringsuppsättningen uppströms och nedströms i ekosystemet förbi de kraftverk som finns i älvarna idag (Hagelin et al. 2020; Greenberg et al. 2020; Nyqvist et al 2017 a, b; Hagelin et al 2016 a, b; Norrgård et al. 2014; Bergman et al 2014; Norrgård et al 2013). Däremot saknas mer omfattande studier av laxens och öringens livsstadier i Vänern, och för en bättre förståelse för dessa arters hela livscykel är det önskvärt med studier som undersöker såväl tillväxt, diet och mortalitet i Vänern. Dock finns givetvis dokumentation av yrkesfiskets fångster och bifångster, och sedan några år noterar man även återutsatt vild lax och öring. En sportfiskeundersökning publicerades 2020 (Andersson et al. 2020), och dessutom arbetar Sportfiskarna för att man ska rapportera in även sportfiskade fångster i den s.k. fångstatabanken (Sportfiskarna <https://www.fangstatabanken.se>), allt i syfte att ha ett bättre underlag för fiskförvaltningen. Däremot saknas nyare underökningar som undersöker fiskens födoväv, specifikt laxens och öringens diet i sjön.

Föreliggande studie genomfördes på uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götaland och fokuserar på att ge en beskrivning av laxens och öringens diet i Vänern. Genom att analysera magsäckar från odlad lax och öring som fångats i Vänern i samband med sportfisketävlingar under 2021 och 2022 kan vi ge en översikt

av dietens sammansättning hos lax och öring. Magar har samlats under vår och höst och från stora delar av sjön. Förutom denna rapport har även en mastersuppsats skrivits baserat på första årets datainsamling (Nyquist 2022).

Material och Metod

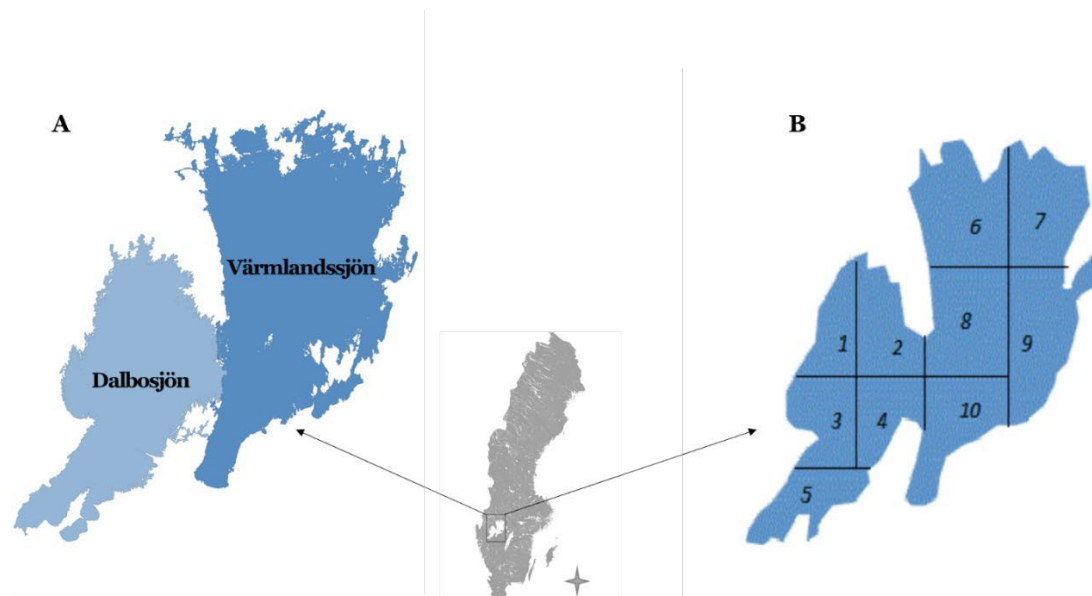
Områdesbeskrivning

Vänern (58°55'N 13°30'E) ligger i Värmlands och Västra Götalands län och är Europas tredje största sjö (>5600 km²; Willén 2001). Vänern är en mesotrof sjö som bildades efter senaste istiden för 10 000 år sedan. Sjön består naturligt av två bassänger, Dalbosjön och Värmlandssjön (Figur 1a), som avgränsas av ett grundare parti i nord-sydlig riktning med bl. a. ett antal öar. Sjön samlar ungefär en tredjedel av Sveriges sötvattenstillgångar (Drotz et al. 2014). Vänern har en artrik fiskfauna typisk för nordliga tempererade sjöar, men hyser också de unika och storvuxna ishavsrelikterna Klarälvslox och Gullspångslox som isolerades från sitt marina habitat för ca 9000 år sedan (Willén 2001). Dessutom finns öringstammar som lekvandrar till Klarälven och Gullspångsälven. Förutom lax och öring hyser sjön abborre (*Perca fluviatilis*), asp (*Leuciscus aspius*), björkna (*Blicca bjoerkna*), braxen (*Abramis brama*), gädda (*Esox lucio*), gös (*Sander lucioperca*), lake (*Lota lota*), löja (*Alburnus alburnus*), mört (*Rutilus rutilus*), nors (*Osmerus eperlanus*), sik (*Coregonus maraneus*), siklöja (*Coregonus albula*), storspigg (*Gasterosteidae aculeatus aculeatus*), sutare (*Tinca tinca*) och ål (*Anguilla anguilla*). Det pelagiska fiskbeståndet i Vänern domineras, baserat på antal fiskar, av nors (Axenrot & Rogell 2020).

Både Klarälven och Gullspångsälven är reglerade vattendrag och man har sedan länge på olika sätt försökt kompensera bortfallet av naturlig lax- och öringproduktion för fisket i Vänern. Redan på 1930-talet flyttade man upp lekfisk i Klarälven (Runnström 1940; Törnquist 1940) och på 1970-talet startade man kompensationsodling och ett utsättningsprogram påbörjades. Sedan 1990-talet har de totala årliga utsättningsmängderna av odlad ett- och tvåårig smolt varierat mellan 200 000 – 350 000 smolt (Palm & Dannewitz, 2019) och inkluderat såväl lax som öring från både Klarälven och Gullspångsälven. Av dessa har cirka 80 000 smolt från främst Gullspångsstammarna satts ut direkt i sjön under senare år, delvis finansierat av "Laxfond Vänern", och resterande i Klarälven. Från och med 2020 inleddes emellertid en ny fas i odlings- och utsättningsstrategin som har för avsikt att fasa ut de odlade stammarna av Klarälvslox och Klarälvsöring och istället omfattas av enbart odlad Gullspångslox och Gullspångsöring (Gustafsson, 2020). Samtidigt ska ingen odlad fisk längre sättas ut i nedre Klarälven utan utsättningsplatsen flyttas istället initialt till Norsälvens nedre del. Dessutom fortsätter de årliga utsättningarna direkt i sjön.

Sedan 1993 klipps fettfenan på all odlad lax och öring och i Vänern får man bara lyfta lax och öring utan fettfenan kvar, det gäller allt fiske i sjön. Vad gäller sportfiske får maximalt tre laxar eller öringar, med ett minimimått på 60 cm, fångas och behållas per person och dygn. Det finns fyra större

fredningsområden för lax och öring i Vänern: (1) utanför Gullspångsälvens mynning där det under hela året råder fiskeförbud, (2 och 3) Klarälvens östra och västra mynning som har begränsningar perioden 20 maj till 15 september, och (4) Tidans mynning som har begränsningar 15 augusti till 31 oktober (för kompletta fiskeregler hänvisas till www.svenskafiskeregler.se).



Figur 1. Kartor över Vänern med uppdelning av Dalbo- och Värmlandssjön (A) samt uppdelat på tio fiskezoner (B) enligt Sportfiskarnas zonindelning (modifierad och publicerad med tillstånd av Sportfiskarna, se även www.fangstatabanken.se).

Datainsamling

Länsstyrelsen i Västra Götalands län samarbetade med arrangörer av olika sportfisketävlingar i Vänern under 2021 och 2022. I samband med fisketävlingar (Götene sportfiskeklubbs KM (2021), Kinnekulleträffen (2021 och 2022), Sunnanåträffen (2021 och 2022) och Åmål Trophy (2022)) samlades magar in från fångad lax och öring under perioderna april 2021, oktober 2021, april 2022 samt oktober-november 2022. Insamlingen av magarna skedde i anslutning till respektive fisketävlings invägning av fångst och tack vare ett bra samarbete med arrangörerna lyckades nästan samtliga av de fångade laxarnas och öringarnas magar samlas in. Dessutom samlades en del fisk in av informerade klubbmedlemmars individuella fiske samt några mindre fisketävlingar. Sammanlagt analyserades magar från 95 laxar och 265 öringar varav merparten generellt sett fångades på tävlingarna på våren (Tabell 1).

För varje insamlad fisk noterades fångstplatsen, enligt systemet med de tio fångszonerna som Sportfiskarna upprättat (Figur 1b). Under 2021 togs magsäcken i de flesta fall ut med ett snitt vid strupen samt ett strax ovan nedre magmunnen, men ibland fanns pylorusbihang och tarm kvar. Under 2022 togs alla magsäckar ut tillsammans med pylorusbihanget. I samband med att magsäckarna

dissekerades ut noterades även längd (närmaste cm) och under 2021 även vikt (närmaste hekto) på fisken, samt datum. Alla magar förpackades individuellt i en återförslutningsbar plastpåse och frystes in direkt efter dissektionen.

Tabell 1. Antal lax och öring infångade under höst och vår 2021 och 2022 där maginnehållet analyserats.

	VÅR			HÖST			Total fångst
	2021	2022	Totalt vår	2021	2022	Totalt höst	
LAX	63	20	83	2	10	12	95
ÖRING	97	73	170	22	73	95	265

Analys och databearbetning

Magarna förvarades frysta tills de skulle analyseras. Inför analys tinades de i ljummet vatten innan de lades på ett fat och skars upp med ett longitudinellt snitt. Innehållet i magsäcken analyserades okulärt med hjälp av artspecifika attribut (Artdatabanken, Kullander & Delling 2012). Alla bytesarter räknades, och om nedbrytningen omöjliggjorde identifiering till art klassades bytena som oidentifierbara och räknades bara. Vidare noterades hur många magar som var tomma, och under 2022 klassificerades dessutom mängden maginnehåll i klasserna låg, medel och hög magfyllnad. Klassificeringen av magfyllnad skedde i två steg; (1) visuell uppskattning av magfyllnaden på öppnad mage baserat på magsäckens utvidgning, och (2) mängden bytesfisk i magen. Dessutom noterades om det fanns parasiter i magsäck eller pylorusbihang, och för fisk fångade 2021 skickades 11 bilder på förekommande parasiter (2 från tarmen och 9 från magar) till Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) för utlåtande om vilken parasit det var.

Vi redovisar i vilka fångszoner som lax och öring fångats i de två åren, och deras storlek (längd och vikt) redovisas uppdelat på år och säsong. För dieten bryter vi bara upp resultatet på vår och höst. Förutom en kvantifiering av (a) antalet tomma magar och (b) magfyllnad analyserades dieten på tre olika sätt; (1) förekomstfrekvens (FO) (Mahesh et al 2018; Zacharia & Abdurahiman 2004), (2) förekomstantal (FA) (Mahesh et al 2018; Zacharia & Abdurahiman, 2004), och (3) bytesfiskens storlek.

Förekomstfrekvens (FO; se ekvation 1) beräknas genom att antalet magar med en viss bytestyp divideras med det totala antalet magar med innehåll, d.v.s. tomma magar ingår inte i beräkningen.

$$FO = \frac{Mi}{B} * 100 \quad (\text{ekvation 1})$$

där M_i är antalet magar innehållande bytesart i och B är antalet magar med maginnehåll.

Förekomstantal (FA; se ekvation 2) av samtliga byten beräknas genom att det totala antalet av en viss bytesart divideras med totala antalet bytesfiskar hos samtliga predatorer av en viss art

$$FFFF = \frac{N}{N_t} * 100 \quad (\text{ekvation 2})$$

där N_i är antalet bytesfiskar av art i och N_t är det totala antalet bytesfiskar.

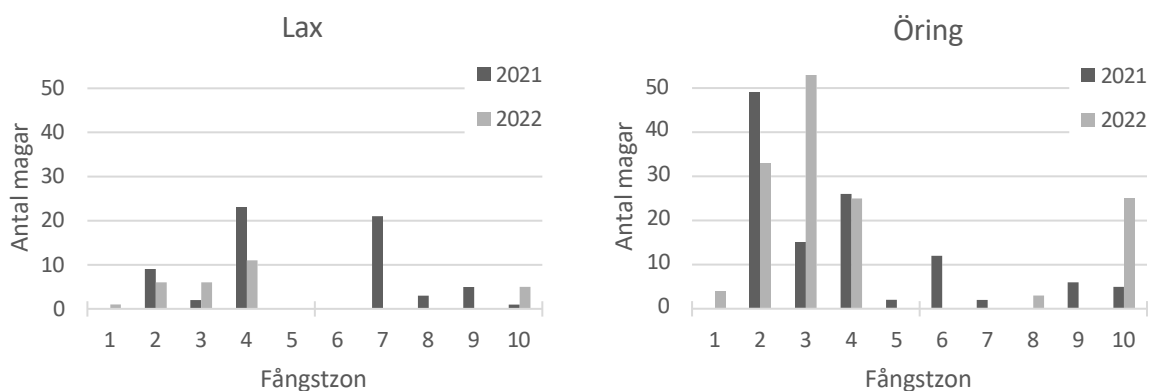
All bytesfisk som var intakt längdmättes (totallängd) till närmaste mm under 2022.

Storleken på infångad lax och öring beskrivs och testas med icke-parametrisk statistik eftersom varken längden eller vikten uppfyller kravet på normalfördelning. Analys av ifall norsens storlek i magarna varierade mellan årstid och predatorart genomfördes som en tvåvägs ANOVA.

Resultat

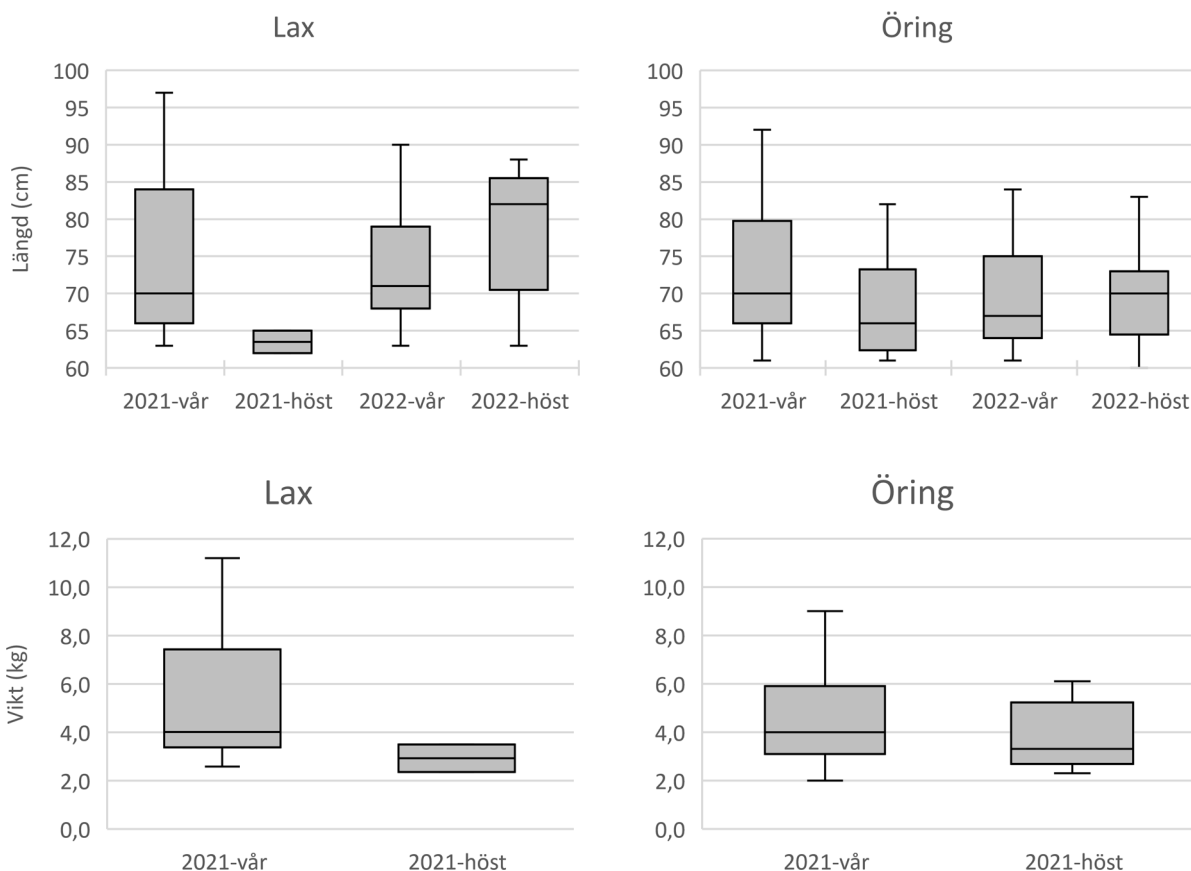
Fångster

Lax fångades i 8 av 10 fångstzoner och öring i alla 10 fångstzonerna. Under 2021 fångades mest fisk i zonerna 2, 4 och 7 och under 2022 i zonerna 2, 3, 4 och 10 (Figur 2). Sannolikt styrs fångstplatserna till en del av vid vilka tävlingar som fisken fångades, men det finns inga mått på vilket fisketryck man utövade i de olika fångstzonerna. Datamaterialet är för litet för att vi ska kunna bryta upp resultaten av maganalyserna på fångstplats. Två öringar och en lax som fångades 2021 samt tre öringar och en lax som fångades 2022 saknade angiven fångstzon.



Figur 2. Antal lax och öring infångade 2021-2022 uppdelat i fångstzon enligt Sportfiskarna zonindelning (<6 = Dalbosjön, =>6 = Värmlandssjön). Det totala antalet fiskar med angiven fångstzon var 93 laxmagar (vår=83; höst=10) och 260 öringmagar (vår=169; höst=91). Två öringar och en lax som fångades 2021 samt tre öringar och en lax som fångades 2022 saknade angiven fångstzon.

Laxens medianlängd var 71 cm (Längd_{min-max}=62-97 cm; Figur 3) och det fanns ingen skillnad vad gäller kroppslängd mellan vår och höst (Mann-Whitney U-test; U=478, N_{vår}=83 N_{höst}=12, P=0,8). Öringens medianlängd var 69 cm (Längd_{min-max}=60-92 cm; Figur 3), och inte heller för öringarna fanns någon signifikant skillnad mellan vår och höst (Mann-Whitney U-test; U=9067, N_{vår}=169 N_{höst}=94, P=0,06). En öring fångad våren 2021 saknade längdangivelse och ingår inte i analysen.



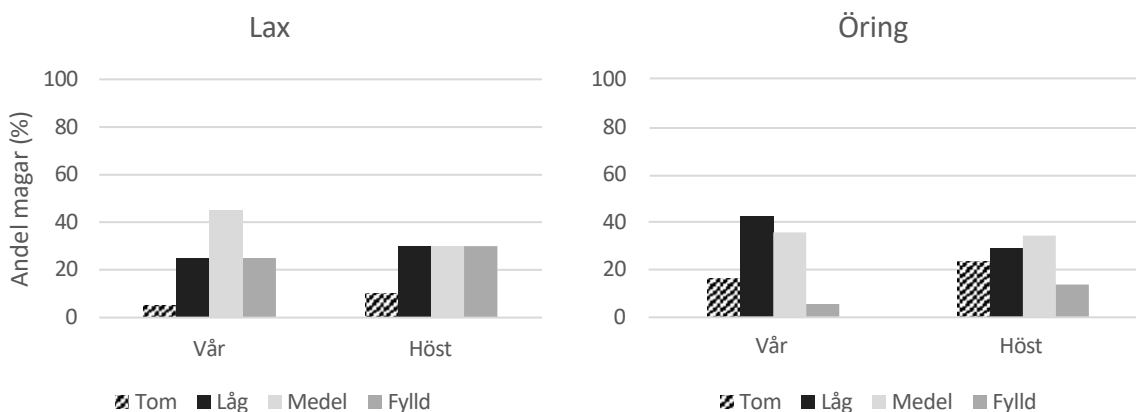
Figur 3. Längd och vikt (median (cm respektive kg) \pm 1 kvartil samt min- och maxvärde) hos infångad lax och öring uppdelat på årstid de två undersökningsåren. Notera att y-axeln för längd börjar vid 60 cm, det vill säga minimimåttet för upptag av lax och öring i Vänern. Sammanlagt längdmättes 95 laxar (2021_{vår}=63; 2021_{höst}=2; 2022_{vår}=20; 2022_{höst}=10) och 264 öringar (2021_{vår}=96; 2021_{höst}=22; 2022_{vår}=73; 2022_{höst}=73) och 64 laxar (2021_{vår}=62; 2021_{höst}=2) och 117 öringar (2021_{vår}=95; 2021_{höst}=22) vägdes. Under 2022 vägdes ingen fisk under våren och endast ett fåtal under hösten varvid ingen sammanställning av fiskarnas vikt gjordes för detta år.

Medianvikten för lax och öring fångade 2021 var likartad där laxen vägde 4,0 kg (Vikt_{min-max}=2,4-11,2 kg) och öringen 3,9 kg (Vikt_{min-max}=2,0-9,0 kg). För öringar fångade 2021 fanns ingen skillnad i vikt mellan säsongerna (vår/höst) (Mann Whitney U-test: U=1319, N_{vår}=95 N_{höst}= 22, p=0,06), medan motsvarande jämförelse för lax fångade samma år inte kunde utföras på grund av för få fångade laxar under hösten.

En lax och två öringar fångade våren 2021 saknade viktangivelse och ingår inte i analysen. Under 2022 vägdes ingen fisk under våren och endast ett fåtal under hösten varvid ingen sammanställning av fiskarnas vikt gjordes för detta år.

Magfyllnad

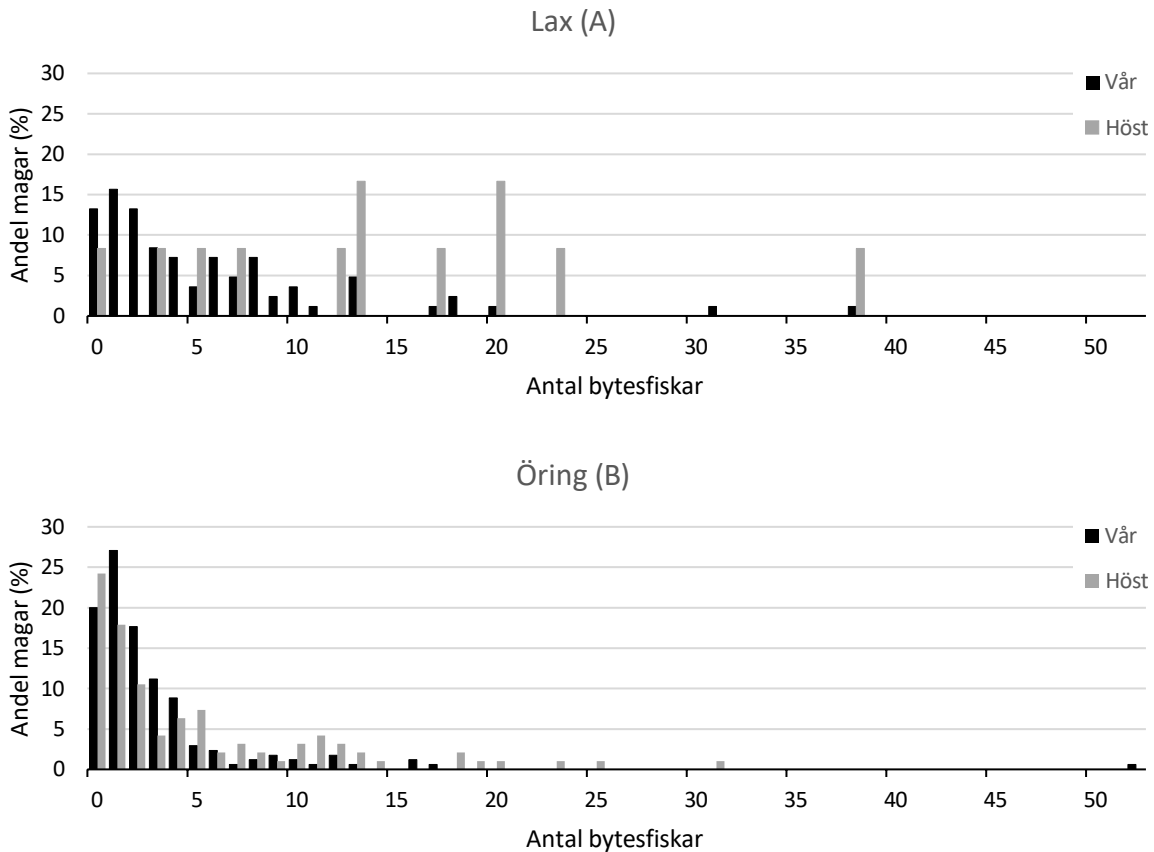
Av de totalt 95 lax- och 265 öringmagarna som samlades in för maganalys under de två åren var 12 laxmagar (ca 13%) och 57 öringmagar (ca 21%) tomma. Under 2022 gjordes noteringar över hur välfyllda magarna var och 25-30% av laxmagarna var välfyllda under vår respektive höst, medan motsvarande siffror för öring var 5-14% (Figur 4). Sammanlagt mellan 30-45% av magarna av både lax och öring var medelfyllda, och mellan 25-42% hade låg fyllnadsgrad för båda arterna (Figur 4).



Figur 4. Magfyllnad 2022, graderad som tom, låg, medel och full, hos lax och öring fångad våren och hösten. Totalt analyserades 30 laxmagar (vår=20; höst=10) och 146 öringmagar (vår=73; höst=73).

Magfyllnaden beräknades också utifrån hur många byten som fanns i varje fiskmage och illustreras som en frekvens av i hur många magar det fanns 0, 1, 2, 3, och så vidare, byten. För laxen fanns sammanlagt 631 bytesfiskar i 95 laxmagar fördelade på 460 byten i vårfångad lax (n=83) och 171 byten i höstfångad lax (n=12) (Figur 5a). På våren hade 58% av laxen färre än 5 bytesfiskar i magen, medan det på hösten var 33% av laxen som hade 20 eller fler bytesfiskar i magen, och 66% som hade fler än 10 bytesfiskar i magen (Figur 5a).

För öring fanns sammanlagt 973 bytesfiskar i 265 öringmagar fördelade på 503 byten i vårfångad öring (n=170) och 470 byten i höstfångad öring (n=95) (Figur 5b). Majoriteten av öringen fångad under både vår och höst hade färre än 5 bytesfiskar i magen (85 respektive 63%). På våren hade ca 5% fler än 10 bytesfiskar i magen och på hösten ca 18% (Figur 5b).

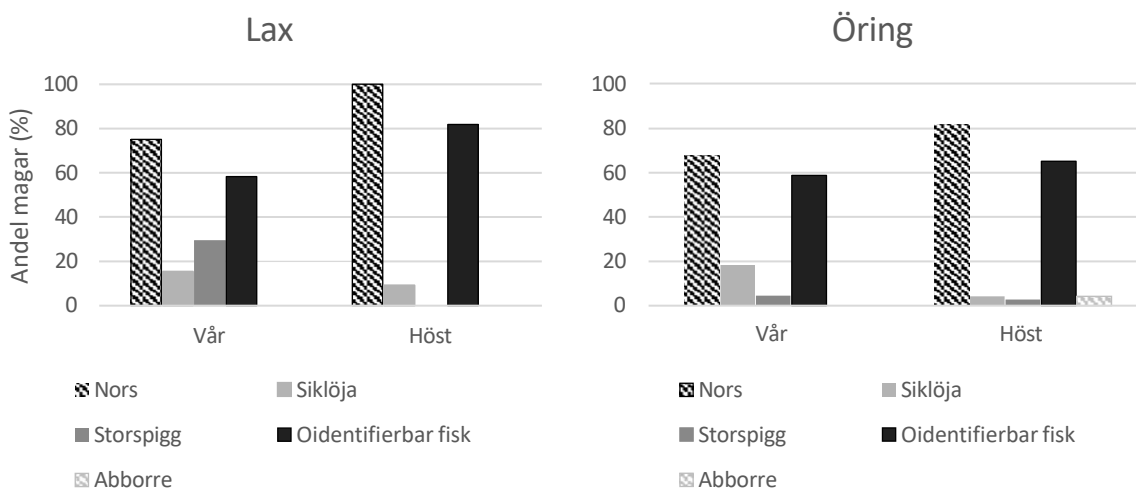


Figur 5. Antal bytesfiskar per magsäck som andel av alla laxmagar (A) och öringmagar (B). Totalt analyserades 95 laxmagar (vår=83; höst=12) och 265 öringmagar (vår=170; höst=95).

Dietens sammansättning hos lax och öring

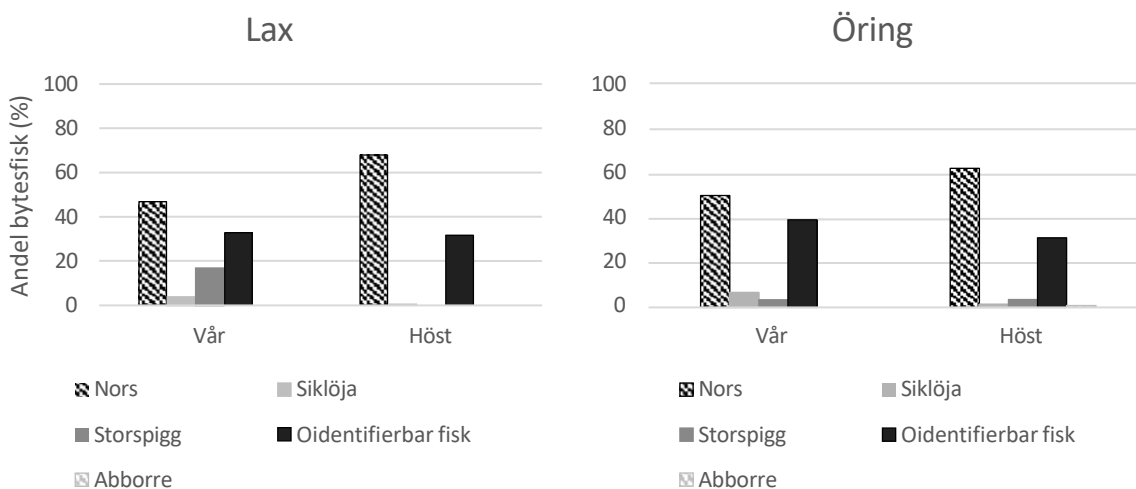
Alla bytesfiskar i magarna kunde inte identifieras eftersom de var för nedbrutna, men bland de identifierade bytesfiskarna noterades hos både lax och öring nors, siklöja, och storspigg. Dessutom fanns sammanlagt fyra abborrar i tre olika öringmagar. Andelen oidentifierad fisk utgjorde ca en tredjedel av de räknade bytesfiskarna i såväl lax- som öringmagarna (32,5 respektive 35,7%) och förekom i ca två tredjedelar (FO = 61,4 respektive 61,1%) av magarna med innehåll.

Analys av dieten med förekomstfrekvens (FO) visade att nors var den vanligaste bytesfisken hos både lax och öring under både vår och höst (Figur 6). Hos lax var förekomstfrekvensen 75,0% på våren och 100% på hösten, och hos öring var motsvarande siffror 67,6% på våren och 81,9% på hösten. Laxens diet innehöll även siklöja med en förekomstfrekvens på 15,3% på våren och 9,1% på hösten, och på våren fanns även storspigg i 29,2% av magarna (Figur 6). Öringens diet innehöll siklöja med en förekomstfrekvens på 18,4% på våren och 4,2% på hösten, och motsvarande siffror för storspigg var 4,4% på våren och 2,8% på hösten (Figur 6).



Figur 6. Förekomstfrekvens (FO) av nors, siklöja, storspigg, abborre och oidentifierbar fisk i lax och öring infångade 2021-2022 uppdelat på vår och höst. Totalt analyserades 95 laxmagar (vår=83; höst=12) och 265 öringmagar (vår=170; höst=95).

Förekomstantal (FA), dvs analys av dieten som andel i samtliga magar gav ett likartat resultat. Norsen dominerade i såväl lax- som öring-magarna under både vår och höst. Norsen utgjorde 46,7% av dieten



Figur 7. Förekomstantal (FA), dvs andel av totala antalet bytesfiskar (nors, siklöja, storspigg, abborre och oidentifierad bytesfisk) för lax och öring uppdelat på årstid vid fångst under 2021-2022. Totalt analyserades 95 laxmagar (vår=83; höst=12) och 265 öringmagar (vår=170; höst=95).

på våren och 67,8% på hösten för lax, och motsvarande siffror för öring är 50,5% på våren och 62,8% på hösten (Figur 7). Hos lax utgjorde siklöjan 3,7% av dieten på våren och 0,6% på hösten, och storspigg utgjorde 16,7% på våren och saknades i dieten på hösten. Hos öring utgjorde siklöjan 6,6% på våren och 1,3 på hösten medan storspiggen utgjorde 3,4% på våren och 3,6% på hösten. Abborre saknades helt i dieten för lax samt för öring under våren, medan den utgjorde 0,9% av dieten för öring under hösten.

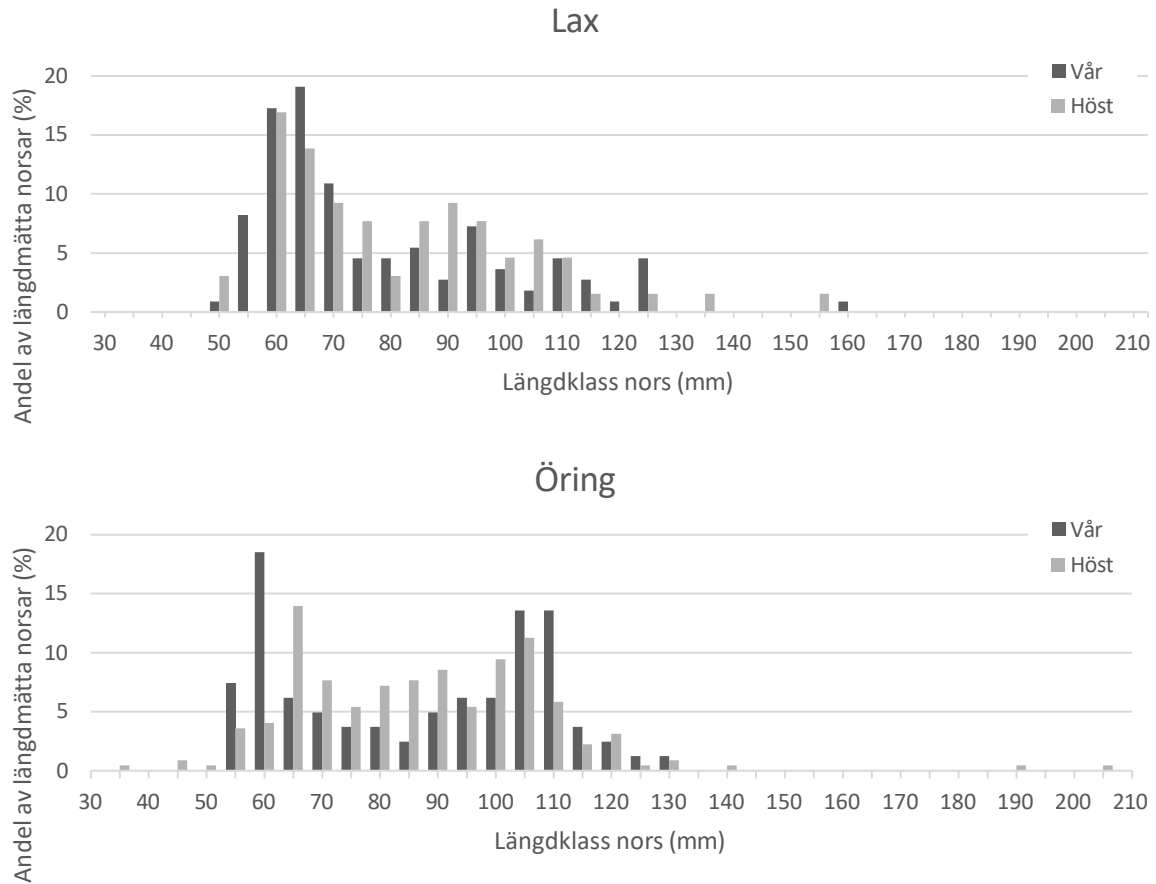
Bytesstorlek

Totalt längdmättes 478 norsar, 19 siklöjor, 34 storspigg och 3 abborrar i 26 laxar och 88 öringar fångade 2022. För lax och öring fångade 2021 längdmättes inga bytesfiskar. Storleksfördelningen på bytesfiskarna hos lax och öring var likartad, där laxens byten varierade mellan 50-162 mm och öringens byten varierade mellan 35-205, även om öringen hade ett par byten som var både större och mindre än laxens byten 2022 (tabell 2).

Nors dominerade i födan i både lax och öring, och följaktligen längdmättes fler intakta norsar jämfört med övriga bytesarter, vilket innebar att endast nors kunde ingå i statistiska jämförelser av bytesstorlek. Norsens längd skiljde sig mellan lax och öring men inte mellan årstiderna (Tvåvägs-ANOVA; Art $F_{1,3}=8,863$, $P=0,003$; Årstid $F_{1,3}=0,840$, $P=0,360$; Art*Årstid $F_{1,3}=0,521$, $P=0,471$). Norsen var mindre i lax än i öring (Figur 8).

Tabell 2. Längdmätta bytesfiskar för lax och öring infångade under 2022 fördelat på vår och höst samt de fyra bytesarterna nors, siklöja, storspigg och abborre.

		Vår			Höst		
		Antal	Median (mm)	Min – Max (mm)	Antal	Median (mm)	Min – Max (mm)
Lax	Nors	110	70,0	50 - 162	65	75	51 - 157
	Siklöja	2	115,0	100 - 130	0	-	-
	Storspigg	2	50,0	50 - 50	0	-	-
Öring	Nors	81	92,0	55 - 130	222	86,5	35 - 205
	Siklöja	17	130,0	93 - 164	0	-	-
	Storspigg	15	47,0	42 - 52	17	47	41 - 52
	Abborre	0	-	-	3	131	122 - 140



Figur 8. Storleksfördelningen på nors uppdelat i storleksklasser (5mm) i laxens och öringens diet baserat på de intakta bytesfiskarna under våren och hösten 2022. Totalt längdmättes 175 norsar från lax (vårfångad = 110; höstfångad = 65) och 303 norsar från öring (vårfångad = 81; höstfångad = 222).

Parasiter

I 100% av mag-tarpaken från lax och 98% från öring fångade 2022 återfanns parasiter. I huvudsak förekom parasiter i stor mängd i pylorysbihängen, och i mindre mängd i ett fåtal av magsäckarna. Under 2021 fanns inte pylorusbihänget med på alla insamlade magar så analysen fokuserar på fiskmagar insamlade under 2022 då vi särskilt bad att det skulle skickas med. I ett utlåtande av Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA), på inskickade fotografier på parasiter från 2021, indikeras att de observerade parasiterna var bandmask (*Eubotrium sp.*).

Diskussion

Sammanfattningsvis visar studien att lax och öring har likartad diet och att nors utgör största delen av deras föda. Såväl lax som öring fångades i stort sett över hela sjön även om några fångszoner bara representerades av ett fåtal individ. Resultatet baseras på 95 laxar och 265 öringar med likartad storlek på 71 cm och 4,0 kg för laxen och 69 cm och 3,9 kg för öringen. Andel tomma magar var 13% hos lax och 21% hos öring sett över hela undersökningsperioden. Magfyllnaden var högre hos lax än hos öring då laxen i genomsnitt hade 6,6 byten per analyserad mage medan öringen hade 3,7 byten per analyserad mage.

Fyra bytesarter identifierades i studien; nors, siklöja, storspigg och abborre. Tidigare rapportering av diet hos lax och öring har varit mer övergripande (Länsstyrelsen Västra Götaland 2014; Degerman 2015; Petersson 2015; Axenrot & Rogell 2021) än i denna studie, så artsammansättningen i dieten är inte så väl beskriven tidigare. Resultatet visade att nors hade både högst förekomstfrekvens och högst förekomstantal hos både lax och öring med förekomst i 80-100% av laxmagarna och 70-80% av öringmagarna med en något högre förekomst på hösten. Beståndsstorleken av nors är stor i Vänern (Axenrot & Rogell 2021), så det förefaller rimligt att nors var den dominerande bytesfisken för både lax och öring.

Förekomstfrekvensen av siklöja var likartad mellan arterna där siklöja förekom i knappt 20% av vår fångad fisk medan förekomsten var lägre under hösten. Noterbart är att siklöja saknades helt i höst fångad lax och öring 2022. Beståndsstorleken av siklöja i Vänern är betydligt lägre än norsens (Axenrot & Rogell 2021), vilket förmodas påverka att andelen siklöja i dieten hos lax och öring är lägre än nors. Förekomstantalet av siklöja var 3,7% hos lax och 6,6% hos öring på våren, vilken kan indikera en preferens för siklöja då mängden siklöja i sjön skattades till drygt 1% av det totala antalet fiskar per hektar 2021. Dessa resultat bör också ses i ljuset av att laxfisk betraktas som opportunistiska predatorer (Bridcut & Giller 1995; Jacobsen & Hansen 2001; Klements et al. 2003) och att innehållet i dieten speglar förekomsten i sjön.

Storspigg förekom i närmare 30% av laxmagarna under våren men saknades helt under hösten och för öring förekom den sparsam (<5%) under hela året. Den låga förekomsten hos öring skiljer sig från tidigare studier som visar att storspigg är vanlig i dieten hos både lax och öring (Degerman 2015; von Wachenfeldt et al. 2021). Storspiggen var med sina omkring 50 mm de minsta bytesfiskarna i dieten hos lax och öring.

Storleken på bytesfisken varierade mellan 50-162 mm för lax och 35-205 mm för öring och för båda arterna var det norsen som var både storleksmässigt störst och minst. För både lax och öring var merparten av norsen i dieten i storleksspannet 50 – 130 mm, vilket i stort speglar storleksfördelningen av nors i Vänern (Brabrand 1986). Öringen åt emellertid större norsar, med ytterligare en topp i storleksintervallen runt 100 mm, jämfört med laxen. Jämförelse med avseende på nors visade att det inte fanns någon skillnad mellan årstiderna vår och höst, men att laxen åt mindre byten i genomsnitt än vad öringen gjorde.

Dietstudier som baseras på maganalyser har varit vanliga sedan 1950-talet (Hynes 1950; Pillay 1952; Hyslop 1980). Idag finns tillgång till flera moderna analysmetoder för artbestämning av maginnehåll hos fisk som t.ex. analys av stabila isotoper, DNA och fettsyror som har fördelen att man lättare kan

identifiera innehåll som inte ens kan observeras i mikroskopisk men också nackdelen att de är dyra och ibland komplicerade att tolka (Harms-Tuohy et al. 2016; Jakubavičiūtė et al. 2017). Dessutom finns en del begränsningar vad gäller t.ex. att DNA bryts ner under matsmältningen, och att bytesfiskars föda tas för att vara primär bytesfisk (Kress et al. 2015). Så även om dessa nya metoder har potential, helst i kombination med traditionell maganalys (Amundsen & Sánchez-Hernández 2019), fungerar traditionell maganalys, där man dissekerar ut magen och analyserar innehållet, väl för flertalet ekologiska studier och är fortfarande den vanligaste och (Manko 2016). Det är emellertid viktigt att tolkningen av resultaten sker i ljuset av betydelsen av insamlingsmetoden gällande t.ex. plats, tid på dagen och fångstmetod (Mahesh et al. 2018).

Vid magsäcksinnehållsanalysen i studien utgjorde oidentifierbara bytesfiskar drygt en tredjedel av maginnehållet för både lax och öring. Det är i samma storleksordning som i andra studier, och är också vad som beskrivits gällande identifierbarhet i studier där man studerat magsäcksinnehållsanalys som metod (Hyslop 1980; Legler 2008). Att så stor andel som en tredjedel av maginnehållet är oidentifierbart utgör kritik mot tillförlitligheten av metoden i sig. Dessutom har metoden kritiserats för att vissa byten är mer svårsmält än andra, vilket leder till att dessa skulle överskattas i dieten. Trots denna kritik anses maganalyser som metod fungera väl för flertalet studier där man vill studera fiskars diet (Buckland et al. 2017; Mahesh et al. 2019). Buckland et al. (2017) menar att man bör undvika volym- och viktrelaterade mått och hellre analysera dieten som förekomstfrekvens, vilket är en rättfram, tillförlitlig och enkel metod. I denna studie har vi kombinerat flera olika analysmetoder för att på så sätt stärka resultaten. Vi kombinerar information med magfyllnad uttryckt både i klasser och antal byten med förekomstfrekvens (FO) och förekomstantal (FA). På detta sätt ges flera olika infallsvinklar på byteskvantifieringen.

Metoden för datainsamling begränsar generaliteten av studien. Eftersom datainsamlingen gjorts av sportfiskare i samband med sportfisketävlingar så har vi varken en systematisk eller slumpmässig datainsamling. Istället styrs den av tidpunkten för de organiserade tävlingarna och, kan man förmoda, av var sportfiskarna tror de kan fånga stor fisk. Denna metodik för insamling är beskriven som användbar (Sundblad et al. 2018) och även i andra sammanhang använder man dietinformation som samlats in av såväl yrkesfiskare som frivilligt insamlat av sportfiskare (Pinnegar et al. 2015). Det är dock mycket viktigt att man tolkar insamlat data med försiktighet vid denna typ av datainsamlingsmetod. I vår undersökning har vi med den använda metoden haft tillgång till lax och öring från stora delar av sjön under såväl vår som höst om man slår ihop de två åren som insamling ägde rum. Det innebär att den största delen av sjön är representerad i materialet. En annan begränsning är minimimåttet på lovlig fisk, detta utgör en begränsning eftersom vi inte får information om laxens och öringens diet från det att den vandrar ut till sjön som smolt (vild K-smolt vandrar vid 152-165 mm (Bergman et al. 2015); odlad 1-åring K-smolt är ca 130 mm och 2-årig är ca 200mm (Carlsson & Piccolo 2023)) till dess att den når 60 cm. Möjligheterna till en förståelse för födoväven och en analys av predatorernas dietval begränsas därmed till bara en del av livscykeln (Manko 2016). Sammantaget medför dessa begränsningar att vi fokuserar på beskrivning av vad lax och öring har ätit, samt att det rör fisk i storleksspannet 62-97 cm för lax och 60-92 cm för öring.

Parasitförekomsten av *Eubothrium sp.* var i det närmaste total under 2022, endast två procent av öringarna var parasitfria. Infektion av *Eubothrium sp.* påverkar tillväxten av lax och öring negativt (Saksvik et al. 2001; Bristow & Berland 1991). Ytterligare, och mer detaljerade studier behövs för att

utröna dels till vilken grad infektionen påverkar tillväxten av Vänern lax- och öringbestånd, och dels om infektion har andra effekter specifik för Vänerns lax- och öringbestånd.

Tack

Vi vill tacka Götene SFK samt Grums och Melleruds trolldingklubb för gott samarbete vid insamling av magar i samband med trolldingtävlingar som gjort denna studie möjlig. Vi vill också tacka Charlotte Axén och Hampus Hällbom på SVA för hjälp med artbestämning av parasiter. Under 2022 assisterade Alfred Rönnbacke, student på Forshagaakademien, och Hanna Nordström, masterstudent på Karlstads universitet, vid dissektion av magar i lab. Tack även till Fredrik Nilsson, Länsstyrelsen Västra Götalands län, som initialt var behjälplig med identifiering av bytesfisk.

Referenser

- Andersson A, Greenberg LA, Bergman E, Su Z, Andersson M & Piccolo JJ. 2020. Recreational trolling effort and catch of Atlantic salmon and brown trout in Vänern, the EU's largest lake. *Fisheries Research*. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105548>
- Arthlington AH, Dulvy NK, Gladstone W & Winfield IJ. 2016. Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats and management. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. 26: 838–857. DOI: 10.1002/aqc.2712
- Axenrot T., & Rogell B. (2021). *Pelagisk fisk i Vänern 2020* (2021.5.5-223). Drottningholm: SLU, Institutionen för akvatiska resurser.
- Barbarossa V, Schmitt RJP, Huijbregts MAJ, Zarfl C, King H, Schipper AM, 2020. Impacts of current and future large dams on the geographic range connectivity of freshwater fish worldwide. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 117, 3648–3655. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912776117>
- Bergman E, Norrgård JR, Piccolo JJ, Gustafsson P, Nilsson F & PJB Hart. 2014. Atlantic Salmon and Brown Trout in Lake Vänern: A proposal for a co-management system. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 17(4):365–373. <http://dx.doi.org/10.1080/14634988.2014.965119>
- Bergman E, Greenberg L, Norrgard J & Piccolo J. 2015. Produktion av vild laxsmolt i Klarälven. In: *Hedenskog M, Gustafsson P, Qvenild T. (Red.). 2015. Vänerlaxens fria gång. Två länder, en älv. Ekologisk status och underlag till åtgärdsprogram för Klarälven, Trysilelva och Femundsälva med biflöden. Länsstyrelsen i Värmlands län publ nr 2015:17, ISBN 0284-6845.*
- Brabrand Å. 1986. Beståndsuppskattning av fisk i Vänern och Hjälmaran med hjälp av hydroakustisk utrustning. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (nr 7). 26 s
- Bridcut E, & Giller P. (1995). Diet variability and foraging strategies in brown trout (*Salmo trutta*): An analysis from subpopulations to individuals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52, 2543–2552. <https://doi.org/10.1139/f95-845>

- Bristow GA & Berland B .1991. The effect of long term, low level Eubothrium sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) infection on growth in farmed salmon (*Salmo salar* L.)Aquaculture, 98(4), 325-330. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90395-N](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90395-N)
- Bryhn A, Bergek S & Wennhage H. 2018. *Nulägesbeskrivning, fallstudier, metoder och verktyg för ekosystembaserad fiskförvaltning* (Report 2018:20). SLU, Institutionen för akvatiska resurser. <https://pub.epsilon.slu.se/15782/>
- Buckland A, Baker R, Loneragan N, & Sheaves M. 2017. Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey Condition. *Fisheries Research* 196 (2017) 126–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2017.08.003>
- Carlsson N & Piccolo JJ. 2023. Återvandring hos odlad Klarälvslox till Klarälven. Kunskapsunderlag från Karlstads universitet, Institutionen för miljö- och livsvetenskaper.
- Curtin R & Prellezo R. 2010. Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy* 34: 821–830. doi:10.1016/j.marpol.2010.01.003
- Degerman E. (2015). Öring [Faktablad]. <https://pub.epsilon.slu.se/14670/>
- Drotz MK, Wängberg S-Å, Jakobsson E, Gustavsson E, & Nilsson LG. 2014. Lake Vänern: A historical outline. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 17(4), 323–330. <https://doi.org/10.1080/14634988.2014.970601>
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis—A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4), 411–429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Greenberg LA, Norrgård J, Gustafsson P & Bergman E. 2021. Landlocked Atlantic salmon I a large river-lake ecosystem: managing an endemic, large-bodied population of high conservation value. *Can J Fish Aquat Sci* 78:787-796. <dx.doi.org/10.1139/cjfas-2020-0163>
- Gustafsson Pär. 2020. Lax och öring i Klarälven 2020. Årsredovisning till Vänerns vattenvårdsförbund inom nationell miljöövervakning i Vänern. Länsstyrelsen i Värmland. <https://www.vanern.se/lax-och-orng-i-klaralven-2020/>
- Hagelin A, Calles O, Greenberg LA, Piccolo JJ & Bergman E. 2016. Spawning migration of wild and supplementally stocked landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *River Res. Applic.* 32:383-389. DOI: 10.1002/rra.2870
- Hagelin A, Calles O, Greenberg LA, Nyqvist D & Bergman E. 2016. The migration behavior and fallback rate of landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a regulated river: Does timing matter? *River Res. Applic.* 32:1402-1409.
- Hagelin A, Museth J, Greenberg LA, Kraabøl M, Calles O & Bergman E. 2021. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 78: 124–134. <dx.doi.org/10.1139/cjfas-2019-0271>
- Jacobsen JA, & Hansen LP. (2001). Feeding habits of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 58(4), 916–933. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2001.1084>
- Harms-Tuohy CA, Schizas, N. V., & Appeldoorn, R. S. (2016). Use of DNA metabarcoding for stomach content analysis in the invasive lionfish *Pterois volitans* in Puerto Rico. *Marine Ecology Progress Series*, 558, 181–191. <https://doi.org/10.3354/meps11738>
- Jakubavičiūtė, E., Bergström, U., Eklöf, J. S., Haenel, Q., & Bourlat, S. J. (2017). DNA metabarcoding reveals diverse diet of the three-spined stickleback in a coastal ecosystem. *PLOS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186929>
- Klements, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M., & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): A review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, 12, 1–59. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2003.00010.x>

- Langhans SD, Domisch S, Balbi S, Delacámara G, Hermoso V, Kuemmerlen M, Martin R, Martínez-López J, Vermeiren P, Villa F, Jähnig SC. 2019. Combining eight research areas to foster the uptake of ecosystem-based management in fresh waters. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*. 2019;29:1161–1173. DOI: 10.1002/aqc.3012
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2014). *Fisk och fiskevårdsplan för Vänern* (2014:062014). Länsstyrelsen Västra Götaland.
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2e0f9f621636c8440272ec0f/1528729580205/2014-06.pdf>
- Mahesh V, Nair R & Gop A. 2019. Stomach Content Analysis Techniques in Fishes. I *Recent Advances in Fishery Biology techniques for Biodiversity Evaluation and Conservation*. CMFRI.
https://www.researchgate.net/publication/330621031_Stomach_Content_Analysis_Techniques_in_Fishes
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, Solan M, Turner MG, Field CB, Knowlton N. 2020 Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Phil. Trans. R. Soc. B* 375: 20190104.
<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>
- Nyqvist D, Calles O, Bergman E, Hagelin A & Greenberg LA. 2016. Post-spawning survival and downstream passage of landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a regulated river: Is there potential for repeat spawning? *River Res. Applic.* 32: 1008-1017.
- Nyqvist D, Bergman E, Calles O & Greenberg LA. 2017. Intake approach and dam passage by downstream-migrating Atlantic salmon kelts. *River Res. Applic.* 33: 697-706. DOI: 10.1002/rra.3133
- Norrgård J, Greenberg LA, Piccolo JJ, Schmitz M & Bergman E. 2013. Multiplicative loss of landlocked Atlantic Salmon *Salmo salar* L. smolts during downstream migration through multiple dams. *River Res. Applic.* 29:1306-1317.
- Norrgård JR, Bergman E, Schmitz M & Greenberg LA. 2014. Effects of feeding regimes and early maturation on migration behavior of landlocked hatchery/reared Atlantic salmon *Salmo salar* smolts. *J Fish Biol* 85: 1060-1073. doi:10.1111/jfb.12522
- Nyquist N. 2022. Diet hos lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*) i Vänern: Kompletterande perspektiv i en ekosystembaserad fiskförvaltning. Masters uppsats. Karlstads universitet. 22:29
- O’Higgins TG, Lago M & DeWitt TH (Eds.) 2020. *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity - Theory, Tools and Applications*. Springer. Switzerland.
- Palm S & Dannewitz J. 2019. Odling och utsättning av lax och öring i Vänern. Kunskapsunderlag, 2019-12-23. SLU ID: SLU aqua.2019.5.4-9.
- Petersson E. (2015). *Lax* [Faktablad]. <https://pub.epsilon.slu.se/14663/>
- Pinnegar JK, Goñi N, Trenkel VM, Arrizabalaga H, Melle W, Keating J & Óskarsson G. 2015. A new compilation of stomach content data for commercially important pelagic fish species in the northeast Atlantic. *Earth Syst. Sci. Data*, 7, 19–28. doi:10.5194/essd-7-19-2015
- Runnström S. (1940) Vänerlaxens ålder och tillväxt. Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket No. 18.
- Saksvik M, Nilsen F, Nylund A, & Berland B. (2001). Effect of marine Eubothrium sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) on the growth of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases*, 24(2), 111–119. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2001.00276.x>
- Slocombe DS. 1993. Implementing Ecosystem-Based Management. *BioScience* 43 (9): 612-622. Published by: Oxford University Press on behalf of the American Institute of Biological Sciences
 Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/1312148>
- Sportfiskarna. *Fångstatabanken*. Hämtad 2023-02-23 från <https://www.fangstatabanken.se/>

- Sundblad G, Sundelöf A, Ovegård M, Karlsson M, Blomqvist G, Carlstrand H & Thörnqvist S. 2018. Fritidsfiske inom fisk-, havs- och vattenförvaltningen. Nationell plan för datainsamling Aqua reports 2018:22
- Svenska fiskeregler Hämtad 2023-02-23
<https://svenskafiskeregler.lansstyrelsen.se/?hand=false&nat=false&skal=false&ovr=false&per=false&start=&stop=&bbox=334996.56595893,6463749.8677087,459879.8318553,6597364.3788902&namn=vanern>
- Törnqvist N. (1940). Märkning av Vänerlax. Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket No. 17
- UN Chief Executives Board for Coordination. (2019). *Strategy for sustainability management in the United Nations system, 2020–2030*. UN. <https://digitallibrary.un.org/record/3812667>
- Vehanen T, Piria M, Kubečka J, Skov C, Kelly F, Pokki H, Eskelinen P, Rahikainen M, Keskinen T, Artell J, Romakkaniemi A, Suić J, Adámek Z, Heimlich R, Chalupa P, Ženíšková H, Lyach R, Berg S, Birnie-Gauvin K, Jepsen N, Koed A, Pedersen MI, Rasmussen G, Gargan P, Roche W & Arlinghaus R. 2020. *Data collection systems and methodologies for the inland fisheries of Europe*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 649. Budapest, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca7993en>
- Willén E. 2001. Four decades of research on the Swedish large lakes Mälaren, Hjälmaren, Vättern and Vänern: the significance of monitoring and remedial measures for a sustainable society. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 30, 458–466.
- WWF. (2021). *Environmental Threats*. World Wildlife Fund. Hämtad 2021-12-19 från <https://www.worldwildlife.org/threats>
- Zacharia PU, & Abdurahiman KP. (2004). *Methods of stomach content analysis of fishes- Winter School on Towards Ecosystem Based Management of Marine Fisheries – Building Mass Balance Trophic and Simulation Models*. 148-158.
- Zacharia PU. 2017. *Trophic levels and methods for stomach content analysis of fishes*. In: Course Manual Summer School on Advanced Methods for Fish Stock Assessment and Fisheries Management. Lecture Note Series No. 2/2017 . CMFRI; Kochi, Kochi, pp. 278-288.