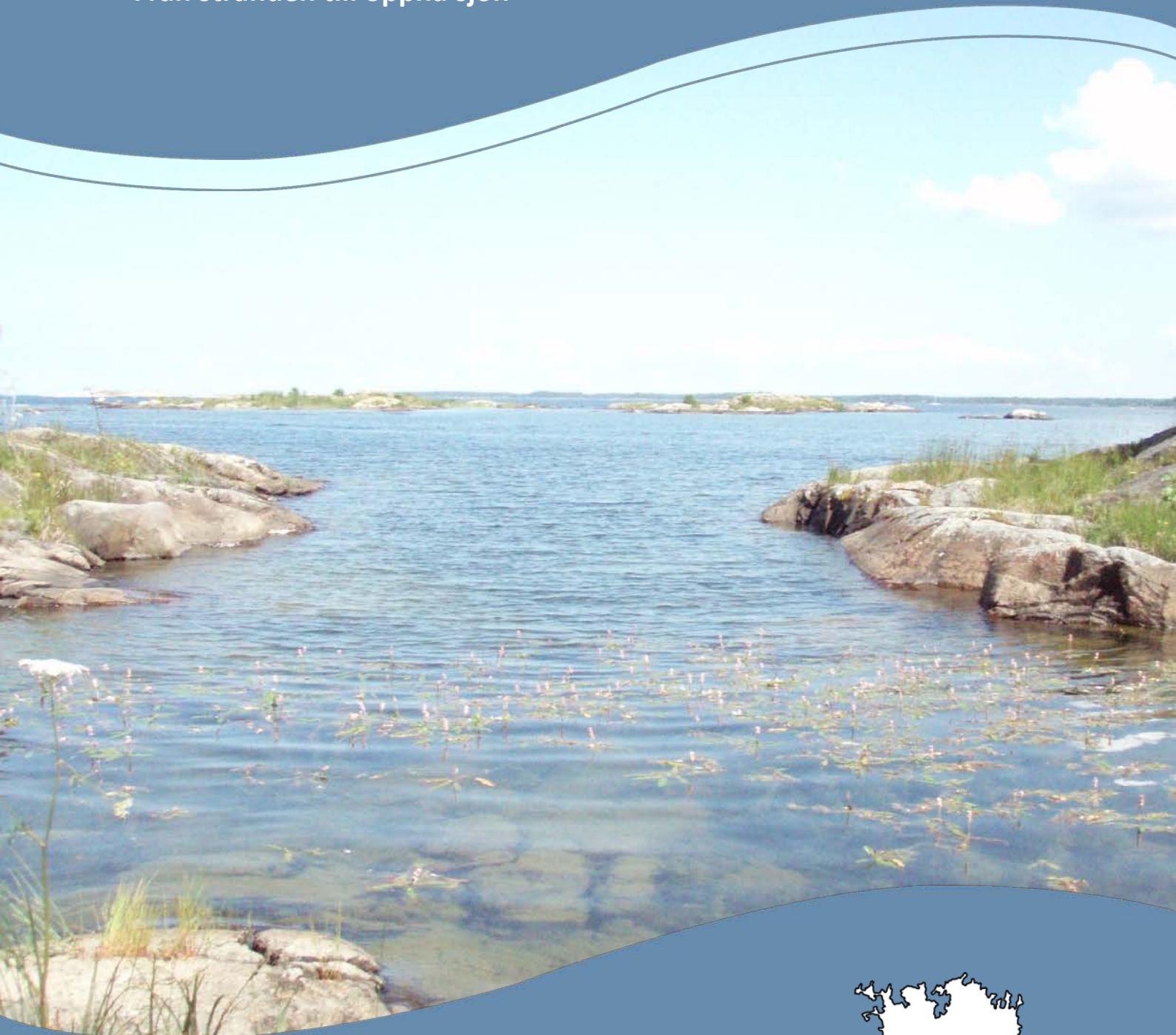


Provfisken i Vänern 2009-2012

Från stranden till öppna sjön



Titel: Provfisken i Vänern 2009-2012. Från stranden till öppna sjön

Tryckår: 2013

ISSN: 1403-6134

Författare: Magnus Andersson, Alfred Sandström, Anders Asp och Sara Bergek, Institutionen för Akvatiska resurser Sötvattenslaboratoriet, Sveriges lantbruksuniversitet.

Foton: Eva Kylberg, Malin Hällbom, Anders Asp och Alfred Sandström

Omslagsbild: Kållands Skärgård, vy från Stora Enholmarna

Utgivare: Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 75

Rapporten finns som pdf på www.vanern.se

Copyright: Vänerns vattenvårdsförbund. Kopiera gärna texten i rapporten men ange författare och utgivare. Användande av rapportens fotografier eller bilder i annat sammanhang kräver tillstånd från Vänerns vattenvårdsförbund.

Förord

Vänern fick en ny regleringsstrategi i oktober 2008. Denna rapport ingår som en del i den miljöeffektuppföljning av Vänerns nya regleringsstrategi som påbörjades 2009. Undersökningen finansierades av Vänerns vattenvårdsförbund, tidigare Fiskeriverket och Naturvårdsverket. Provfisket 2012 finansierades även av Havs- och vattenmyndigheten.

Sara Peilot
Vänerns vattenvårdsförbund
2013-10-17



Provfisken i Vänern 2009-2012

Från stranden till öppna sjön



Magnus Andersson, Alfred Sandström, Anders Asp, Sara Bergek

Institutionen för Akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)



Havs
och Vatten
myndigheten



Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Metod	5
Resultat.....	11
Vikar & Skärgårdar	12
Utsjön	16
Fisksamhällenas sammansättning.....	19
Bedömningsgrunder för ekologisk status	23
Diskussion	24
Tack!.....	27
Referenser.....	28
Bilaga - Lokalbeskrivningar	30

Sammanfattning

Med anledning av den förändrade vattenståndsregleringen i Vänern har Sötvattenslaboratoriet vid Institutionen för Akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet undersökt fiskesamhället genom standardiserade provfiske. Syftet med studien var att 1) undersöka eventuella förändringar i fiskartsammansättning och beståndsstorlek i och med en förändrad tappningsstrategi samt 2) att ge en allmän beskrivning av fiskesamhällena och fiskbeståndens status. Provfisken har genomförts under augusti månad från 2009 till 2012 i fyra delområden, två i varje större delbassäng. Fisket bedrevs i en gradient från skyddade vikar, skärgårdsområden och vidare ut på öppna Vänern. Under 2009 provfiskades även den grunda, näringsrika fjärden Dättern.

Ett antal distinkta fiskesamhällen kan identifieras i Vänern med olika dominerande och karakteristiska arter. Klorofyll a (en indikator för näringsrikedom) och djup var de parametrar i vår analys som var mest avgörande för samhällsstrukturen. Grunda näringsrika fjärdar och vikar dominerades av karpfiskarna benlöja, braxen och björkna samt rovfiskarna gös och asp. Övriga strandnära områden och skärgårdar med lägre näringsrikedom dominerades istället av abborre, mört och gers. I de djupare, öppna delarna av de två huvudbassängerna övergår det abborre-mört-gers dominerade samhället till ett sik-nors-laksamhälle på djup överstigande 21 meter. De allra djupaste områdena (djup större än 50 meter) har inte undersökts i denna studie.

Provfiskena i de grunda vikarna visade att artrikedomen var mycket hög. Vikarna hade en högre förekomst av unga karpfiskar (främst mört, braxen och björkna) än utanförliggande skärgårdsområden. Totalt fångades hela 25 olika fiskarter, varav 22 förekom i vikar och skärgårdsområden. Av dessa var abborre och mört de två vanligaste. De norra vikarna och skärgårdsområdena var överlag mer näringsrika än de södra och det var också de områden som hade den högsta fiskfångsten. I de djupa delarna av sjön fångades totalt 15 arter. Nors var den vanligaste fiskarten. Den största skillnaden mellan de djupare delarna i norr och söder var den rikligare förekomsten av lake och gös på de norra lokalerna.

Den gradvisa förändring i samhällsstrukturer som sker till en följd av förändrad näringsstatus är en viktig komponent i de bedömningsgrunder som används för att bedöma ekologisk status i sjöar. Arter som gös och faren trivs bäst i näringsbelastade miljöer och förekom följaktligen främst i de nordliga, mer näringsrika, områdena. Den ekologiska statusen bedömdes generellt sett vara god även om det ska påpekas att de ekologiska kvalitetskriterierna inte är helt anpassade för så stora sjöar som Vänern.

Fångsterna av gös, braxen och björkna ökade med ökad fosforhalt medan abborrfångsterna hade ett optimum på cirka 20 µg fosfor/liter. Gösen finns således främst i grumligare och mer näringsrika områden och abborre i mer näringsfattiga områden med klart vatten.

Sammantaget visar resultaten i denna studie att det inte skett några större förändringar i fiskartssammansättningen sedan 2009. Insamlingsprogrammet fångade dock de flesta av de vanligaste och känsligaste arterna i strandzonen i Vänern med undantag för gädda. Det gör det möjligt att på sikt upptäcka om en förändrad reglering eventuellt ger upphov till storskaliga förändringar av fiskesamhällena. Detta förväntas ta längre tid än de få år som gått sedan den nya tappningsstrategin infördes. Fisk är en viktig komponent i Vänerns strandnära ekosystem och ett fortsatt övervakningsprogram kan därför tillsammans med övervakning av andra djur- och växtgrupper bidra till en ökad förståelse av hur regleringen påverkar ekosystemet.

Inledning

Vänern började regleras redan 1937. Därefter har amplituden mellan låg- och högvatten successivt minskat. Med undantag av extremåret 2001 med mycket höga vattennivåer (Bergström m.fl., 2010) har amplituden minskat särskilt mycket sedan början av 80-talet. Från och med år 2008 har man tillämpat en ny tappningsstrategi (Christensen, 2010). I den nya regleringen sänks medelvattenståndet med 16 cm. De största förändringarna relativt en naturlig vattenstandsregim sker på våren och försommaren. Det område som dränks vid högvattenstånd minskar från ca 8500 ha till 4400 ha och dränkingsvaraktigheten för de strandnära områdena blir också väsentligt kortare (Koffman m.fl., 2013).

Tidigare studier av hur en förändrad reglering kan påverka fisksamhällen i sjöar har visat att strandnära arter som t.ex. gädda och abborre ofta påverkas negativt (Casselman & Lewis, 1996; Mingelbier m.fl., 2008; Sutela & Vehanen, 2008). I en nyligen genomförd studie i Lake Huron i USA visade man att fisksamhällets artrikedom minskade vid en förändrad reglering till följd av en mer ensartad undervattensvegetation (Midwood & Chow-Fraser, 2012).

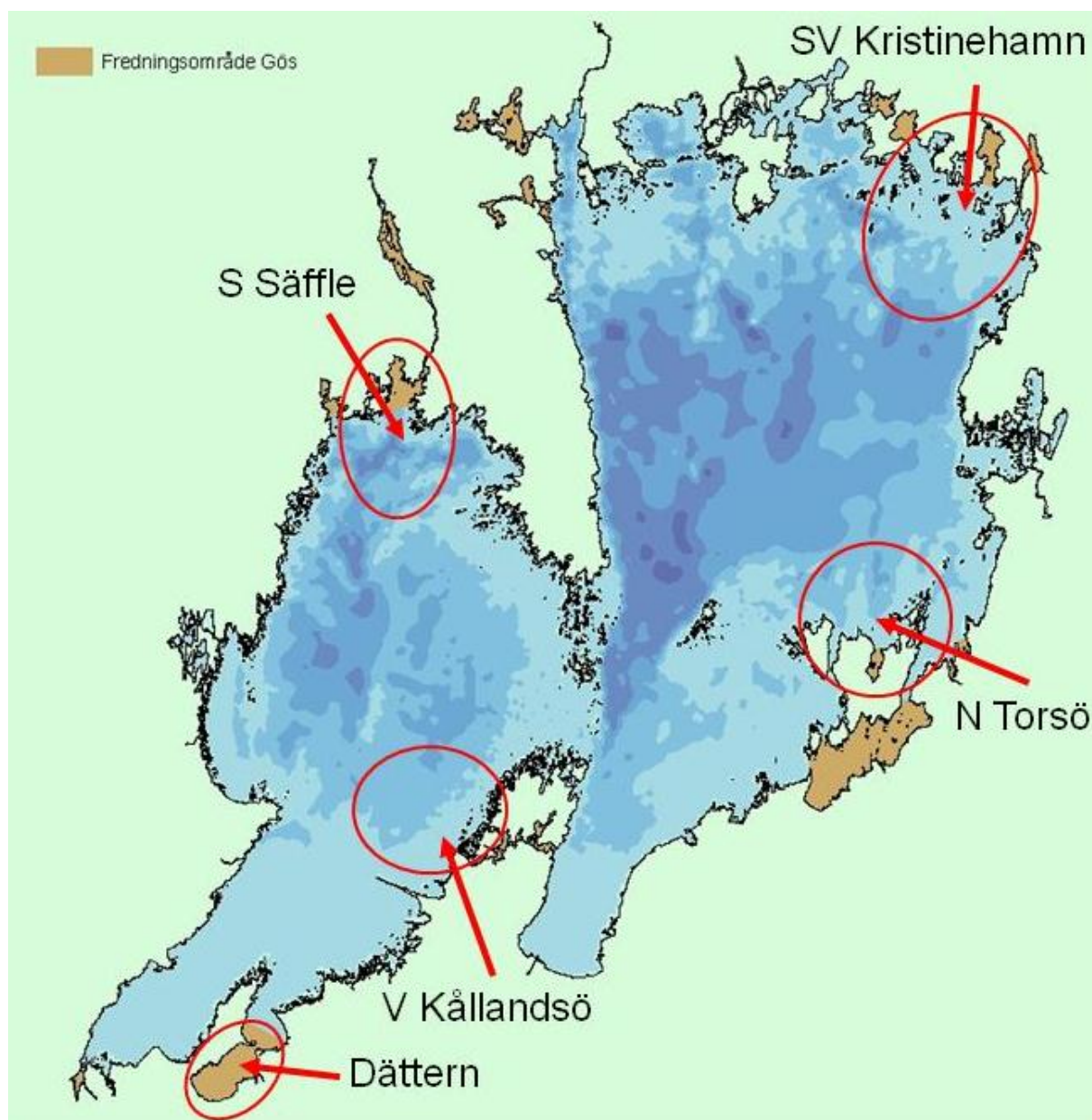


Mörka moln över Vänern.

För att undersöka hur den förändrade regleringen kan komma att påverka Vänerns strandnära vattenmiljöer initierade år 2009 Vänerns vattenvårdsförbund i samarbete med dåvarande Fiskeriverket ett övervakningsprogram. En del av detta program har bestått av en uppföljning av utvecklingen hos fisksamhällena på grunt vatten i Vänern genom provfisken. Provfiskena har bedrivits mellan 2009 och 2012 i fyra huvudsakliga delområden. Programmet omfattar vikar och skärgårdsområden, vilka troligtvis är de som kan påverkas mest av den förändrade regleringen. Dessutom ingår delar av öppna Vänern för att bättre täcka in de exponerings- och djupgradients som påverkar fisksamhällets sammansättning och för att kunna kompensera för fiskens vandringar in och ur de grunda vikarna.

Syftet med denna rapport är att undersöka eventuella förändringar i fiskartsammansättning och bestandsstorlek efter den nya vattenregleringen som trädde i kraft 2008 samt att ge en allmän beskrivning av fisksamhällena och fiskbeståndens status. Provfisket har dessutom gett en möjlighet att analysera ekologisk status samt rekrytering av ung fisk. Sedan många år tillbaka finns ett omfattande program för att följa fisk i den fria vattenmassan i Vänern med hjälp av vetenskapliga ekolod

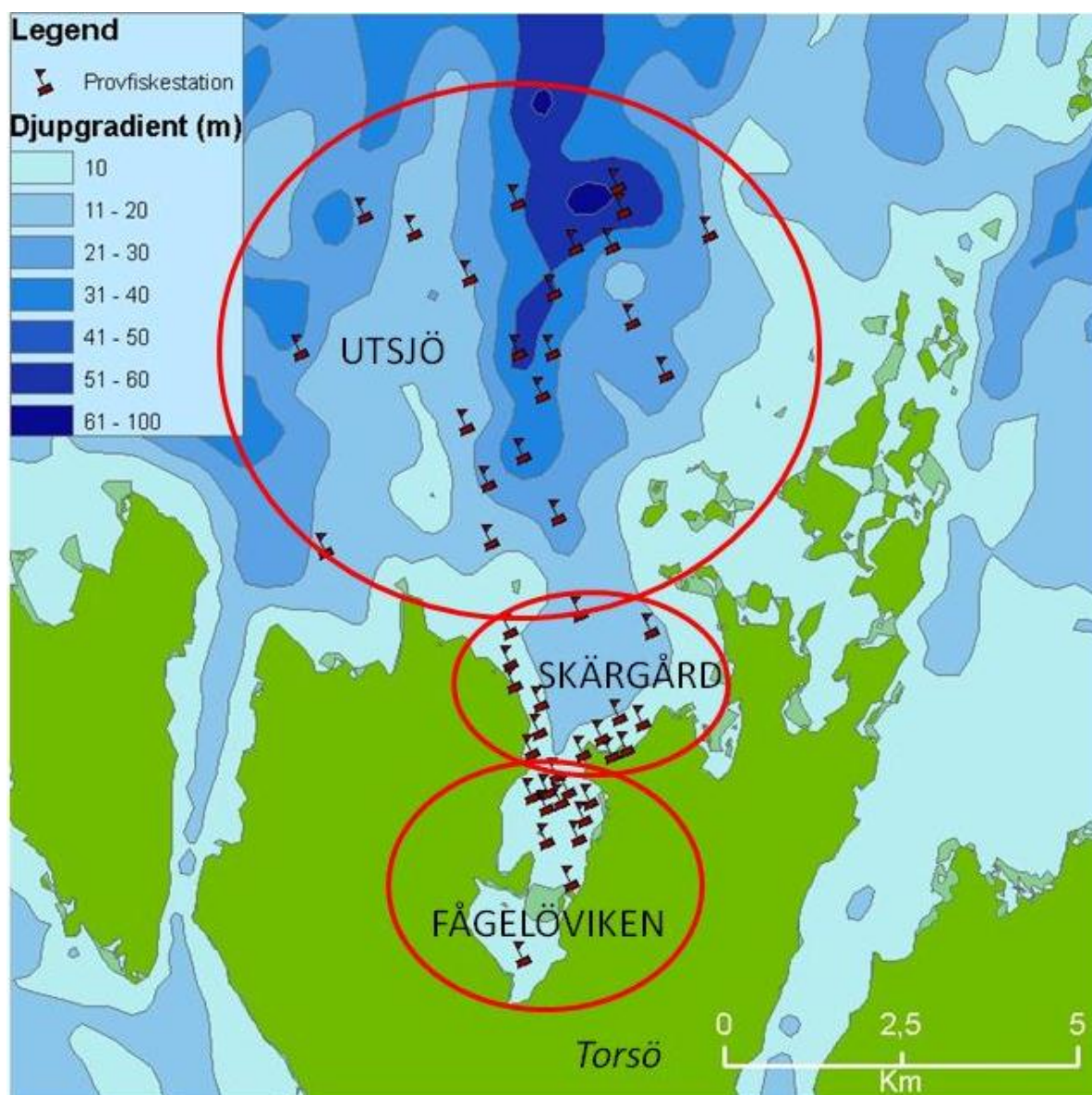
kombinerat med stickprovstrålning. Genom det utökade programmet med nätprovfisken erhålls ett komplement till ekolodsundersökningarna och ett eftersökt kunskapsunderlag.



Figur 1. Karta över Vänern och provfiskeområdena 2009 – 2012. Observera att Dättern endast provfiskats under 2009. Bruna områden visar fredningsområden för gös.

Metod

Provfisken har under 2009-2012 genomförts i fyra olika områden kring Vänern (Figur 1). Inom varje område har provfisken utförts i en gradient med utgångspunkt från en eller flera skyddade vikar via närliggande skärgårdar och ut på djupare platser i utsjön (Figur 2 och Figur 1-4 i Bilaga).



Figur 2. Exempel på provfiskets upplägg med en gradient från en grund skyddad vik, ett närliggande skärgårdsområde till öppna djupare platser i utsjön. Exemplet är från området norr om Torsö med Fågelövikens längst in.

Upplägget ger en möjlighet att följa och bedöma utvecklingen i de flesta olika miljöer som finns i Vänern. Exempelvis så täcker provfisket in de flesta olika djup- och skärgårdszoner vilket gör att majoriteten av de fiskar som finns i Vänern fångas. Upplägget gör också att resultaten blir mindre känsliga för fiskars vandringar inom områdena, exempelvis vuxna fiskars vandring in och ut ur vikar. Första året, 2009, provfiskades även den näringsrika och grunda fjärden Dättern i sydvästra delen av Vänern. Denna lokal har sedan 2010 bytts ut mot ett område på västra delen av Kållandsö som bedömdes vara mer representativt för Dalbosjön och som i likhet med övriga lokaler hade en tydligare och mer lättdefinierad skärgårdsgradient. De olika platserna har valts ut i samarbete med Vänerns vattenvårdförbund för att fiskundersökningarna ska överlappa så mycket som möjligt med övrig miljöövervakning, särskilt de delmoment som lagts till för att följa effekter av den nya regleringen. Delområdena orienterar dessutom i samtliga väderstreck i syfte att fånga upp eventuella geografiska skillnader (Figur 1 och 2 och Figur 1-4 i Bilaga). Målsättningen var att få en så bra täckning som möjligt av Vänern som helhet.

Provfisket i vikarna och närliggande skärgårdsområden utfördes med modifierade kustöversiktsnät. Näten har två extra finare maskstorlekar (6,25 och 8 mm). Dessa finmaskiga paneler ökar fångsten av unga fiskar och småväxta arter vilket gör att man får en bättre bild av fisksamhällets art- och storlekssammansättning. Näten är 55 m långa och 1,8 m djupa samt består av elva sammansydda paneler. Varje panel är fem meter lång och har en bestämd maskstorlek. Avståndet mellan knutarna är 6,25; 8; 10; 12; 15; 19; 24; 30; 38; 48; 60 mm. De olika maskorna gör det möjligt att fånga fisk av varierande storlek och ålder. Provfiskeområdena fiskades om möjligt, i tre djupintervall; 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m. Näten placerades slumpvis inom de befintliga djupzonerna (Tabell 1 och Figur 1-4 i Bilaga).

Lokaler djupare än 10 m och ner till 50 m fiskades med djupa översiktsnät. Näten är 300 m långa och 5m höga och består av fem sammansydda paneler. Panelerna har en fast serie av olika maskstorlekar (20, 30, 35, 43, 60 mm) och fångar därför precis som kustöversiktsnäten olika storlekar och arter. De djupa översiktsnäten är dock bättre anpassade att fånga större fiskar och bättre för fiske på stora djup och hårt strömsatta områden. Fisket med de djupa översiktsnäten bedrevs utanför respektive vikar och skärgårdsområden (Tabell 2 och Figur 1-4 i Bilaga) med sex nät i respektive djupzon (10-20, 20-30, 30-40, 40-50 m).



Urtagning av fångsterna i näten, i detta fall gös och björkna.

Näten placerades ut på kvällen och fick sedan fiska stående på botten i tolv timmar innan de vittjades på morgonen. Efter vittjning delades fångsten upp på maskstorlekar och nät för att sedan protokollföras. Längd och vikt hos samtliga fiskarter noterades. Arterna abborre, asp, gös, mört, sik och vimma samlades in för ålders- och tillväxtanalys. Dessa prover har ännu inte analyserats fullständigt. Data från provfisket genomgår först ett kvalitetssäkringssteg och införlivas därefter i den nationella databasen för provfisket i sjöar (NORS). Resultaten blir därefter allmänt tillgängliga via nätet på <http://www.slu.se/sjoprovfiskedatabasen>.



Längd och vikt noterades för samtliga arter.

Tabell 1. De olika provfiskeområdena (fet stil, understryket) och nätansträngningen med kustöversiktsnät i olika djupzoner och år. Provfiskade skärgårdsområden är angivna med grön bakgrund och vikar med vit bakgrund.

Lokal	År	Antal nät per djupzon			
		0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 12 m	Alla
<u>N Torsö</u>					
Fågelövikén	2009	9	11	15	35
Fågelövikén	2010	4	4	4	12
Fågelövikén	2011	4	4	4	12
N Torsö skärgård	2010	4	3	5	12
N Torsö skärgård	2011	4	4	4	12
<u>SV Kristinehamn</u>					
Ölmeviken	2009	10	0	0	10
Ölmeviken	2010	5	0	0	5
Ölmeviken	2011	4	0	0	4
Kristinehamns skärgård	2010	5	10	4	19
Kristinehamns skärgård	2011	4	8	8	20
<u>S Säffle</u>					
Gatviken	2009	5	5	5	15
Gatviken	2010	4	4	4	12
Gatviken	2011	4	4	4	12
Gatviken	2011	4	4	4	12
<u>V Kållandsö</u>					
Lommefjärden (vik)	2010	4	4	4	12
Lommefjärden (vik)	2011	4	4	1	9
Lommefjärden (vik)	2012	6	6	0	12
Rackeby skärgård	2010	4	4	7	15
Rackeby skärgård	2011	4	4	4	12
Rackeby skärgård	2012	3	3	8	14
<u>Dättern</u>					
Dättern (vik)	2009	13	0	0	13

Tabell 2. Nätansträngningen med djupa översiktsnät i de olika provfiskeområdena fördelat på olika djupzoner och år. Avser endast provfiske i utsjön.

Lokal	År	Antal nät per djupzon				
		10 - 20 m	20 - 30 m	30 - 40 m	40 - 50 m	Alla
N Torsö	2010	6	6	6	6	24
N Torsö	2011	6	6	6	6	24
SV Kristinehamn	2011	6	6	6	6	24
SV Kristinehamn	2010	6	6	6	6	24
S Säffle	2010	6	6	6	6	24
S Säffle	2012	6	6	6	6	24
V Kållandsö	2010	6	6	6	0	18
V Kållandsö	2012	6	6	6	0	18

Fisksamhällets sammansättning analyserades i två steg. Först analyserades fångststrukturen i strandnära områden och därefter i djupare områden i utsjön. Analysen baserades på så kallade multivariata regressionsträd (Zuur m.fl., 2010 & De'ath, 2002). Den multivariata responsen hos kluster av beroende variabler (som exempelvis fångsten av en fiskart) relateras till miljöfaktorer. Datasetet (trädet) förgrenas baserat på artsammansättningen. I analysen anges sedan vilka miljövariabler som är viktigast för trädets uppdelning. Fyra kontinuerliga miljövariabler användes i analyserna: djup, halten av klorofyll *a*, medelavståndet till närmsta vattendragsmynning samt medelavståndet till närmsta strand. Alla variablerna finns som heltäckande kartskikt vilket gjorde det möjligt att extrapolera resultaten till hela Vänern. Data över halten klorofyll *a* kunde extraheras från satellitbaserade skattningar baserade på satelliten MERIS från 27:e juni 2010. Ett kartskikt med medelavstånd till vattendragsmynningar skapades genom att göra en så kallad "cost-distance" analys där alla mynningar med ett tillrinningsområde överstigande 500 hektar användes (data från SMHI). Ett liknande kartskikt skapades genom att utföra en "cost-distance" analys för att beräkna medelavstånd till strandlinjen. I analysen exkluderades öar och skär med en yta mindre än 100 hektar. Till analysen användes Fastighetskartan med en upplösning på 1:50 000 m.

De multivariata regressionsträden skapades i programmet Brodgars Interface (som är integrerat med R version 2.9). Regressionsträd delar upp data i noder genom att maximera variationen mellan grupper och minimera variationen inom grupper. Våra "träd" beskärdes med en likartad ansats som den som beskrivs i Zuur m.fl. (2010).

Genom de grupperingar av fisksamhällena som skapades gjordes extrapoleringar i GIS för att grovt visualisera utbredningen hos de vanligaste fisksamhällena i Vänern. De habitatkategorier som föll ut i analysen extrapolerades med hjälp av funktionen Query tool i ArcGis10.

Bedömning av ekologisk status med EQR8, har utförts enligt anvisningar i Holmgren m.fl. (2007). EQR8 är ett system för ekologisk kvalitetsbedömning som används som en del av implementeringen av Vattendirektivet. Indexet används för att bedöma statusen hos olika vattenförekomster och baseras på åtta olika parametrar som jämförs med referensvärden och vägs samman till ett index. I Vänern finns 28 vattenförekomster. Vid bedömning av ekologisk status i mindre sjöar anses höga artantal av fiskar vara en indikation på eutrofiering. Stora sjöar som Vänern har naturligt många arter oberoende av om vattenförekomsterna är påverkade av övergödning eller inte. Således kan det naturligt höga

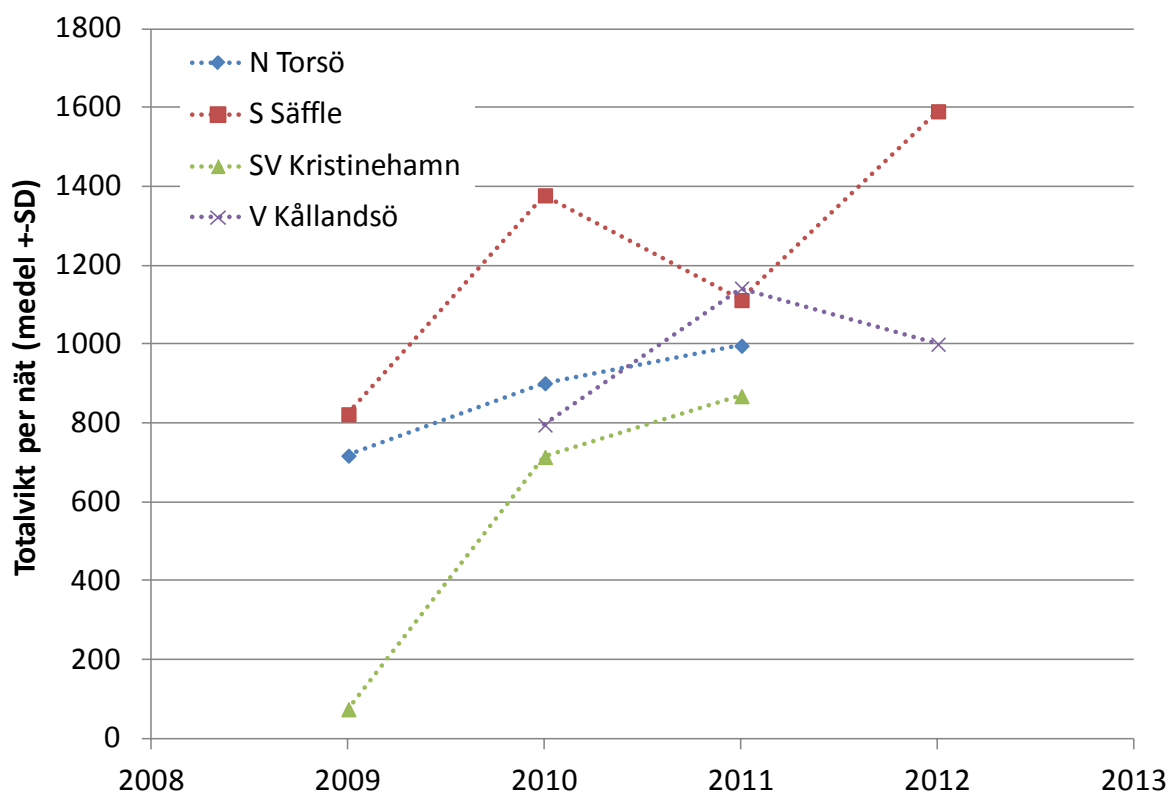
artantalet i fångsten i Vänern ge ett missvisande resultat. Genom att ta bort faktorn antal inhemska arter ur EQR8 kunde ett kompletterande EQR7 beräknas, då med endast sju faktorer.

Fångstdata från provfisket jämfördes även med koncentrationen av totalfosfor.

Vattenkemiprovtagningen ingår i den nationella miljöövervakningen och koordineras av Vänerns vattenvårdsförbund. Data från den kompletterande provtagning som sköts av kommunerna i skyddade vikar och skärgårdar (samordnad recipientkontroll) användes också till analysen, som utfördes med ANOVA i SPSS version 19.0.

Resultat

Totalt fångades 25 olika fiskarter i provfisket. Detta är en för svenska förhållanden anmärkningsvärt hög siffra. Medel- och medianantalet fiskarter som fångas i svenska sjöprovfisken är fyra. Antalet är ytterst sällan högre än femton (Statistik från databasen NORS). Över denna förhållandevis korta tidsperiod är det svårt att kunna identifiera förändringar annat än mycket drastiska sådana. Med den naturliga variation som finns så krävs det att undersökningarna får pågå fler år för att gradvisa förändringar ska kunna detekteras. Det finns dock trender för vissa arter. Fångsten av abborre ökade över tid i samtliga områden (Figur 3), fångsten av sik också och fångsten av lake minskade.



Figur 3. Fångsten av abborre har ökat över tid i samtliga av de fyra undersökningsområdena.

Vikar & Skärgårdar

I vikarna och skärgården fångades det totalt 22 olika fiskarter (Tabell 3). De vanligaste arterna var abborre och mört men även braxen, björkna och gers förekom i höga antal (Tabell 3). De arter som saknas i fångsten är främst småvuxna arter som storspigg och småspigg samt arter som fångas dåligt i nät, exempelvis ål och flodnejonöga. Gös förekom sparsamt (<1%) i Lommefjärden och Fågelövikens och utgjorde i genomsnitt ca 5 % av fångstvikten i Gatviken och Ölmeviken samt 18 % i Dättern. Många av de provfiskade vikarna är fredningsområden för gös eller ligger i nära anslutning till sådana fredningsområden (Figur 1). Fredningsområdena ska skydda gösen från fiske under leken på våren. Baserat på fångsten av ung gös (0+) så är Ölmeviken, Dättern och Gatviken samtliga viktiga lek- och uppväxtområden för gös. I de skyddade delarna av västra Kållandsö (Lommefjärden) fångades ett fåtal årsyngel av gös. I Fågelövikens endast en yngre gös (under 10 cm). Överlag är fiskfaunan i grundområdena i Vänerne mycket artrik, både relativt övriga delar av Vänerne samt relativt andra sjöar i Sverige.

Tabell 3. Fiskarter som fångades i provfisken i vikar och skärgårdar. Arterna är listade fallande efter fångstantal, d.v.s. den högsta fångsten räknat som antal individer var mört och därefter abborre. I tabellen anges också om fiskarterna leker på grunda områden och/eller växer upp på grunda områden under hela eller delar av sitt första levnadsår. I tabellen anges också om arterna är typarter enligt Natura 2000 och/eller om de finns på Artdatabankens rödlista över hotade arter.

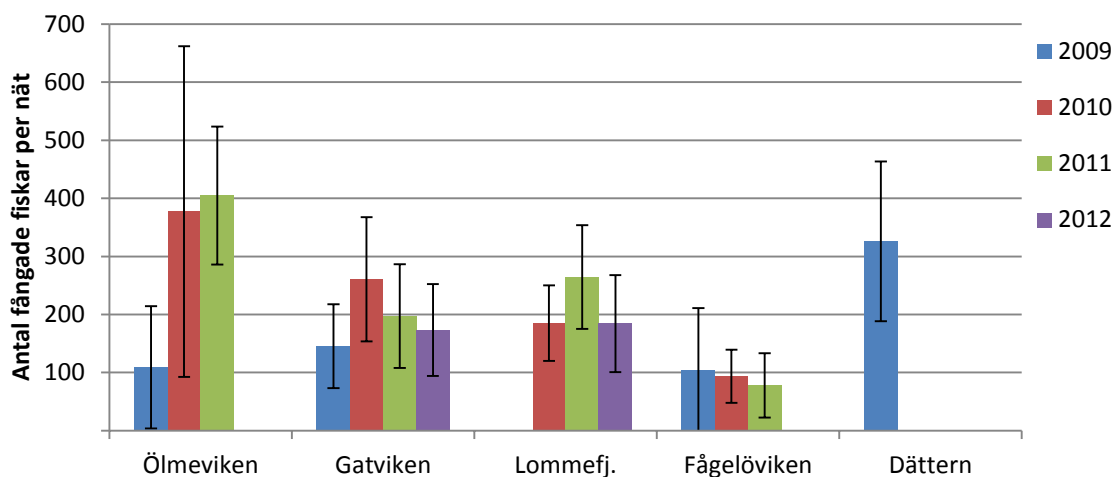
Art	Leker grunt?	Växer upp grunt?	F/A	Rödlistade*	Natura 2000
Mört	Ja	Ja	51,5		
Abborre	Ja	Delvis	37,7		
Gers	Ja	Delvis	13,6		
Benlöja	Ja	Delvis	10,6		
Björkna	Ja	Ja	9,7		
Braxen	Ja	Ja	6,3		
Gös	Ja	Delvis	4,6		
Siklöja	Ja	Delvis	4,3		
Nors	Ja	Nej	1,9		
Faren	Ja	Ja	0,9		
Sik	Ja	Delvis	0,5		
Sarv	Ja	Ja	0,3		
Asp	Nej**	Ja	0,2	NT	X
Gädda	Ja	Ja	0,1		
Stäm	Nej**	Ja	0,1		
Elritsa	Ja	Ja	0,1		
Sutare	Ja	Ja	>0,1		
Id	Nej**	Ja	>0,1		
Lake	Ja	Ja	>0,1	NT	
Nissöga	Ja	Ja	>0,1		X
Ruda	Ja	Ja	>0,1		
Stensimpa	Ja	Ja	>0,1		X

*Enligt Gärdenfors (2010)

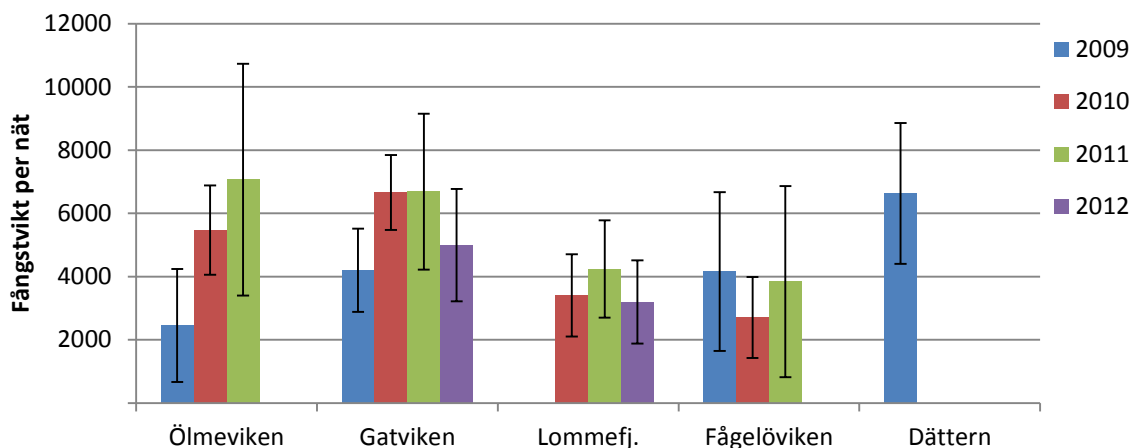
**Leker huvudsakligen i vattendrag

NT = Nära hotad

Fångsterna var överlag högre i de norra vikarna (Ölmeviken och Gatviken) jämfört med de södra (Figur 4 och 5). Både antalet fiskar och fångstvikten ökade över tid i Ölmeviken (Figur 4 och 5). I Fågelövikens fanns en tendens till att fångstantalet minskade medan fångstvikten var oförändrad (Figur 4 och 5). Detta kan tolkas som att storleksstrukturen förändrats, d.v.s. att fångsten i högre grad utgörs av stor fisk vilket kompenserar för minskat fångstantal. I övriga vikar var det inte möjligt att upptäcka några förändringar. Fångstvariationen i vikarna var hög för arter som inte fångas så ofta, särskilt i djupzonen 0–6 m ($>0,50$ CV Standardavvikelsen/medelvärde)).

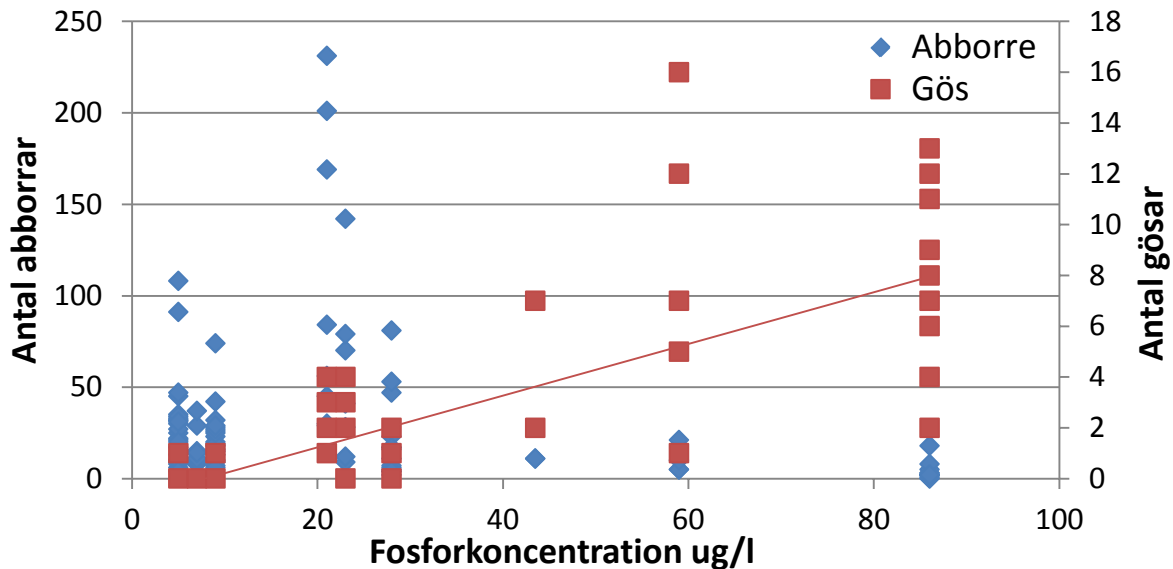


Figur 4. Medelfångsten i vikar och skärgårdar uttryckt som antal per nät per lokal och år. Felstaplarna visar standardavvikelse.



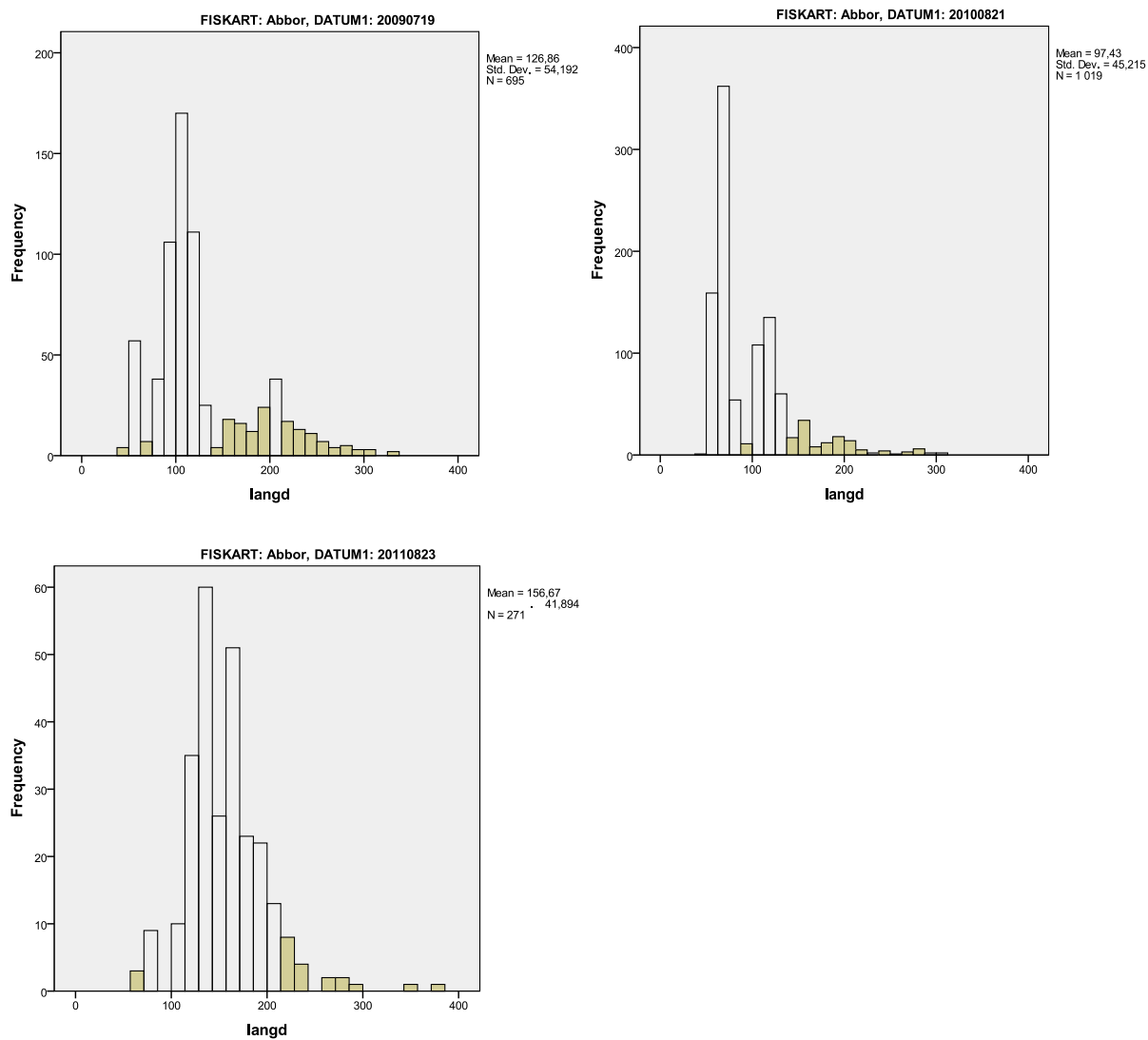
Figur 5. Medelfångsten i vikar och skärgårdar uttryckt som fångstvikt per nät. Felstaplarna visar standardavvikelse.

Gösen och abborren föredrog olika typer av habitat (Figur 6). Antalet gösar ökade linjärt med ökad fosforkoncentration ($F_{1,39} = 35,86$; $p < 0,001$; $r^2=0,47$). Antalet abborrar visade ingen tydlig trend utan ett optimum vid 20 $\mu\text{g/l}$.



Figur 6. Sambandet mellan medelantalet abborrar (vänster) och gösar (höger) och halterna av totalfosfor i närheten av provfiskestationerna. Data från 2009 – 2011.

Fångsten av ung fisk i provfisken kan i viss mån användas som ett mått på variationen i rekryteringsframgång. Som nämnts tidigare var rekryteringen av gös stabil i tre av de provfiskade vikarna (Dättern, Ölmeviken och Gatviken). Fångsterna av småvuxen (och därmed ung) abborre och mört var stabil och hög i de flesta av de provfiskade vikarna och åren vilket tyder på kontinuerlig och god rekrytering. Ett undantag var år 2011 i Fågelövikens då få abborrar med en längd understigande 10 cm fångades (Figur 7). I övriga områden var fångsterna av liten abborre (under 10 cm i längd) dock goda, så det tycks inte som rekryteringen uteblivit i Vänern som helhet utan endast i detta delområde.



Figur 7. Histogram över längdfördelningar hos abborre i Fågelövsjön åren 2009-2011. Längden anges i mm. Frequency = antal fiskar av olika storleksgrupper.

Utsjön

Totalt fångades 14 arter i provfisket i utsjön med djupa översiktsnät (Tabell 4). Nors var den till antalet vanligaste fiskarten. Både abborre och lake var vanliga på samtliga lokaler (Figur 8). Den största skillnaden mellan norra och södra Vänern var den rikligare förekomsten av lake och gös i norr.

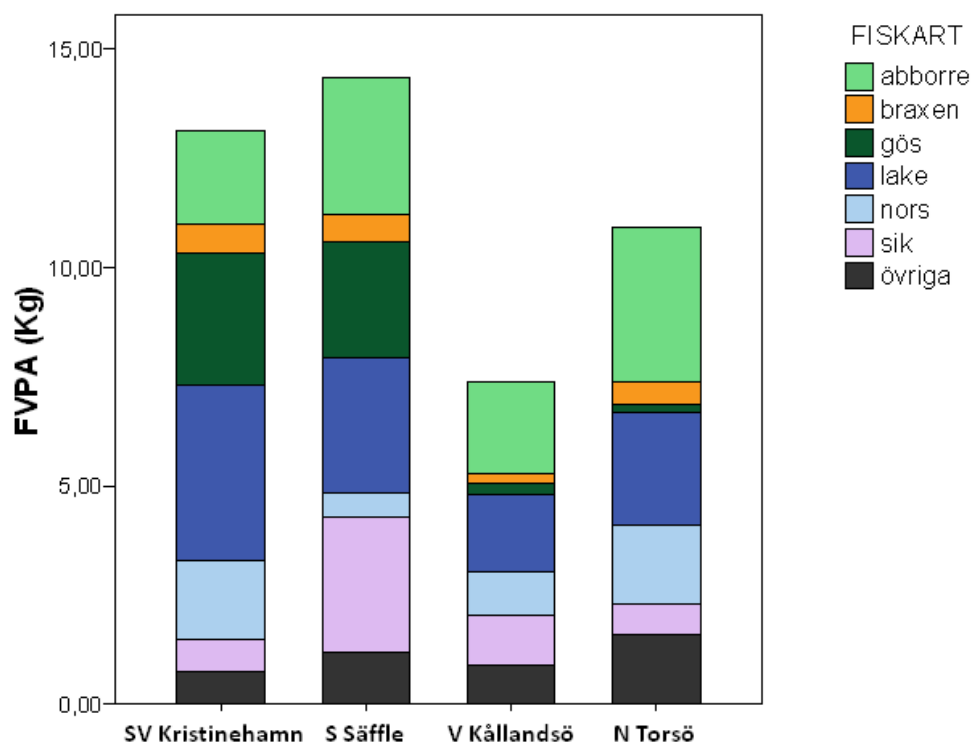
Tabell 4. Fiskarter som fångades i utsjöfisket. Arterna är listade fallande efter fångstantal, d. v. s. högsta antalet individer i fångsten utgjordes av nors följt av abborre. I tabellen anges också om arterna är typarter enligt Natura 2000 och/eller om de finns på Artdatabankens rödlista över hotade arter.

Fiskart	F/A	Rödlistade*	Natura 2000
Nors	29,8		
Abborre	15,9		
Gers	7,4		
Sik	7,2		
Siklöja	5,8		
Lake	4,1	NT	
Gös	3,8		
Björkna	2,2		
Braxen	1,4		
Mört	2,4		
Gädda	0,1		
Vimma	>0,1	NT	
Öring	>0,1		
Lax	>0,1		X

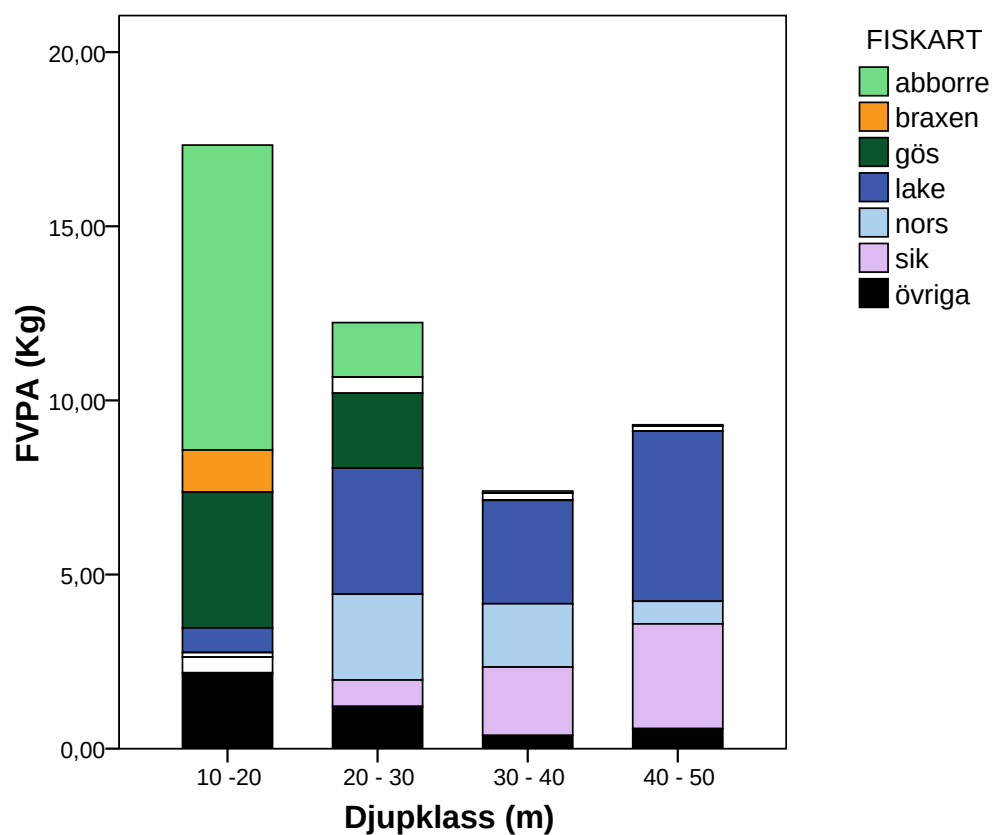
*Enligt Gärdenfors (2010)

NT = Nära hotad

Ett generellt mönster var att fångstvikten av fiskarter som abborre, braxen och gös minskade med ökat djup och att fångstvikten av lake och sik ökade (Figur 9). Det totala antalet fiskar och den totala fångstvikten minskade med ökat djup (Antal: Anova, $F_{3,86} = 8,39$; $p < 0,001$, Vikt: Anova, $F_{3,86} = 4,87$; $p = 0,04$).



Figur 8. Fångstvikten per nät i utsjön av olika arter i de fyra provfiskeområdena. Arter som understeg 5 % av biomassan summeras under övriga arter.

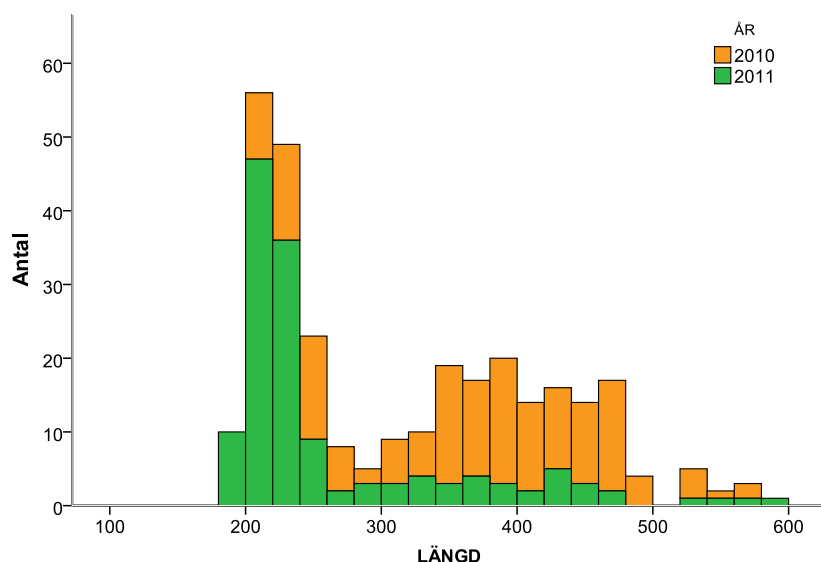


Figur 9. Fångstvikten per nät i samtliga provfiskade områden i utsjön av olika arter i olika djupintervall. Arter som understeg 5 % av biomassan summeras under övriga arter.

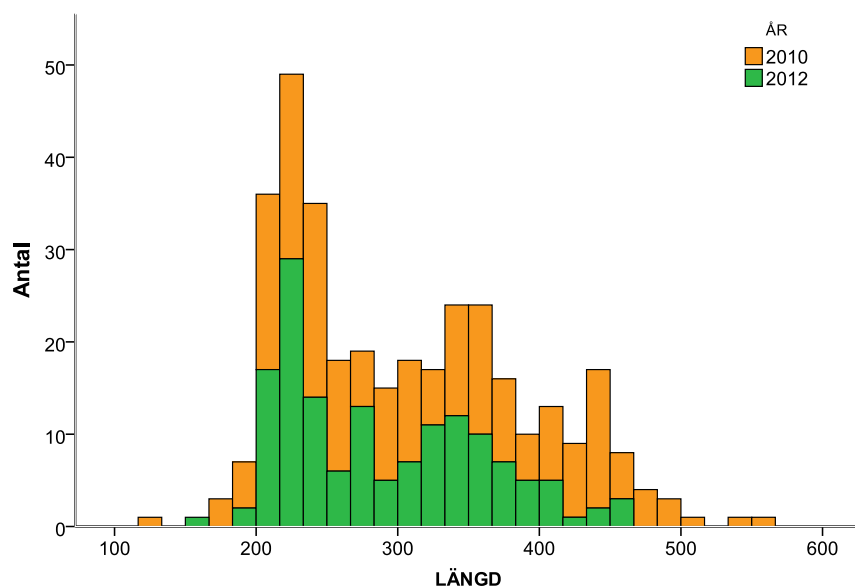
Det fanns statistiskt säkerställda skillnader i total fångstvikt mellan djupklasserna 10 – 20 m och 30 – 40 m. För antalet individer per nätansträngning fanns signifikanta skillnader mellan de grundare och de djupare djupzonerna. Det är därför rimligt att tolka det som att fångstvikten inte minskar lika mycket som antalet fiskar med ökat djup, fiskarna blir således färre men större med ökat djup.

En stor anledning till att fisksamhället skiljer sig så mycket mellan olika djupzoner är att temperaturen sjunker med stigande djup. Lake och sik föredrar till exempel kallare vatten. Den stora förändringen tycks ske vid 20 till 30 meters djup, d.v.s. en bit under språngskiktets maximala djup sommartid (Figur 10).

Gös förekom endast sparsamt i två av provfiskeområdena, N Torsö samt V Kållandsö, och återfanns sällan djupare än 25 m på någon lokal. Däremot var det gott om gös i fångsterna i de två norra områdena. Mellan åren 2010 och 2011 minskade fångsten av stor gös i Kristinehamns skärgård, samtidigt som fångsten av mindre gös ökade (Figur 11). I området söder om Säffle har antalet stora gösar minskat 2012 jämfört med 2010, men föryngringen av gös tycks vara oförändrat god (Figur 10).



Figur 10. Längdfördelning hos gös i utsjön sydväst om Kristinehamn uppdelat på åren 2010 och 2011.



Figur 11. Längdfördelning hos gös i utsjön söder om Säffle uppdelat på åren 2010 och 2012.

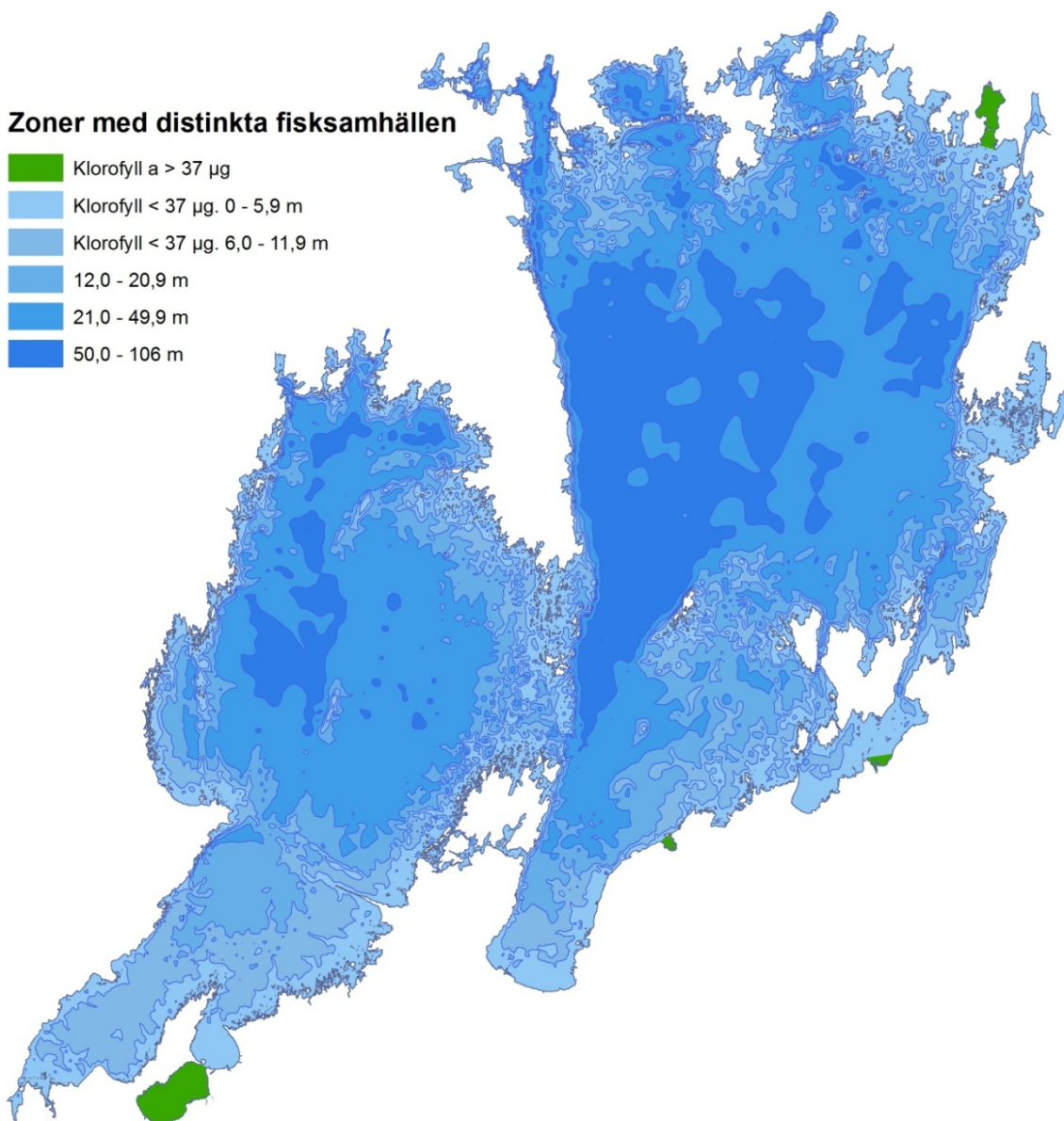
Fångsterna av sik i samtliga fyra delområden har ökat mellan 2010 och 2012. Saluförbudet som infördes 2011 på grund av för höga dioxinhalter i sik kan ha lett till lägre fiskeridödlighet och därför förväntas att sikbeståndet fortsätter att utvecklas positivt de närmsta kommande åren.

Lake förekommer rikligt i alla djupare delar av Vänern där lake är dominerande art. Laken som är en kallvattenart, ökade markant när djupet översteg 20 meter. Fångsten har minskat svagt mellan åren 2010 och 2012.

Nors fångades frekvent från 15 meter ner till 50 meter. Norsfångsten var större norr om Torsö ($F_{1,93} = 8,054$; $p < 0,01$) än sydväst om Kristinehamn. Detta mönster var särskilt tydligt för storleksklassen 10 – 15 cm. Det fanns inga tydliga trender över tid för den totala fångsten av nors. Fångsterna av siklöja varierade mellan de olika områdena. Fångsterna var högre i södra delarna av Vänern (N Torsö och V Kållandsö). Det fanns inga tydliga trender över tid.

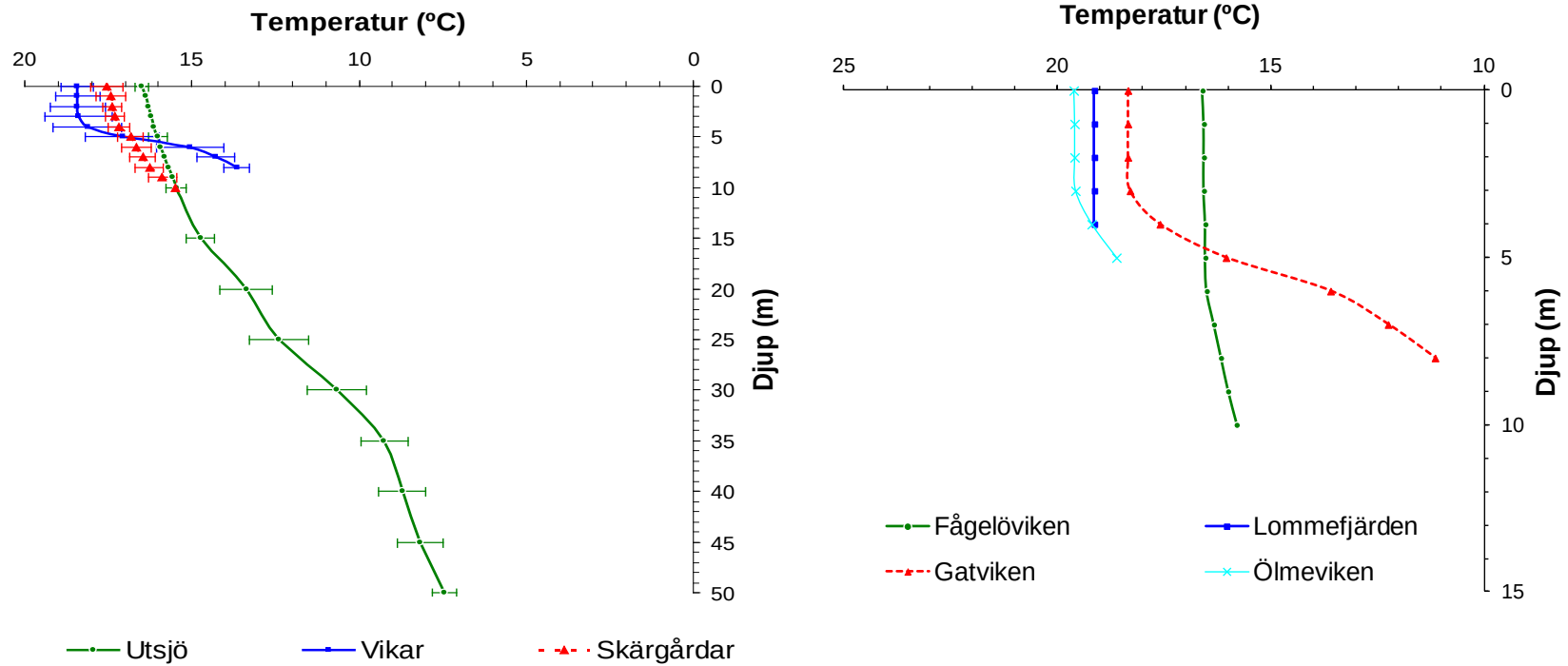
Fisksamhällenas sammansättning

Analysen med multivariata regressionsträd visade att det förekommer ett flertal distinkt skilda fisksamhällen i Vänern (Figur 12 och 13, Tabell 5). Analysen identifierar dominerande arter och arter som är unika för det specifika samhället, så kallade karaktärsarter. Klorofyll och djup var de viktigaste miljöparametrarna för uppdelningen i grupper (Figur 12 och 13, Tabell 5). Den rumsliga variationen i artsammansättning överensstämmer i hög grad med resultaten från de omfattande undersökningar som gjordes under sjuttiotalet (Almer, 1979). I grunda områden är det i första hand näringsrikedomen som styr artsammansättningen. På platser med höga halter av klorofyll a, överstigande $37 \mu\text{g/l}$, där således näringsrikedomen är stor dominerar fisksamhället av karpfiskar som benlöja, braxen, björkna och mört. Karaktärsarter för dessa miljöer är gös, faren, benlöja och asp. Det är endast en mindre yttandel av Vänern som har förutsättningarna att hysa denna grupp av fiskar. Främst är det Dättern, Ölmeviken, Tidans mynningsområde i Mariestadsfjärden samt Sjörsåviken. Förutom att utgöra livsmiljö för några av de mer ovanliga och hotade arterna i Vänern så är dessa områden några av de viktigaste uppväxtområdena för vissa arter som t.ex. gös. I övriga grundområden är det istället mört, abborre och gers som är de dominerande fiskarterna och i dessa områden är stäm en sällsynt förekommande karaktärsart. Detta är det vanligast förekommande fisksamhället på grunt vatten i Vänern och det utgör också en relativt stor andel av den totala sjöytan. På lite större djup blir gersen mer talrik och arter som sik och siklöja blir successivt vanligare i fångsterna. Varken avstånd till strandlinje, avstånd till vattendragsmynningar eller provtagningsår hade någon effekt på uppdelningen i grupper av fisksamhällen.

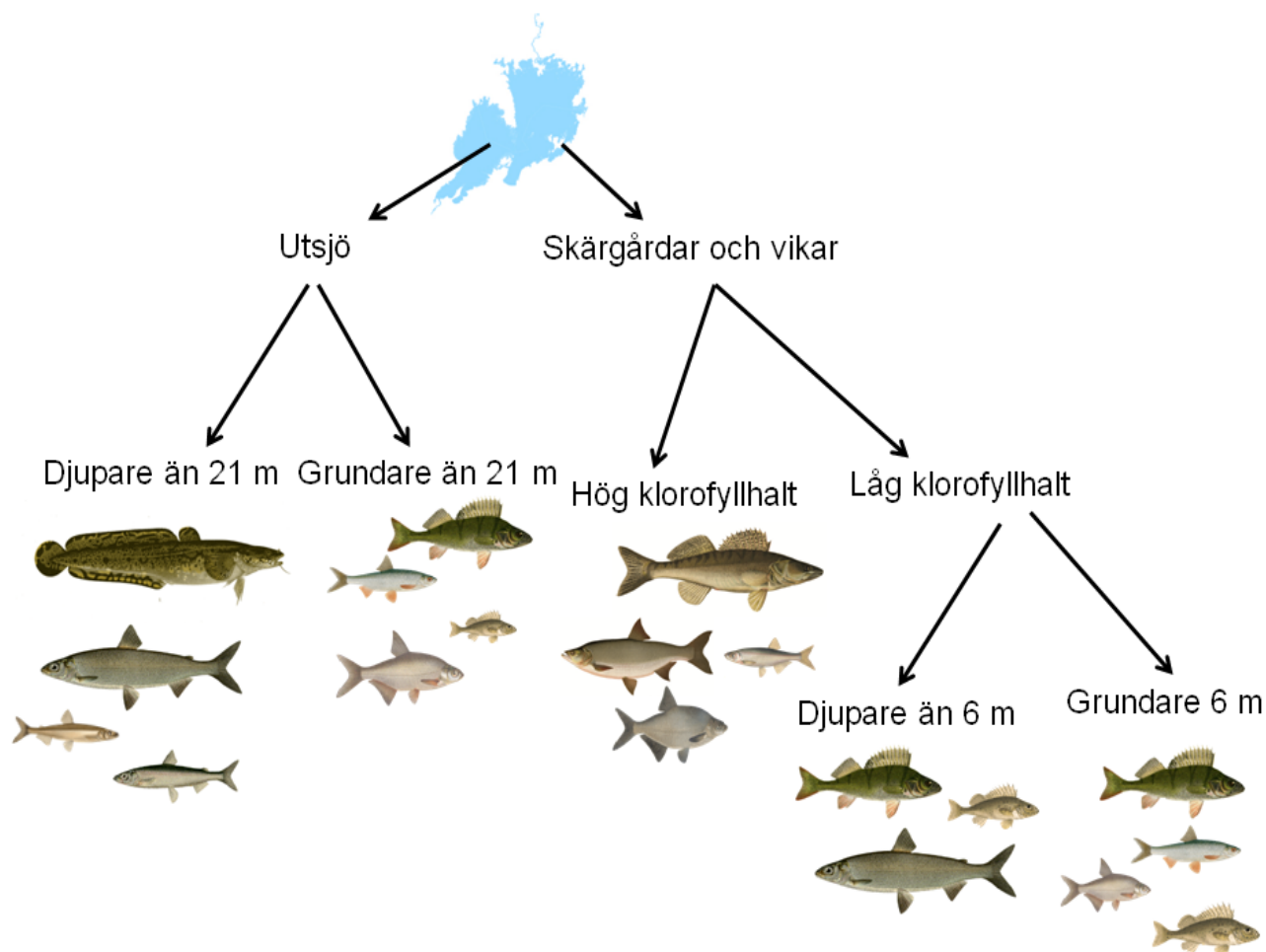


Figur 12. Karta över de identifierade fisksamhällenas utbredning. Kartan har skapats genom att överlagra två heltäckande kartor över koncentrationen klorofyll a och djup.

I utsjöområdena var det endast djupet som styrde artsammansättningen. På lite grundare vatten påminde fångsterna mer om de strandnära områdena med abborre, mört, braxen, björkna, gers och gös som dominerande arter och gädda som en karaktärsart. Där djupet översteg 21 meter skedde ett tydligt skifte i artsammansättning. Arter som lake, sik, nors, gers och siklöja som föredrar kallare vatten dominerade fångsten. Lake, sik och siklöja var karaktärsarter för denna samhällstyp. Dessa områden utgjorde den största andelen av Vänerns totala yta. Dessa bottenar ligger i stort sett alltid under det språngskikt som utvecklas på sommaren och vattentemperaturen överstiger sällan tio grader någon gång under året. Språngskiktet kan ofta finnas närmare ytan i mer skyddade områden (Figur 14) vilket gör att kallvattenarter kan finnas på lägre djup jämfört med i öppna sjön där språngskiktet går väsentligt djupare. De allra djupaste områdena där vi saknar information ingick inte i analysen och markeras i kartan och tabellen som "ej undersökta". Sannolikt är artsammansättningen på dessa djupare områden snarlik den på 20-50 meters djup med undantag av eventuell förekomst av hornsimpa. I dessa provfischen fångades inga hornsimpor men de finns i Vänern och i likhet med Vättern är det sannolikt först på de riktigt stora djupen, överstigande 50 m, som dessa uppehåller sig.



Figur 14. Temperaturprofiler uppmätta i samband med provfiskena i augusti. Till höger temperaturen i de olika vikarna, till vänster temperaturen i de tre olika typerna av undersökta områden. Figuren visar medeltemperatur och standardfel (SE).



Figur 13. Figuren illustrerar resultaten av en analys med multivariata regressionsträd där olika grupper av fisksamhällen identifieras och de miljöfaktorer som var viktigast för uppdelningen i grupper. För respektive grupp anges de dominerande arterna.

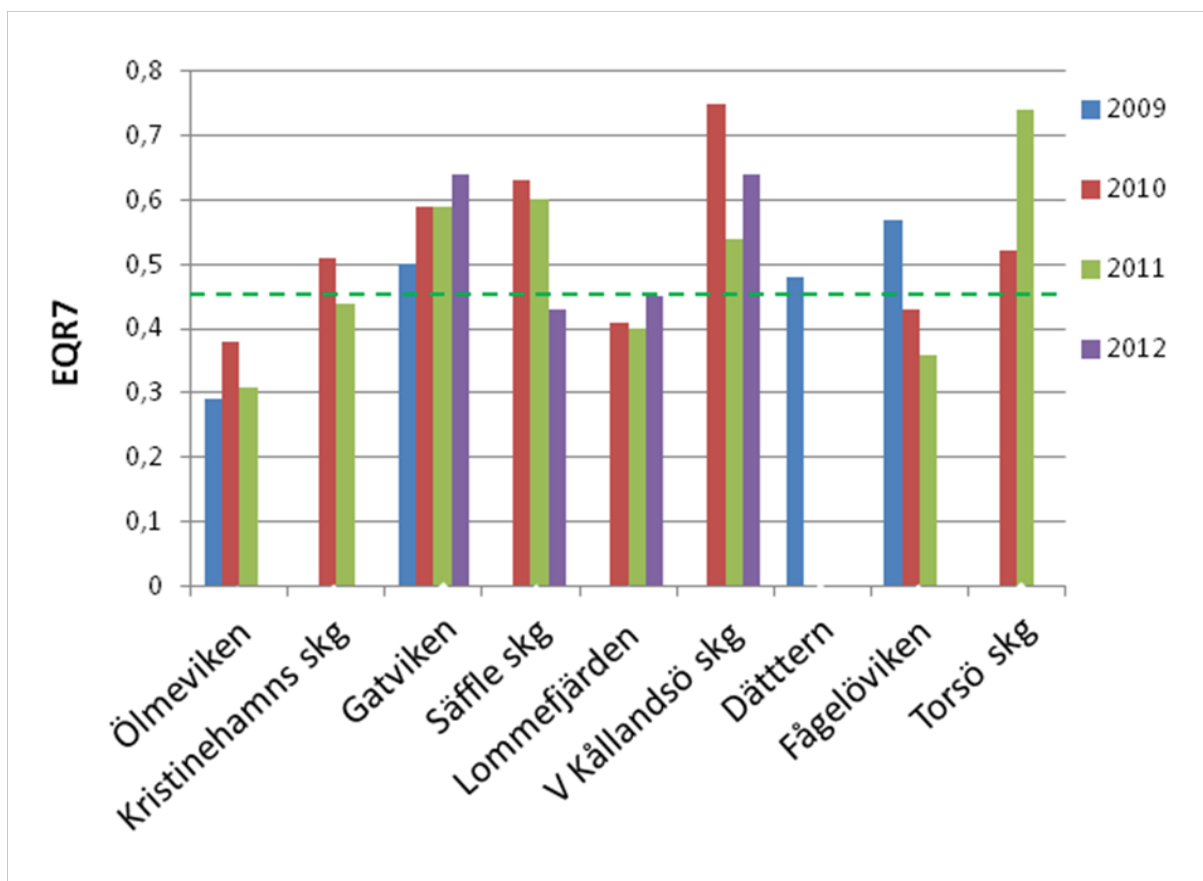
Resultaten kan förutom att de ger en bra bild av utbredningen hos Vänerns fisksamhällen ge en fingervisning om hur provfisken i Vänern bör lokaliseras utifrån olika syften. Om man vill övervaka Vänerns fisksamhällen långsiktigt kan det vara viktigt att fånga upp samtliga av de fisksamhällen som finns trots att utbredningen av vissa endast utgör en mindre del av sjöns yta.

Tabell 5. Distinkta fiskssamhällen, indelade efter djup och klorofyllkoncentration.

ZON	Djupintervall	Miljötyp	Ytandel (% & ha)	Dominerande arter	Karaktäristiska arter
0 - 12 m & chl a > 37 µg/l	0-12 m	Vikar & skärgård	1/4250	Benlöja, braxen/björkna, gös och mört	Benlöja, asp, faren och gös
0 - 5,9 m & chl a < 37 µg/l	0-12 m	Vikar & skärgård	19/109700	Mört, abborre, gers, braxen/björkna	Mört, gers, stäm och abborre
6,0 - 11,9 m & chl a < 37 µg/l	0-12 m	Vikar & skärgård	15/80300	Gers, sik, abborre och siklöja	Sik, siklöja och gers
12 - 20,9 m	12-50m	Utsjön	16/89400	Abborre, mört, braxen/björkna, gers och gös	Abborre, gös, mört och gädda
21 - 49,9 m	12-50m	Utsjön	32/178700	Lake, nors, sik, gers och siklöja	Lake, siklöja och nors
50 - 100 m	50-100 m	Utsjön	17/92700	Ej undersökt	Ej undersökt

Bedömningsgrunder för ekologisk status

Överlag fanns inga tydliga trender över tid i ekologisk status. De flesta lokaler varierar mellan god och måttlig status. Ölmeviken hade lägst status av de olika områdena och bedömdes ha otillfredsställande status 2009 och måttlig status 2010 och 2011. Gatviken var den enda lokal som uppnådde god ekologisk status under samtliga undersökta år (Figur 15). Detta trots att syrebrist förekom i de djupare delarna under pågående provfiske (Källa Vänerns vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Västra Götalands län). Men på grund av god tillgång på större abborre i förhållande till övriga arters biomassa gavs Gatviken ändå god ekologisk status. Skärgårdarna uppnådde oftast god ekologisk status under undersökningsperioderna. I Kristinehamns skärgård var andelen större abborre 2011 mindre än förväntat och i Säffle skärgård var andelen abborre relativt karpfiskar lägre än tidigare år vilket i bägge fallen resulterade i lägre ekologisk status. Ekologisk status minskade också successivt i Fågelövik, ett av de områden som pekas ut som känsligast för en förändrad reglering (Koffman m.fl. 2013). Dättern med sin mycket höga näringskoncentration fick högre ekologisk status än förväntat, eftersom stor andel av biomassan utgjordes av gös vilket enligt bedömningsgrunderna ger ett högre värde. Tillfälliga förhållanden vid provfiskets genomförande som väder, vattentemperatur och näringskoncentration kan sannolikt ha viss betydelse för utfallen och bedömningarna ska således tolkas försiktigt.



Figur 15. Bedömning av ekologisk status i provfiskade vikar och skärgårdar per år med reducerad effekt av antalet arter. Den streckade linjen markerar gränsen för god ekologisk status (över 0,46).

Diskussion

Inga drastiska förändringar observerades under de fyra år som provfiskeundersökningarna pågick. Mot bakgrund av erfarenheter från andra reglerade stora sjöar kan man förvänta sig en långsam succession där artsammansättningen förändras stegvis över en längre tid. Variationen i fångst var relativt hög för många arter vilket ger en lägre precision och minskar möjligheten att kunna detektera trender över den korta tid som undersökningarna pågått. Provfisket har gett en beskrivning av var olika fiskarter finns, vad de påverkas av och deras nuvarande status. I programmet fångades de flesta av de vanligare och känsligare arterna i strandzonen och fångsterna i programmet kan därför utgöra en av många bra indikatorer på hur regleringen påverkar ekosystemet.

De undersökta vikarna hade en för svenska förhållanden mycket rik fiskfauna. Fångsterna var överlag höga och artrikedomen extremt stor. De vanligaste arterna i vikarna var abborre och mört medan lake och sik var vanligare på djupare vatten. Detta liknar resultaten från de stora undersökningar som gjordes i mitten/slutet av 70-talet (Almer, 1979) med undantag av att gösfångsterna nu är högre och att sikfångsterna på djupare vatten nu är något lägre. De norra vikarna var mer näringsrika och där var fiskfångsterna också högre än i de södra vikarna.



Gös (till höger) var ett vanligt inslag i fångsten i grunda näringsrika vikar.

Den ekologiska statusen bedöms generellt sett vara god men den varierar mellan områden och år. Eftersom det inte finns några faktiska gränser som begränsar fiskars förflyttning in och ut ur de olika områdena kan variationen till viss del bero på fiskmigration ut och in i t.ex. vikar eller delar av ett skärgårdsområde. Fångsten av abborre och gös svarar olika på förändrad näringsrikedom. I likhet med många andra studier i sjöar och längs Östersjökusten gynnades gösen av höga halter av fosfor och ett lägre siktdjup (Persson m.fl., 1992; Olin m.fl., 2002; Bergström m.fl., 2013). Abborre har ett delvis motsatt mönster med avtagande fångster med ökad fosforhalt och grumligare vatten. Analysen av vad som styr samhällsstrukturen visade också att näringsrikedom är en viktig faktor som kan driva skiften i artsammansättning. Övergödning är tillsammans med förurning den påverkansfaktor som man i första hand vill detektera med EQR8. Tanken är att indexet ska fånga upp de samhällsskiften som uppstår i samband med övergödning (Sutela m.fl., 2013). Det enskilda område som hade lägst ekologisk status var Kristinehamns skärgård. Särskilt Ölmeviken hade låg status, ett år var den till och med under gränsen för ”otillfredsställande”. Ölmeviken är starkt påverkad av tillrinning från jordbruksmark och har höga fosforhalter och lågt siktdjup. Dättern är en liknande lokal i södra Vänern med mycket hög näringsbelastning, men där var ekologisk status något förvånande ”god” främst beroende på höga fångster av gös.

Variationen mellan år i ekologisk status var lägst i områdena med den högsta näringsbelastningen och där provfisket bedrevs inom ett mer begränsat djupintervall. Fågelövikens hade en negativ trend i ekologisk status från 2009 till 2011, vilket berodde på att fångsten av storsvuxen fisk ökat samtidigt som fångsten av småsvuxen fisk minskat och att biomassan därför dominerades av färre arter än tidigare. Resultatet kan antyda att det skett en förändring i miljön. Fågelövikens är en av de miljöer som pekats ut som särskilt känslig för förändringar i vattenståndsregleringen (Koffman m.fl., 2013). Där finns långgrunda strandområden och strandängar som riskerar att växa igen i samband med en förändrad reglering. Det finns därför stor anledning att fortsätta följa utvecklingen hos fiskesamhället i Fågelövikens över en längre tid.

I Koffman (2013) simuleras den nya regleringen under perioden 1978-2007. De fysiska förändringarna kommer att vara störst i de grundaste områdena, 0-3 meter samt längs låglänta stränder. Simuleringarna visar på en omfattande sänkning av medelvattenståndet och medelhögvattenståndet samt en drastisk minskning av vattenståndsvariationerna. Detta kan ha stora effekter på flertalet fiskarter, särskilt de som är beroende av grunda miljöer för sin lek- och uppväxt som t.ex. gädda, mört, braxen, björkna, sarv, sutare och abborre (Lewin m.fl., 2004). Sänkt vattenstånd kan innebära dels en förlust av habitat samt en försämring av habitatets kvalitet (Mingelbier m.fl., 2008; Fracz & Chow-Fraser, 2013). Tillgången på bra rekryteringshabitat kan vara en avgörande faktor för storleken på de vuxna bestånden (Sundblad m.fl., 2013). Arter som är starkt associerade till de grundaste miljöerna under stora delar av sin livscykel kan antas vara extra känsliga för förändringar av vattenstandsregimen. Särskilt de som endast fanns i en begränsad typ av grunda områden som t.ex. benlöja, asp och faren. Andra arter förekommer i väsentligt fler olika miljöer som t.ex. abborre, gers och mört, de kan därmed ha en större motståndskraft för eventuella miljöförändringar då de kan leva i mer divers miljötyper. Successionsförlopp i samband med förändrad vattenreglering kan dock ofta ta längre tid (Riha, 2009).



Gädddyngel från Kållandsö skärgård.

Gädda är en av de arter som kan förväntas bli mest påverkad av ett ändrat vattenstånd. Den leker på översvämmade strandängar och växer upp på mycket grunt vatten. Denna miljö är skyddad för vågpåverkan, näringsrik med gott om lämpliga byten och värms samtidigt upp tidigare på våren så att gädddynglen kläcker före sina bytesfiskar (Kallasvuo m.fl., 2010). I Mälaren bedrevs tidigare under en lång rad år ett provfiske med ängsryssjor i samband med gäddleken. Fångsterna av gädda och även variationen i årsklasstyrka berodde i hög grad på vattenståndet (Svärdson & Molin, 1968). Fångsterna av gädda har varit låga i samtliga undersökta områden i denna studie. Gädda fångas dåligt i nät och fångsten i provfisket speglar inte artens sanna förekomst och täthet i Vänern. I och med att gäddan är en sådan viktig predator kan andra delar av näringskedjan påverkas om gäddan minskar (Paukert & Willis, 2003) och således kan ekosystemet påverkas indirekt. Det kan därför krävas särskilda, riktade, insatser för att följa upp förändringar i gäddbeståndet.

Minskat vattenstånd och amplitud i vattenstånd minskar troligtvis också vattenutbytet i de grunda bassängerna och kan därmed påverka mängden näringsämnen. Det finns tydliga indikationer på att det redan skett stora förändringar i vegetationen längs stränderna (Finsberg, 2012). Koffman m.fl. (2013) sammanställning över andra studier i Vänern, exempelvis vattenkemi och undervattenvegetation, visar i likhet med våra resultat dock inte på någon tydlig brytpunkt i samband med den nya regleringen.

Tidsperioden 2009-2012 bedömdes i många fall vara allt för kort för att ännu kunna se någon effekt av den nya regleringen.

Det nuvarande insamlingsprogrammet samlar upp de vanligaste och känsligaste arterna i Vänern och i synnerhet de som finns i strandzonen, möjligen med undantag av nissöga och ål. Det fungerar därför som en av många indikatorer på regleringens effekter. Konsekvenserna av en ny regleringsstrategi kan bli komplexa med oförutsägbara förändringar av ekosystemet. Det är därför viktigt att fiskundersökningar sker kontinuerligt och att de fortsatt koordineras med övrig miljöövervakning (se exempelvis förslaget på samordnad miljöövervakning i Christensen, 2011).

Tack!

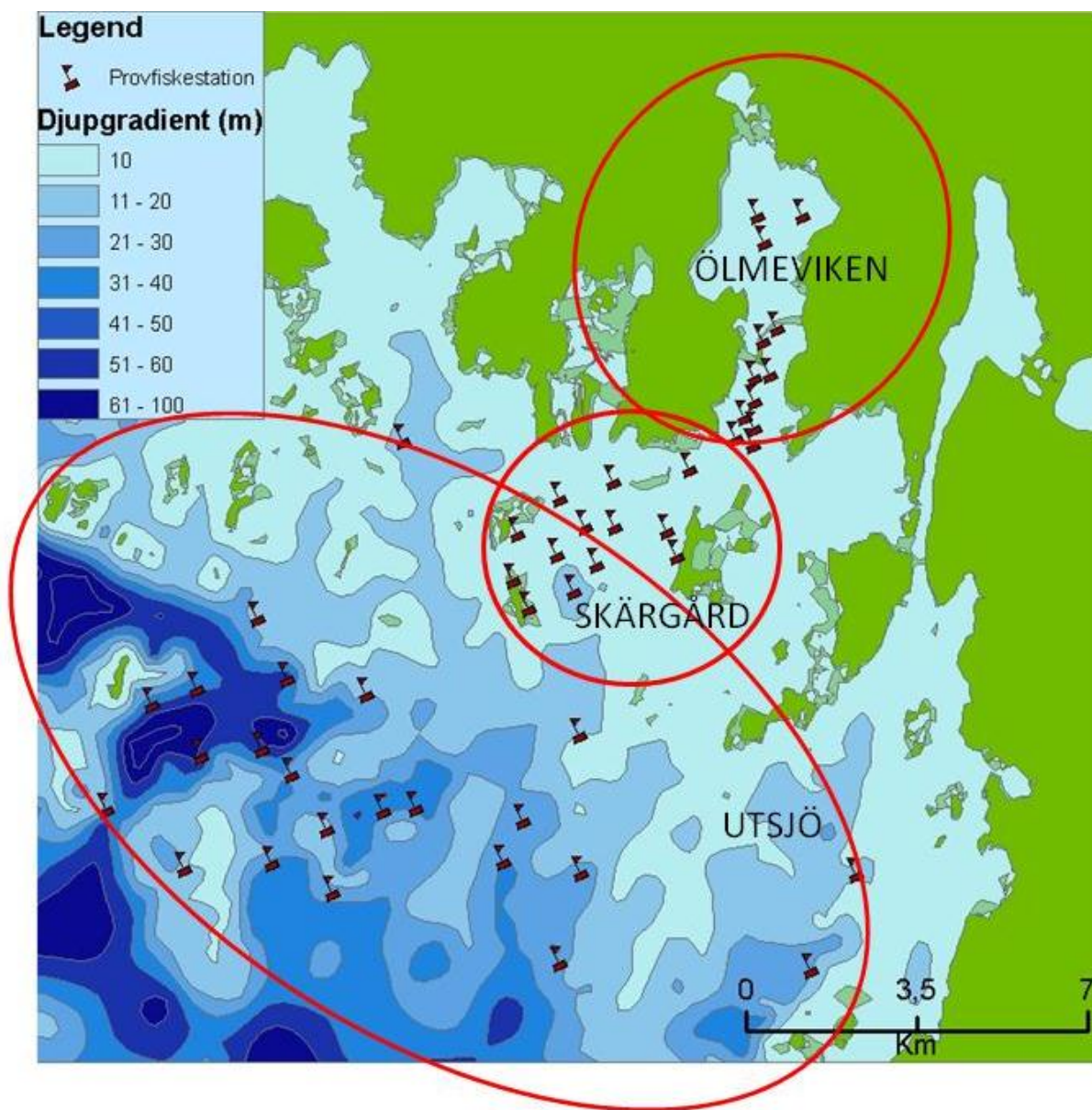
Stort tack till Mikael Johansson för förberedelser, planering och allmänt stöd vid genomförandet. Provfisket genomförde förutom av författarna av Linus Bengtsson, Peter Johansson, Henrik Ragnarsson-Stabo, Mia Magnusson, Adam Ludvigsson, Johnny Norrgård, Jens Persson, Jakob Lindström och David Karlsson. Rapporten har granskats av Fredrik Nilsson och Grete Algesten på Länsstyrelsen i Västra Götalands respektive Värmlands län. Tack till alla de fiskare och övriga som upplät oss boende och provtagningsplatser och hjälpte till under provfisket. Stort tack till Petra Philipsson på Brockman Geomatics AB som bidrog med underlag från satellitbilder. Analyserna av satellitbaserad information utgjorde en pilotstudie inom projektet "MERIS and hydroacoustic data for fisheries management, assessment of ecosystem status and identification of essential habitats in Sweden's large lakes" som finansieras av Rymdstyrelsen. Undersökningarna finansierades av Vänerns vattenvårdsförbund, tidigare Fiskeriverket, Havs- och vattenmyndigheten samt Naturvårdsverket.

Referenser

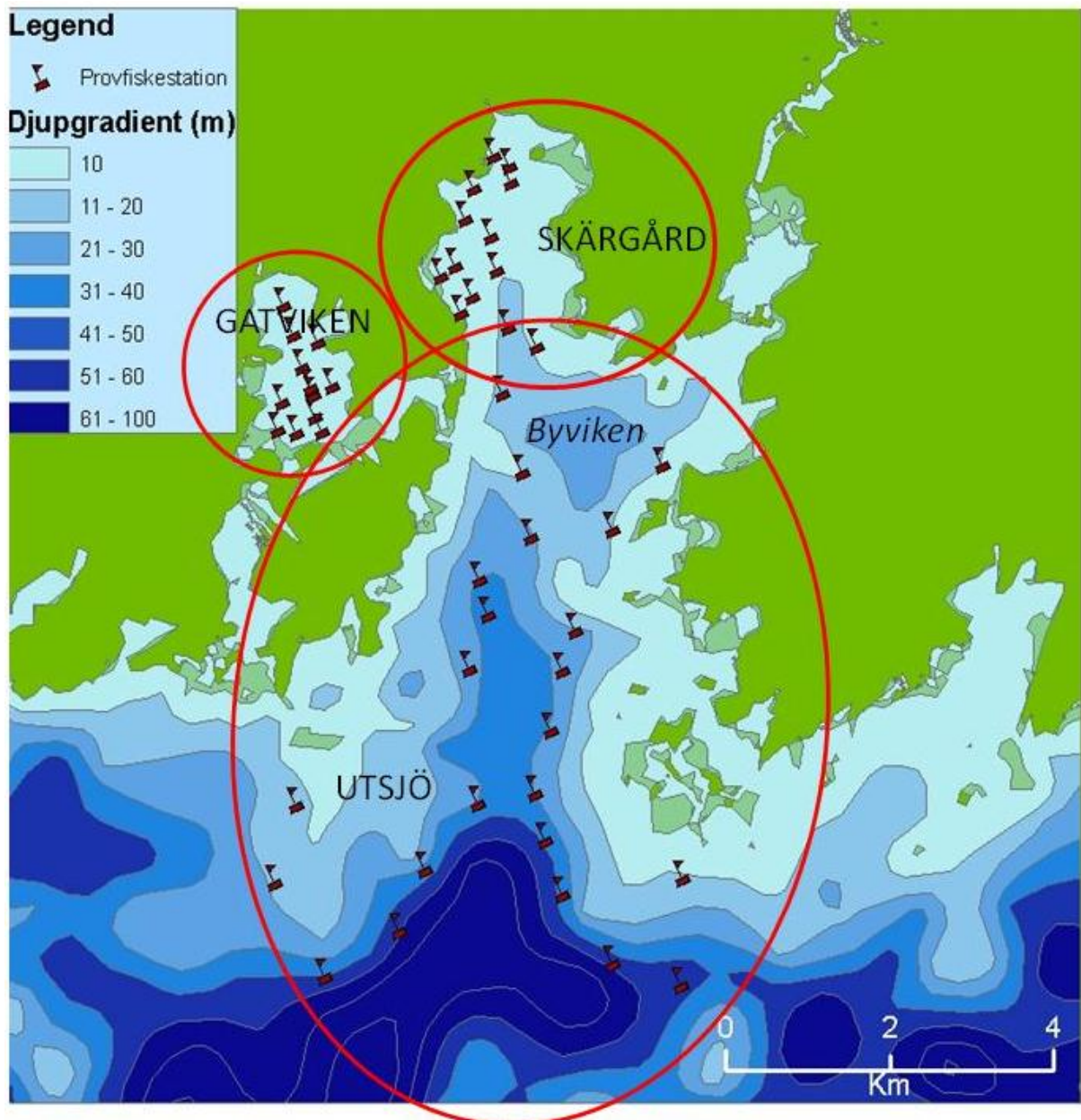
- Almer B. 1979. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm Nr 1, 1979.
- Bergström, S., Andréasson, J., Asp, M., Caldarulo, L., German, J., Lindahl, S., Losjö, K. och Stensen, B. 2010. Fördjupad studie rörande översvämningsriskerna för Vänern – slutrapport SMHI RAPPORT NR 2010-85.
- Bergström, U., Sundblad, G., Downie, AL., Snickars, M., Bostrom, C. & Lindegarth, M. 2013. Evaluating eutrophication management scenarios in the Baltic Sea using species distribution modelling. *Journal of Applied Ecology* 3, 680-690.
- Casselman, J. M., & Lewis, C. A. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53(Supplement 1):161–174.
- Christensen, A. 2010. Årsskrift för Vänern 2010. Rapport från Vänerns vattenvårdsförbund. 80 s.
- Christensen, A. 2011. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern från 2011. Vänerns vattenvårdsförbund, rapport nr 64.
- De'ath, G. 2002. Multivariate regression trees: a new technique for modeling species-environment relationships. *Ecology* 83: 1105–1117.
- Finsberg, C. 2012. Förändringar av strandvegetation vid Vänern- effekter av nedisning vårvintern 2011. Stråkvis inventering 2011. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 67.
- Fracz, A. & Chow-Fraser P. 2013. Impacts of declining water levels on the quantity of fish habitat in coastal wetlands of eastern Georgian Bay, Lake Huron. *Hydrobiologia* 702, 151-169.
- Gärdenfors, U. 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Holmgren, K., Kinnerbäck, A., Pakkasmaa, S., Bergquist, B. & Beier U. 2007. Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i sjöar. FINFO 2007:3 Rapport från Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium.
- Kallasvou, M., Salonen, M. & Lappalainen, A. 2010. Does the zooplankton availability limit the larval habitats of pike in the Baltic Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86:148-156.
- Koffman, A., Lundkvist, E., Herbert, M. och Thorell, M. 2013. Vänerns vattenreglering- Effekter och konsekvenser för flora, fauna och friluftsliv. Calluna AB.
- Lewin, W-C., Okun, N. & Mehner, T. 2004. Determinants of the distribution of juvenile fish in the littoral area of a shallow lake. *Freshwater Biology* 49, 410-424.
- Mingelbier, M. & Brodeur, P. 2008. Spatially explicit model predicting the spawning habitat and early stage mortality of Northern pike (*Esox lucius*) in a large system: the St. Lawrence River between 1960 and 2000. *Hydrobiologia* 601, 55-69.
- Midwood, DJ. & Chow-Fraser, P. 2012. Changes in aquatic vegetation and fish communities following 5 years of sustained low water levels in coastal marshes of eastern Georgian Bay, Lake Huron. *Global Change Biology* 18, 93-105.
- Holmgren, K., Kinnerbäck, A., Pakkasmaa, S., Bergquist B & Beier U. 2007. Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i sjöar. FINFO 2007:3. Fiskeriverket.

- Lewin, W-C., Okun, N. & T. Mehner. 2004. Determinants of the distribution of juvenile fish in the littoral area of a shallow lake. *Freshw. Biol.* 49: 410-424.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J., Kurklahti, M., Ala-Opas, P. & Ylönen, O. 2002. Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of percids and cyprinids along a trophic gradient. *Journal of Fish Biology* 60, 593-612.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J. & Tammi J. 2013. Development and evaluation of the Finnish fish-based lake classification method. *Hydrobiologia* 713, 149–166.
- Palkovacs, E. P., Wasserman, B. A. & Kinnison, M. T. 2011. Eco-Evolutionary Trophic Dynamics: Loss of Top Predators Drives Trophic Evolution and Ecology of Prey. *PLoS One* 6, e18879.
- Paukert, C.P & Willis D.W 2003.. Population characteristics and Ecological role of northern pike in shallow natural lakes in Nebraska. *North American Journal of Fisheries Management* 23, 313-322.
- Persson, L., Diehl, S., Johansson, L., Andersson, G. & Hamrin, S.F.1992. Shifts in fish communities along the productivity of temperate lakes- patterns and importance of size-structured interactions. *Journal of Fish Biology* 38, 281-293
- Riha, M. 2009. Long-term development of fish populations in the Řimov Reservoir. *Fisheries Management and Ecology* 16, 121-129
- Svärdsson, G., och Molin, G. 1968. Fiskets effekt på gäddans storlek och numerär. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (5). 29 s.
- Sundblad , G., Bergström, U., Sandström, A. & Eklöv, P. 2013 Nursery habitat availability limits adult stock sizes of predatory coastal fish. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fst056
- Sutela, T. & Vehanen, T. 2008. Effects of water-level regulation on the nearshore fish community in boreal lakes. *Hydrobiologia* 613, 13-20.
- Zuur, A.F., Ieno E.N.& G.M. Smith 2010. Analysing ecological data. Springer förlag.

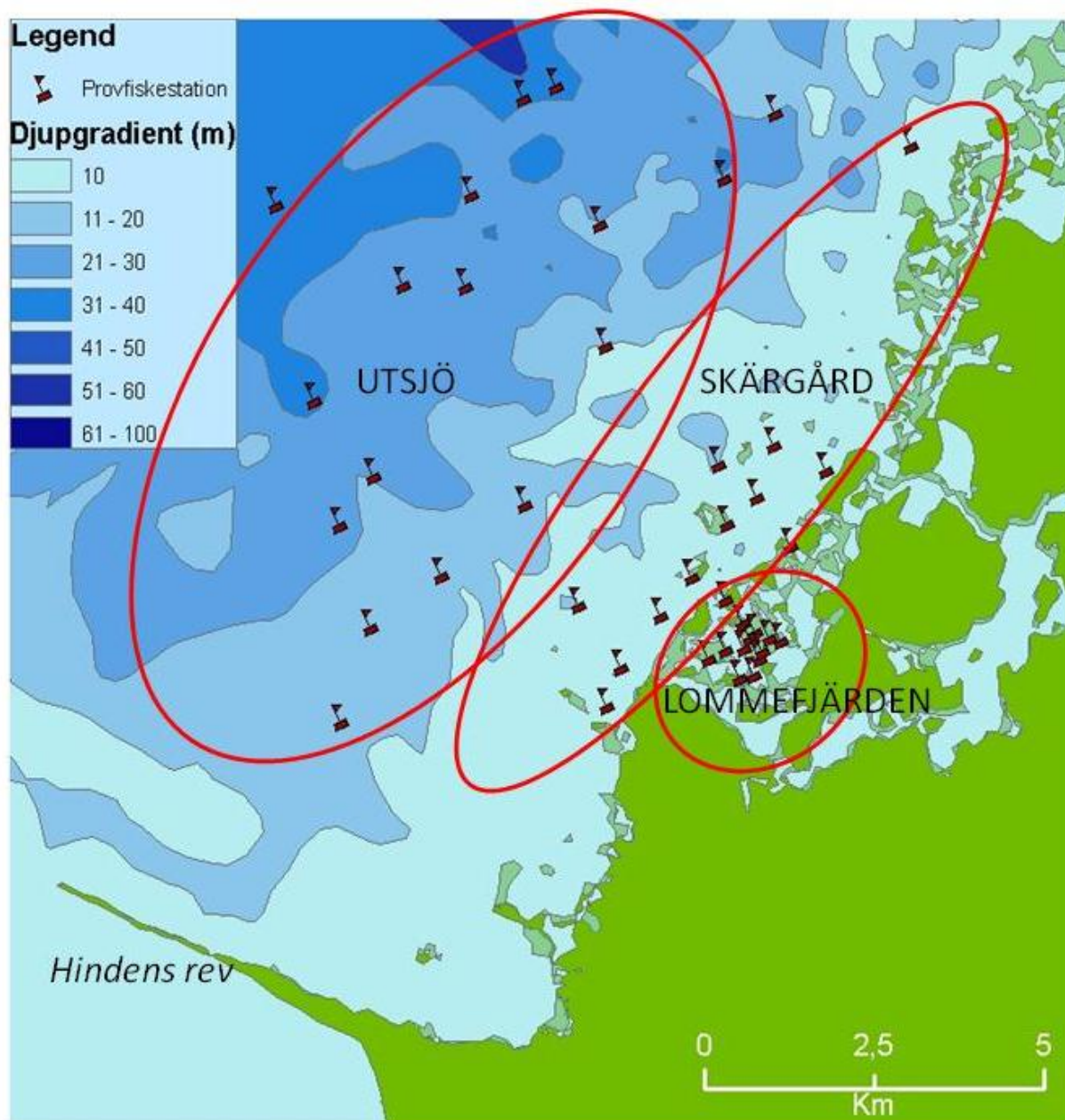
Bilaga – Lokalbeskrivningar



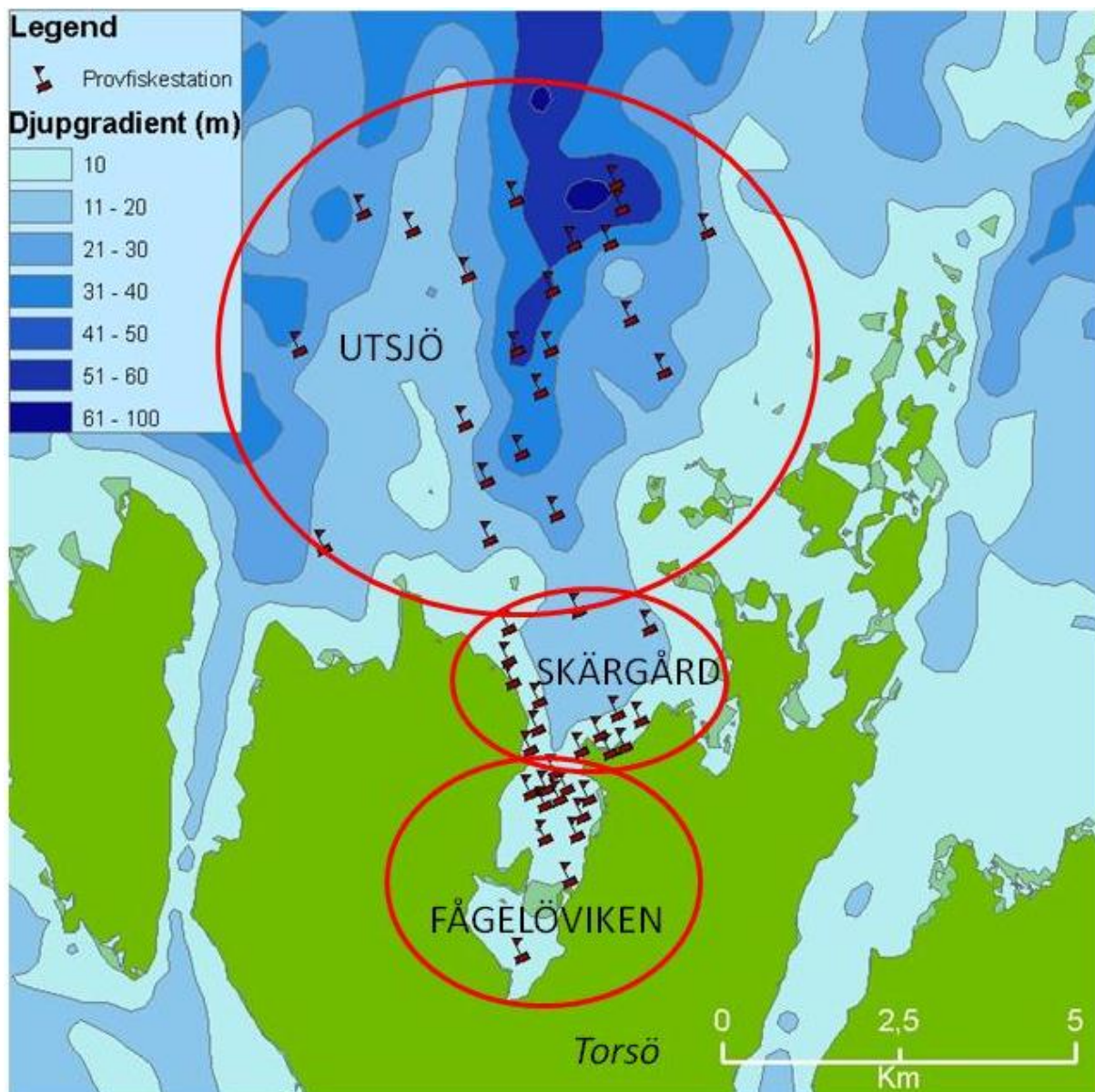
Figur 1. Området SV Kristinehamn. Provfiskestationerna 2010 från Ölmeviken och ut genom Hjälmarsfjärden mot öppna sjön. Detta område ligger i närheten av Kristinehamn i nordöstra Vänern. Det är måttligt till mycket påverkat av tillrinning från jordbruksmark. Hjälmarsfjärden ligger exponerad för de oftast starka sydvästvindarna. Området består till största delen av djup grundare än 30 meter.



Figur 2. Området söder om Säffle. Provfiskestationerna är från 2010, innerst ligger Gatviken, längre ut Byviken och Säffle skärgård och längst söderut lokalerna i utsjön. Området är beläget nära Säffle i Norra Dalbosjön. De omkringliggande tillrinningsområdena består mestadels av jordbruksmark. I mynningen av Gatviken finns en tröskel som troligtvis minskar utbytet av vatten vilket kan orsaka syrebrist i de djupare delarna. Djupzonerna är relativt jämt fördelade över området.



Figur 3. Området väster om Kållandsö. Provfiskestationerna är från 2010, i det innersta området ligger Lommefjärden det större skärgårdsområdet är Rackeby skärgård och längst norrut stationerna i utsjön. Området karaktäriseras av tydliga skärgårdsgradienter, de inre mer skyddade delarna är näringsrika med lågt siktdjup, de yttre delarna har klarare vatten och är mer exponerade för is och vågor. Området saknar djup överstigande 40 meter.



Figur 4. Provfiskeområdet norr om Torsö. Provfiskestationerna är från 2010. Innerst ligger Fågelövikén och strax norrut det närliggande skärgårdsområdet och ytterligare norrut provfiskestationerna i utsjön. Området ligger nästan rakt norr om Mariestad och är beläget i södra Värmlandssjön. Viken har inte samma näringspåverkan som de övriga och är mer exponerad från vind och vågpåverkan från norr jämfört med de andra vikarna. Djupet ökar snabbt utanför viken och mellan två djupkurvor återfinns djup över 50 meter. Området präglas av djup understigande 30 meter.

Rapporter i Vänerns vattenvårdsförbunds rapportserie

4. Vänern 1996 - årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1997. Rapport nr 4 1997.
5. Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 1996/-97. L. Lindeström. Vänerns vattenvårdsförbund 1998. Rapport nr. 5.
6. Vänern 1997 - årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1998. Rapport nr 6.
7. Vänern - årsskrift 1999 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1999. Rapport nr 7.
8. Embryonal utveckling hos vitmärta i fyra sjöar – Vänern, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. B. Sundelin m.fl. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 7, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 1999.
9. Fågelskär i Vänern 1999. E. Landgren & T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 9.
10. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 10.
11. Vänern – tema biologisk mångfald. Årsskrift 2000 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 11.
12. Övervakning av bottenfauna i Vänern och dess vikar – ett tioårigt perspektiv. W. Goedkoop, SLU. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 12.
13. Övervakning av fågelfaunan på Vänerns fågelskär – Metodutvärdering och förslag till framtida inventeringar. E. Landgren & T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 13.
14. Alger som fastnar på fisknät i Vänern, Vättern och Hjälmarén. R. Bengtsson. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 14.
15. Vegetationsförändringar vid Vänerns stränder – Jämförelser av land- och vattenvegetationens utveckling från 1975 till 1999. L. Granath. Vänerns vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 15.
16. Stråkvis inventering av Vänerns strandvegetation – Övervakningssystem för framtida kontroll av igenväxning och vegetationsförändringar. J. Lannek. Vänerns vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 16.
17. Fågelskär i Vänern 2000. E. Landgren & T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 17.
18. Vänern. Årsskrift 2001 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 18.
19. Bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde. A-B. Bilén. Vänerns vattenvårdsförbund Rapport nr 19 och SLU Miljöanalys, 2001.
20. Livet vid Vänern, Vättern och Mälaren – en berättelse om natur och miljö. 16 sidor broschyr. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund, Vätternvårdsförbundet, Mälarens vattenvårdsförbund, Naturvårdsverket och Fiskeriverket 2002.
21. Om laxar, sjöormar, galärskepp... i Vänern. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund 2002. Rapport nr 21.
22. Vänern. Årsskrift 2002 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2002. Rapport nr 22.
23. Vegetationsförändringar i Vänern steg två. Projektplan för att utreda orsaken till igenbuskningen av skär och stränder samt dynamik hos vattenvegetationen. J. Strand & S. Weisner. Vänerns vattenvårdsförbund, 2002. Rapport nr 23.
24. Vitmålans reproduktion i Vänern och Vättern 2002. B. Sundelin m.fl. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 24, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
25. Miljögifter i fisk 2001/2002. Ämnen enligt vattendirektivets lista i fisk från Vänern och Vättern. T. Öberg. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 25, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
26. Paleolimnologisk undersökning i Vänern och Vättern. I. Renberg m.fl. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 26, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
27. Vänern. Årsskrift 2003 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2003. Rapport nr 27.
28. Metodbeskrivning för inventering av kolonihäckande sjöfåglar i Vänern. T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 28.
29. Kväve och fosfor till Vänern och Västerhavet - Transporter, retention och åtgärdsscenarier inom Göta älvs avrinningsområde. L. Sonesten, M. Wallin & H. Kvarnäs. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 29, Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Länsstyrelsen i Värmlands län. 2004.
30. Fågelskär i Vänern 2001-2003. T. Landgren och E. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 30.
31. Förändringar av strandnära vegetation runt Vänern – metodutveckling och analys. C. Finsberg och H. Paltto från Pro Natura. Vänerns vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 31.
32. Inventering av bottenfaunan i tio litorala biotoper i Vänern. J. Johansson, 2004. Examensarbete på Högskolan i Kristianstad. Vänerns vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 32.
33. Vänern. Årsskrift 2004 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 33.
34. Miljögifter i Vänern – Vilka ämnen bör vi undersöka och varför? A. Palm m.fl. Utgiven av IVL rapport B1600 och Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 34. 2004.
35. Inventering av undervattensväxter i Vänern 2003. M. Palmgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 35.

36. Mål och åtgärder - Vattenvårdsplan för Vänern. Huvuddokument. Remissutgåva. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 36.
37. Hur mår Vänern? Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 1. Remissutgåva. A. Christensen m.fl. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 37.
38. Vänern. Årsskrift 2005 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 38.
39. Mål och åtgärder - Vattenvårdsplan för Vänern. Huvuddokument. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 39.
40. Hur mår Vänern? Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 1. A. Christensen, J. Johansson, N. Lidholm. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 40.
41. Submersa makrofyter och kransalger Vänern 2005 - Basinventering Natura 2000, miljöövervakning, översiktlig scanning av strandlinjer. A. Olsson, Melica. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 41.
42. Vänern. Årsskrift 2006 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 42.
43. Vänern och människan. Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 3. A. Christensen, N. Lidholm, J. Johansson, Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 43.
44. Djur och växter i Vänern – Fakta om Vänern. Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 2. A. Christensen, N. Lidholm, J. Johansson, Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 44.
45. Bullermätningar i Vänerskärgråden vid Kållandsö och Hovden sommaren 2006. S. Peilot. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 45, samt Länsstyrelsen i Västra Götalands län.
46. Åtgärdsidéer för några sandständer och strandängar i Götene, Lidköpings och Mariestads kommuner. S. Peilot. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 46, samt Länsstyrelsen i Västra Götalands län.
47. Vänern. Årsskrift 2007 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 47.
48. Skötsel av fågelskär i Vänern – skötselobjekt och skötselråd för Götene, Lidköpings och Mariestads kommun. E. Landgren och T. Landgren, Thomas Landgren Naturanalys. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 48.
49. Vänern. Årsskrift 2008 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2008. Rapport nr 49.
50. Gåsbete och vasstäthet i Vänervikar. E. Palm. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 50.
51. Vänern. Årsskrift 2009 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 51.
52. Metaller och organiska miljögifter i Vänersediment 2008/2009. Alcontrol AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 52.
53. Övervakning av gåsbete av vass – en metodutveckling. Delprojekt i miljöeffektuppföljningen av Vänerns nya vattenreglering. Centrum för Geobiosfärsvetenskap Naturgeografi och Ekosystemanalys Lunds Universitet Seminarieuppsats nr 170. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 53.
54. Vänerns fågelskär. Inventering av sjöfåglar 1994-2009. T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 54.
55. Vänerns fåglar. Broschyr 8 sidor. S. Peilot & A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 55.
56. Förändringar av strandvegetation vid Vänern – Stråkviss inventering 2009. C. Finsberg och H. Paltto. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 56.
57. Vänern. Årsskrift 2010 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 57.
58. Vänervikar, växtplankton och vattenkemi 2009. M. Uppman och S. Backlund, Pelagia Miljökonsult AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 58.
59. Gåsbete och vasstäthet i fyra Vänervikar – en jämförelse mellan år 2009 och 2010. H. Persson. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 59.
60. Påväxtalger i Vänern 2009. R. Bengtsson. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 60.
61. Undervattensväxter i Vänern 2010 - Delrapport typvikar i Vänern. T. Kyrkander, Örnberg Kyrkander Biologi & Miljö AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 61.
62. Vegetationsförändringar vid Vänerns stränder. Jämförelser av land- och vattenvegetationens utveckling från 1999 till 2009 med flygfotografier. T. Löfgren, NaturGis AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 62.
63. Förändringar i strandvegetation vid Vänern - effekter av nedisningen vårvintern 2010. Stråkviss inventering 2010. C. Finsberg och H. Paltto. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 63.
64. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern från 2011. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 64.
65. Provfisken i Vänern 2009-2010. M. Andersson, A. Sandström, Fiskeriverkets Sötvattenlaboratorium. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 65.
66. Vänern. Årsskrift 2011 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 66.
67. Förändringar i strandvegetation vid Vänern - effekter av nedisningen vårvintern 2011. Stråkviss inventering 2011. C. Finsberg. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 67.

68. Undervattensväxter i Vänern 2010-2011 – inklusive undersökning av typvikarna 2010-2011. T. Kyrkander. Örnborg Kyrkander Biologi & Miljö AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 68.
69. Fiskundersökningar i Vänerns strandzon – en test av två kvantitativa provtagningsmetoder. A. Sandström, B. Bergquist, H. Ragnarsson-Stabo och M. Andersson. SLU-sötvattenslaboratoriet. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 69.
70. Glacialrelikta kräftdjur i Vänern och Vättern 2011. B. Kinsten. Vätternvårdsförbund, 2012. Rapport nr 115. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr. 70.
71. Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011. A. Sjölin. Toxicon AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 71.
72. Inventering av öppen strandmiljö runt Vänern. C. Finsberg. Pro Natura. Vänerns vattenvårdsförbund. 2012. Rapport nr 72.
73. Vänern. Årsskrift 2012 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 73.
74. Förändringar i strandvegetation vid Vänern. Stråkvis inventering 2012. C. Finsberg. Vänerns vattenvårdsförbund, 2013. Rapport nr 74.
75. Provfisken i Vänern 2009-2012. Från stranden till öppna sjön. M. Andersson, A. Sandström, A. Asp & S. Bergek, SLU Sötvattenlaboratoriet. Vänerns vattenvårdsförbund, 2013. Rapport nr 75.
76. Sedimentundersökning i Byviken, Åsfjorden och Hammarösjön i Vänern i Maj/juni 2013. ALcontrol Laboratories. Länsstyrelsen i Värmlands län. Vänerns vattenvårdsförbund, 2013. Rapport nr 76.
77. Vänern. Årsskrift 2013 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2013. Rapport nr 77.

Vänerns vattenvårdsförbund

Vänerns vattenvårdsförbund är en ideell förening med totalt 70 medlemmar varav 33 stödjande medlemmar. Medlemmar i förbundet är alla som nyttjar, påverkar, har tillsyn eller i övrigt värnar om Vänern.

Förbundet ska verka för att Vänerns naturliga miljöförhållanden bevaras genom att:

- fungera som ett forum för miljöfrågor för Vänern och för information om Vänern
- genomföra undersökningar av Vänern
- sammanställa och utvärdera resultaten från miljöövervakningen
- formulera miljömål och föreslå åtgärder där det behövs. Vid behov initiera ytterligare undersökningar. Initiera projekt som ökar kunskapen om Vänern
- informera om Vänerns miljötillstånd och aktuella miljöfrågor
- ta fram lättillgänglig information om Vänern
- samverka med andra organisationer för att utbyta erfarenheter och effektivisera arbetet.

Medlemmar

Medlemmar är samtliga kommuner runt Vänern, industrier och andra företag med direktutsläpp till Vänern, organisationer inom sjöfart och vatten-kraft, landsting, region, intresseorganisationer för fiske, jordbruk, skogsbruk och fritidsbåtar, naturskyddsföreningar, andra vattenvårdsförbund och vattenförbund vid Vänern med flera. Länsstyrelserna kring Vänern, Naturvårdsverket och Fiskeriverket deltar också i föreningsarbetet.

Mer information

Mer information om Vänern och Vänerns vattenvårdsförbund finns på förbundets webbplats: www.vanern.se. Förbundets kansli kan svara på frågor, tel 010-224 52 05.

