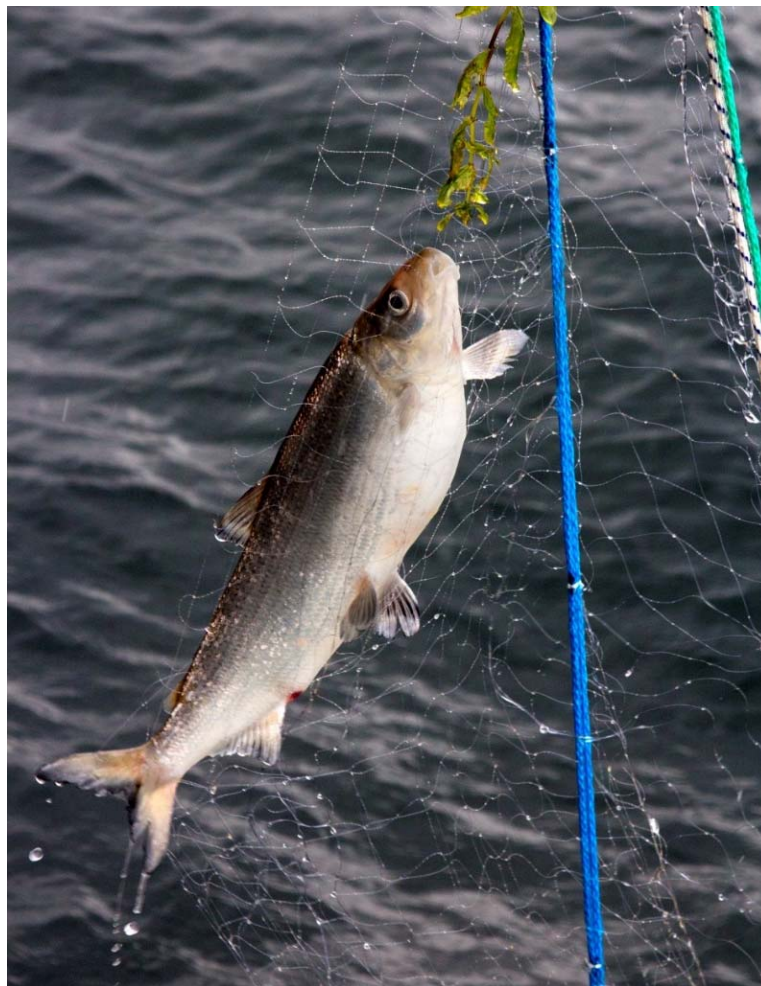


Utveckling av sikfisket i Vättern – ett samverkansprojekt med fiskare och forskare



Rapport nr 125 från Vätternvårdsförbundet

Rapport	125
Framsida	Sik (Foto: Camilla Zilo)
Utgivare	Måns Lindell (red), Februari 2017.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 010-223 60 00, e-post: ann-sofie.weimarsson@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vattemn.org
Författare	Malin Setzer, Alfred Sandström, Johnny Norrgård & Henrik Ragnarsson Stabo
Granskad av:	Sven-Gunnar Lunneryd, Rolf Gustavsson & Jens Persson
Fotografier	Vätternvårdsförbundets arkiv (om inget annat anges)
Kartmaterial	Kartkälla: SLU
ISSN	1102-3791
Upplaga	130 ex.
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping 2017
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt papper


Utveckling av sikfisket i Vättern
– ett samverkansprojekt med
fiskare och forskare

Förord

Under 1970-talet sviktade fångsterna av framförallt röding kraftigt och som en följd infördes 2005 nya fiske- och förvaltningsåtgärder. Sammantaget har åtgärderna hjälpt till att bryta den negativa trenden för flertal arter, framförallt för rödingen, men har också försvårat för yrkesfiskare att kunna bedriva ett riktat fiske efter sik. Övervakning visar att sikbeståndet är talrikt och beståndet bedöms idag som underutnyttjat. Därmed finns det möjlighet till ett ökat uttag av sikbeståndet i Vättern. För yrkesfisket är det optimalt att kunna bedriva fiske över flera säsonger på året, så att man sprider ut fisket och får en jämnare arbets- och inkomstfördelning över året. Även ur beståndsynpunkt är ett flerartsfiske utspritt över året positivt eftersom uttaget sker från flera arter och riskerna för överexploatering minskar. Därmed skulle en utveckling av sikfisket i Vättern kunna erbjuda yrkesfiskarna ett alternativt fiske till signalkräftan och göra dem mindre känsliga för förändringar i framtiden. Författarna till rapporten beskriver resultaten av en samverkan mellan forskare och fiskare som utförts i Vättern under åren 2010-2014.

Idén till projektet och dess inriktning har fiskarna själva röstat fram. Projektet har fokuserat på att utveckla selektiviten i fisket efter sik, att kunna bedriva fiske efter sik och samtidigt säkerställa att bifångsterna av undermålig röding är under acceptabel nivå. Förutom nät som är det vanligaste fiskeredskapet i Vättern inom sikfisket så har även push-up fälla testats.

Projektet har ingått i ett större EU-finansierat projekt (GAP2) och kanaliserats via Vätternvårdsförbundets utskott Samförvaltning Fiske. Författarna summerar erfarenheterna av samverkan mellan fiskare och forskare och presenterar mer detaljerade rekommendationer baserade på projektets resultat som kan användas i förvaltningen av fisket i Vättern.



Måns Lindell
Sakkunnig vattenfrågor
Vätternvårdsförbundet

Innehållsförteckning

Förord	5
Sammanfattning	7
Abstract	8
Inledning	9
Material och metoder	11
Fiske med bottensatta nät.....	11
Statistiska analyser.....	14
Målnivåer för nätfiske efter sik.....	14
Förhållandet mellan bifångst och sikfångst.....	15
Kartanalyser.....	15
Effekter av område, fiskedjup, säsong, maska och näthöjd.....	15
Selektivitetsanalyser.....	16
Fiske med push-upfällor.....	16
Resultat	17
Fiske med bottensatta nät.....	17
Förhållandet mellan bifångst och sikfångst.....	19
Effekter av område, fiskedjup, säsong, maska och näthöjd.....	19
Selektivitetsanalyser.....	24
Fiske med push-up fällor.....	29
Diskussion	31
Fiske med nät.....	31
Var är fångsterna av sik så höga att det är värt att fiska och var är bifångsterna som minst?.....	31
Vilken maskstorlek är bäst att använda?.....	32
Vilket djup är bäst att fiska på?.....	33
Vilken höjd på näten var bäst att använda?.....	33
Vilken tid på året är bäst att fiska?.....	33
Övriga rekommendationer.....	34
Försöken med push-upfällor.....	35
Erfarenheter inom projektet.....	36
Intressenters tankar och värderingar av projektet.....	37
Framtida utmaningar.....	37
Slutsatser och summering av rekommendationer	38
Rekommendationer för fisket.....	39
Rekommendationer för övervakning och forskning.....	40
Tack!	41
Referenser	42
Appendix 1. Statistiska analyser	45

Sammanfattning

Kunskap om storlek- och artselektivitet är viktigt för att nå ett hållbart fiske. I denna rapport beskrivs ett projekt som utförts i Vättern för att utveckla selektiviten i fisket efter sik via ett samarbete mellan fiskare, forskare och myndigheter. Idén till projektet och dess inriktning röstades fram av fiskarna själva inom ramen för Samförvaltning Fiske. Inom projektets ramar fick fiskarna tillstånd från myndigheter att utföra experimentellt fiske med syfte att utvärdera och på sikt förbättra selektiviteten i fisket efter sik. Ramarna för försöken togs fram tillsammans med forskare för att under mer kontrollerade former kunna testa olika strategier relaterade till fiskarens egna kunskaper och erfarenheter. Projektet har ingått i ett större EU-finansierat projekt (GAP2) och varit ett av de 13 fallstudier (det enda i Sverige) som ingått i GAP2. Projektet har kanaliseras genom den redan etablerade Samförvaltning Fiske som funnits i Vättern sedan 2007. Samförvaltning Fiske är ett utskott under Vätternvårdsförbundet och består av representanter från fiskeorganisationer, kommuner, länsstyrelser, Vätternvårdsförbundet, forskare från SLU och fisketurismföretagare. Förutom möten inom Samförvaltning Fiske har fyra workshops med alla deltagande fiskare och forskare hållits för att planera arbetet och diskutera resultaten inom projektet. Totalt har 563 fisketurer gjorts inom projektet varav cirka 37 % har varit i direkt samarbete med forskare eller myndighetpersonal, dvs. att de varit med ombord under försöket.

Projektet har fokuserat på att undersöka *i*) bifångst av undermåliga (för små) individer av känsliga arter, *ii*) fångst av sik och *iii*) storleksfördelningen av sik och andra arter i fångsten. Fiskare och forskare har tillsammans testat två typer av fiskeredskap: nät och fasta redskap med ett pontonfiskhus, även kallad pushupfälla. Gällande näten testades olika maskstorlekar, olika höjd på näten, fiske på olika tider av året och på olika områden. Pushupfällorna testades med och utan ett sorteringsgaller. Selektiviteten hos de använda näten har analyserats genom att använda en specifik utveckling av SELECT, en modell för att utvärdera ett redskaps selektivitet. Resultaten visar att det finns stor potential att öka selektiviteten väsentligt i detta fiske, speciellt genom att rikta fisket mot sikens lekområden.

Vi summerar här erfarenheterna av detta samarbete mellan fiskare och forskare och möjligheterna det medför att hitta lösningar till relevanta problem för det småskaliga fisket i Vättern. Vi presenterar också mer detaljerade rekommendationer baserade på projektets resultat som kan användas i förvaltningen av fisket i Vättern.

Abstract

Size- and species selectivity is a crucial issue in the development of sustainable fisheries. We report from a project initiated by fishermen aiming to develop the selectivity of the fisheries in a large European lake through collaboration of fishermen, regional managers and scientists. Fishermen were given special permits from regional managers to, within a common framework and together with scientists, test various strategies adapted to their own experiences and the properties of their local fishing grounds. The planning of the work was channeled through a fisheries co-management group. The group consists of various fisheries organizations, local, regional and national authorities, water conservation groups, researchers and NGOs. Besides meetings with the co-management group, four workshops with all participating fishermen, scientists and managers were also held to plan the work and discuss results. In total, 563 fishing trips has been carried out of which around 37% were collaborative, e.g. with scientists working together with fishermen in the field.

The main response variables in our analyses of the selectivity targets of this fishery were i) by-catch of undersized individuals of sensitive species, ii) catch of whitefish and iii) size composition of whitefish and other species. Fishermen and scientists jointly tested two types of gear: gillnets and pontoon traps. In the trials using gillnets, different mesh-sizes, net height, fishing season and fishing areas were tested. The pontoon traps were tested with and without a size selection bar. The results from the joint trials were compared with data obtained from ongoing survey programs. The selectivity of the gears was assessed using species specific selectivity models built using an adaptation of the SELECT approach. The results indicate that there is a substantial potential to increase the selectivity in this fishery, particularly by targeting whitefish aggregations adjacent to spawning areas.

We summarize our experience from working with participatory research and discuss the potential of this approach when facilitating solutions to relevant problems related to small-scale fisheries management. We also present recommendations for the management of this fishery as well as recommendations for future monitoring and participatory research initiatives.

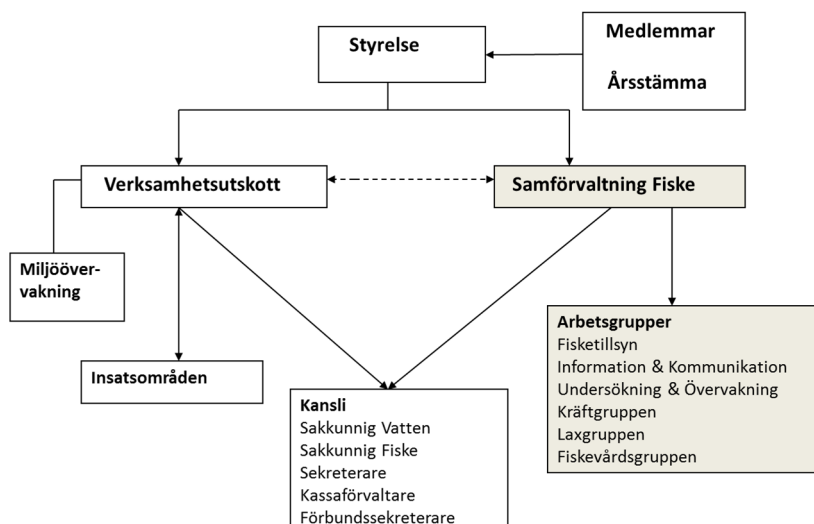
Inledning

Fisket i Vättern är småskaligt och omfattas inte av EU:s gemensamma fiskeripolitik (CFP:n) utan förvaltas istället av regionala och nationella myndigheter. Fritidsfisket är av stor betydelse och för vissa arter, såsom röding står det t.ex. för ett större uttag (90 %) än yrkesfisket (Ahlenius & Halldén, 2012). När det kommer till andra arter, exempelvis sik och kräftor är fördelningen den omvända. Yrkesfisket i Vättern har ändrat sin inriktning väsentligt under de senaste tjugo åren där det traditionella nätfisket efter laxfiskar som röding (*Salvelinus salvelinus*) och sik (*Coregonus lavaretus*) har bytts ut mot burfiske efter signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*). Signalkräftan är idag ekonomiskt sett den viktigaste arten för yrkesfiskarna i Vättern och står för 90-95 % av inkomsten (Sandström m. fl. 2014).

Mot bakgrund av sviktande fångster sedan 70-talet inom framförallt rödingfisket, infördes 2005 nya fiske- och förvaltningsåtgärder för att stärka beståndet. Dessa innefattade bland annat ett ökat minimimått från 40 cm till först 45 cm för att sedan öka till 50 cm 2007. Det infördes även en begränsning av total fångst per fisketillfälle (bag-limit) för handredskapsfiskare, max 3 rödingar, laxar och/eller öringar per fiskare får fångas per fiskedygn och maximalt 2 av dessa får vara rödingar. Endast en krok får finnas per bete vid handredskapsfiske. Dessutom infördes tre totalfredade områden (Fingals, Tängan och Norrgrundet) som motsvarar 15 % av Vätterns yta (Fig. 2). Områdena valdes ut i samråd med fiskets intressenter och utgjorde samtliga tidigare viktiga platser för fisket efter röding och sik i Vättern. Dessa totalfredade områden är de enda i sitt slag i större sötvatten i Europa. Förutom de totalfredade områdena infördes även ett utökat antal fredade områden under lek för röding, öring och harr och att maskstorleken för fisket med bottensatta nät på djup överstigande 30 meter inte får vara mindre än 60 mm i stolpe.

Dessa fiske- och förvaltningsåtgärder har hjälpt till att bryta den negativa trenden för flera av Vätterns fiskarter men de har också inneburit svårigheter för yrkesfiskare att fortsättningsvis kunna bedriva ett riktat fiske efter sik. Eftersom fisket efter röding och sik tidigare skett i ett blandfiske med nät uppstår det lätt en konflikt när man försöker skydda en sårbar art som röding under återhämtning samtidigt som det finns potential till ett ökat fiske på en art som sik som idag bedöms som talrik och outnyttjad. För yrkesfisket är det optimalt att kunna bedriva fiske över flera säsonger på året, att man sprider ut fisket och får en jämnare inkomst året runt. Även ur beståndsynpunkt är ett flerartsfiske utspjutt över året positivt eftersom uttaget sker från flera arter och riskerna för överexploatering minskar. Då signalkräftan idag står för 90-95 % av yrkesfiskets inkomster är yrkesfiskarna känsliga för förändringar i signalkräftans beståndsutveckling och en minskning i signalkräftbeståndet skulle därför få stora ekonomiska effekter. Därmed skulle en utveckling av sikfisket i Vättern kunna erbjuda yrkesfiskarna ett alternativt fiske till signalkräftan och göra dem mindre känsliga för förändringar i framtiden. Intresset för att fiska sik är idag dessutom väldigt svagt inom fritidsfisket så riskerna för konflikter med andra intressenter är inte stora. Det finns även en del studier som tyder på att sik och röding konkurrerar om delvis samma födoresurser (Museth et al., 2007; Sandlund et al., 2013), detta har dock inte studerats specifikt för just Vättern. Således kan en ökad fiskerirelaterad dödlighet för sik eventuellt medföra en minskad inomartskonkurrens vilket leder till en snabbare tillväxthastighet och en minskad konkurrens om födoresurser för arter med vilka siken har ett överlappande födoval.

Parallellt med att förändringarna av fiskeregler infördes, testades en ny styrning/förvaltningsform för Vättern i mitten av 2000-talet (Fiskeriverket m. fl, 2007). Det var en del av en nationell satsning för att underlätta organiserade samarbeten kring frågor som rör fisk och fiske. Under perioden 2004/2005 infördes en samförvaltningsgrupp med Vätternvårdsförbundet som ledande partner. Gruppen Samförvaltning Fiske skapades som ett arbetsutskott direkt ställt under Vätternvårdsförbundets styrelse. I Samförvaltning Fiske finns flera olika kategorier fiskande representerade samt fiskevattenägare, kommuner, myndigheter och turistnäringen (Fig. 1). Samtliga intressenter ges möjlighet att påverka fiskets utvecklingsriktning samt hur den gemensamma fiskeresursen ska förvaltas. Därmed ges arbetet en allsidig belysning och bred förankring. Detta anses vara en av grundförutsättningarna för en långsiktigt god förvaltning och utveckling av Vättern som fiskeområde. Samarbetet inom samförvaltningen är centralt för att utbyta kunskap, förbättra och fördjupa förståelsen mellan näringar, organisationer, forskare och myndigheter.



Figur 1. Vätternvårdsförbundets organisation. Inom Samförvaltningen finns arbetsgrupper med experter och representanter som inriktar sig på Samförvaltningens olika intresseområden.

Samförvaltning Fiske i Vättern har spelat en viktig roll för att ge råd till förvaltning, konfliktlösning samt genom att det underlättat generella diskussioner och informationsutbyte mellan olika grupper. Fisket i Vättern regleras huvudsakligen av Havs- och vattenmyndigheten och Länsstyrelserna, Samförvaltningen har således inget mandat att själva reglera fisket utan har enbart en rådgivande funktion. Trots detta väger råden från Samförvaltning Fiske relativt tungt och förslag från gruppen har resulterat i ett flertal regelförändringar (van Mastrigt, 2013).

Det här projektet har växt fram utifrån diskussioner inom Samförvaltning Fiske. Målsättningen har varit att hitta ett samarbetsprojekt där fiskare involveras i arbetet med att lösa nödvändiga förvaltningsproblem. I Vättern finns sedan tidigare en lång tradition av samarbete mellan forskare och lokala fiskare (Tiselius, 1723; Widegren, 1863; Smitt, 1886; Ekman 1916; Svärdson 1957 och 1979). Trots det, har medvetenheten om vilka roller som olika parter har i sådana samarbeten och vilka drivkrafter som är viktiga för de olika deltagarna däremot fått väldigt liten uppmärksamhet. Vår ambition har varit att

utveckla och fördjupa samspelet mellan fiskare och forskare/myndigheter. Genom att testa nya metoder, samt jämföra och kombinera fiskares och forskares kunskaper och erfarenheter hoppades vi kunna få fram en mer samlad bild över fiskeresursen och dess exploateringsmönster. Tidigare erfarenheter från liknande samarbeten visar att de kan stärka intressenterna och leda till förbättrat kunskapsutbyte mellan fiskare, forskare och myndigheter (Dietz m fl. 2003).

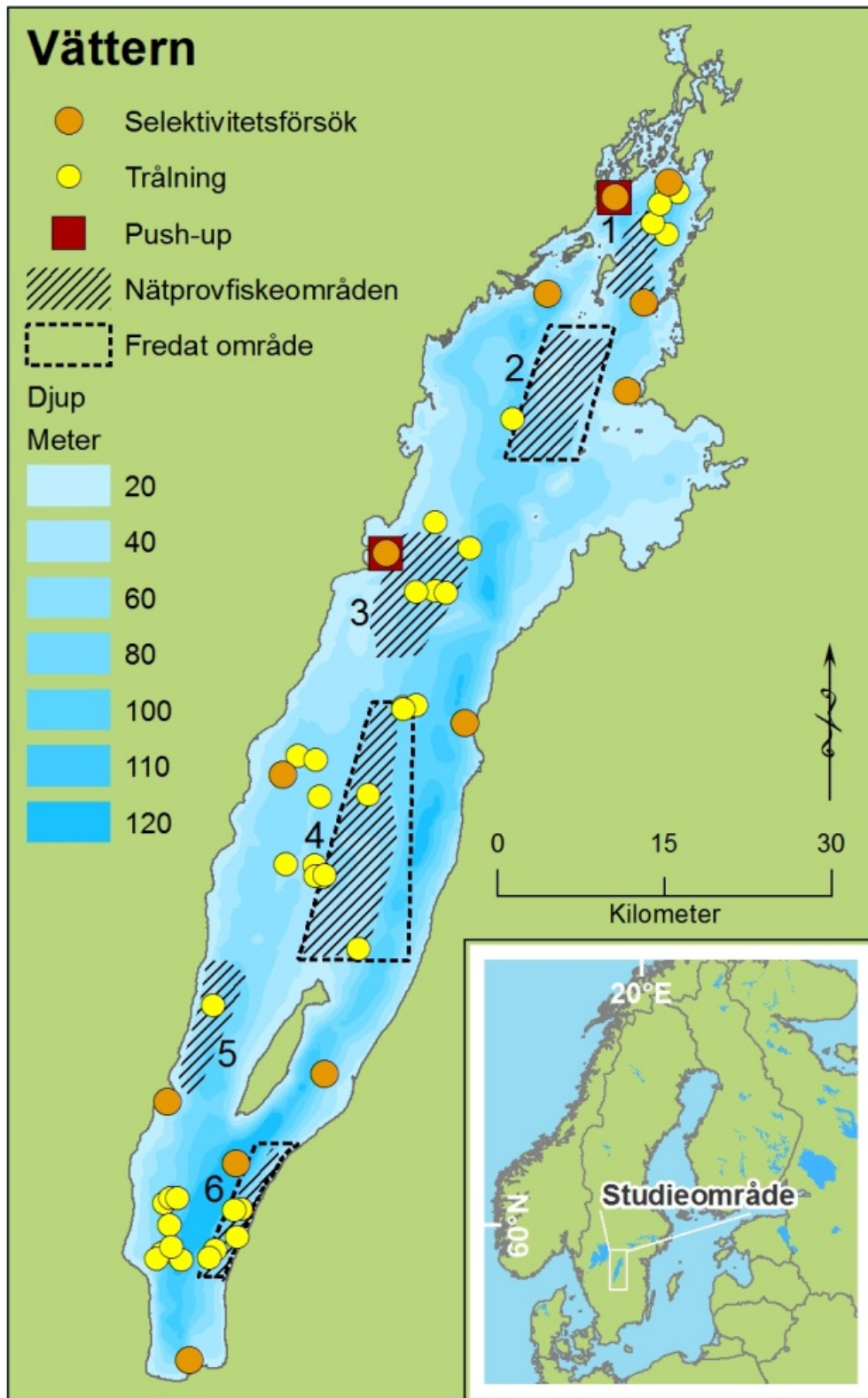
Detta samverkansprojekt har ingått i ett större EU-finansierat projekt (GAP2) och varit ett av de 13 fallstudier (enda i Sverige) som ingått i GAP2. Övriga länder som deltagit med fallstudier är Danmark, Estland, Frankrike, Tyskland, Italien, Malta, Nederländerna, Norge, Spanien och England. Inför start av det här projektet diskuterades lämpliga teman i Samförvaltningen och alla medverkande fick presentera en idé för ett samverkansprojekt. Därefter hölls en omröstning och alla fick rösta på den idé som tyckte var bäst. Den vinnande projektidén, som presenterades av yrkesfiskarna, fokuserade på att utveckla fisket efter sik, att lära sig mer om arten och att försöka minska bifångsterna av röding och öring samtidigt som man försöker öka fångsterna av sik.

Allt arbete inom projektet har kanaliserats genom Samförvaltning Fiske i Vättern som varit involverad i planering, organisation och kommunikering. Resultaten har succesivt presenterats och diskuterats inom Samförvaltningen. Flertalet studier kopplade till projektet har genomförts. Förutom de resultat som presenteras i denna rapport har populationsstrukturen hos sik studerats genom att använda genetiska analyser i kombination med fiskarnas kunskap och erfarenheter (Sandström m. fl. opublicerat). I en annan studie kvantifierades bifångsten av undermålig fisk inom trollingfisket (Norrgård m. fl. 2015) och i ett tredje arbete försökte man lokalisera sikens lekplatser genom att använda vetenskapliga ekolod monterade på en traditionell fiskebåt (Axenrot m. fl. 2016).

Material och metoder

Fiske med bottensatta nät

Tidigt i projektet genomfördes en workshop där fiskare, forskare och myndighetspersonal tillsammans diskuterade möjligheterna att förbättra selektiviteten i nätfisket med inriktning mot sik i Vättern. Tillsammans enades man om ett gemensamt grundupplägg som skulle användas av deltagande fiskare. Dessutom hade var och en av fiskarna möjlighet, att utifrån sina egna önskemål, testa olika sätt att förbättra selektiviteten i fisket så länge de inte avvek för mycket från grundupplägget. Fiskarnas egna förslag till ett mer selektivt fiske diskuterades med forskarna och testades därefter på respektive fiskares områden. Det har resulterat i att ett flertal parametrar har undersökts: varierande maskstorlekar, djup, höjd på näten och fiske under olika tider på året.



Figur 2. Karta över Vättern med de olika försöksområdena för fisket efter sik och miljöövervakningsprogrammet med nätprovfiske (nr 1-6) och provtrålningspunkter.

Fisket inom projektet startade våren 2011 och totalt har 14 fiskare deltagit i projektet och samlat in data. Datainsamlingen har varit utspridd mer eller mindre över hela Vättern men huvuddelen av insatserna har ägt rum i Vätterns djupare, öppna delar med mer begränsade insatser i den norra skärgården och Motalaviken (Fig. 2). Försöken startade våren 2011 och pågick fram till hösten/vintern 2013/2014. Alla säsonger har täckts in under försöken men huvuddelen av försöken ägde rum höst och vinter. En bidragande orsak till det är att fiskarna i stort sett är helt upptagna med det viktiga kräftfisket under juni-september.

Fiskare har samlat in data på egen hand under sitt fiske efter sik inom projektet men vissa insamlingar har även skett tillsammans med forskare och myndigheter, dvs. att forskare eller personal från Länsstyrelsen har varit med på båtarna som kontrollanter och samlat in data.

Totalt har 184 riktade sikfisketurer gjorts på 654 unika lokaler, varav 37 % har varit i direkt samarbete med forskare och myndigheter. Antalet fiskeområden var 30 stycke, några fiskare hade fler än ett område. Ett område varierade i storlek men i snitt var de 2 gånger 2 km i storlek. Det totala djupintervallet för fisket var 1-116 meter och fisketiden varierade mellan 17-169 h, i snitt 67 h dvs. 2,8 dygn (Tab. 1). De maskstorlekar som användes i projektet var 35, 38, 40, 43, 45, 46, 50 och 60 mm (maskstolpe) och näthöjden var 6, 8, 10, 12, 15, och 18 fot (en fot är 0,305 m). Från varje fisketur har antal och total vikt av alla arter redovisats. Längd och vikt av sik, röding, öring och lake har uppmätts för ett urval av den totala fångsten (minimum på 30 individer per maskstorlek och fisketur). Undermålig röding och öring sattes normalt tillbaka i sjön. Dessa individer räknades men vägdes eller längdmättes inte (i vissa fall skattades längd och vikt). Men de individer som var döda eller i för dåligt skick för att sättas tillbaka togs upp, mättes, vägdes och dissekerades i vissa fall senare på Sötvattenslaboratoriet.

Tabell 1. Fakta om de totalt 563 fisketurer som ingått i försöken med bottensatta nät.

	MEDEL	MAX	MIN
Maskstorlekar (mm)	42,5	60	35
Nätens höjd (fot)	10,5	18	6
Nätlängd (m)	294	600	150
Fisketid (h)	68	169	16
Ansträngning per fisketur (m nät per dygn)	836	3050	103
Fiskedjup	47	116	1
Klockslag vid upptag	12:00	19:00	07:00



Bild 1: GAP2 forskaren Thomas Axenrot drar upp nät i februari strax utanför Omberg för att fånga djuplekande sik (vänster). Udermålig röding i lekdräkt blir försiktigt urplockad från nätet och sätts tillbaka i sjön av forskaren Johnny Norrgård på Vätternvårdsförbundet (höger). Foton av J. Alcalde och A. Asp.

STATISTISKA ANALYSER

Vi har utfört en rad olika statistiska analyser av de data som samlats in i försöket. Först fastställde vi vad som kunde anses vara lämpliga målnivåer för fisket genom att analysera data från fångstjournaler och provfisken. Därefter gjorde vi en första genomgång av dataseten från försöket för att se till så att det inte fanns felaktiga uppgifter och för att titta på fördelningen hos data. Vi studerade de olika variablerna genom att skapa så kallade co-plots och scatter plots för att få en uppfattning om spridning och huruvida olika variabler samvarierade eller inte. Dessutom gjordes försök att identifiera outliers (värden som avviker kraftigt) och för att undersöka om responsvariablerna behövde bli log (+1) transformerade innan analyserna genomfördes.

I nästa steg beräknade vi olika kvoter för att bedöma balansen mellan sikfångst och bifångster. Därefter utförde vi en serie kartanalyser för att kunna titta närmare på vilka specifika områden som verkade bäst lämpade. Vi gjorde sedan en översiktlig analys av vilka faktorer som föreföll viktigast och vilka vittjningar där fångsten var mest lika respektive olika. Vi analyserade betydelsen av område, nätmaska, näthöjd, fiskedjup och fisketid med en analysmetod som tar hänsyn till icke-linjära samband. Sist av allt så analyserade vi nätens selektivitet.

MÅLNIVÅER FÖR NÄTFISKE EFTER SIK

För att beräkna vad som kan anses vara en lämplig målnivå för ett lönsamt sikfiske har vi använt alla inrapporterade fångstdata inom det riktade yrkesfisket på sik i Vättern under åren 2011-2014. Vi analyserade fångsterna av sik (kg) per 1000 meter nät och dygn i de fångstjournaler där sik angetts vara målarten för fisket (vilket oftast varit med 43 mm maska i stolpe). Vi använde 50-percentilen (kallas även andra kvartilen eller medianen) som en lämplig gräns och därmed målnivå för vad som kan betraktas vara lönsamt fiske. Detta värde användes senare för att filtrera ut landningar inom projektet som kunde betraktas som lönsamt fiske. För att kunna fastställa en liknande målnivå för vad som kunde anses vara en acceptabel bifångstnivå av röding och öring beräknades nedre

delen av 90 % konfidensintervall (ett intervall som ofta används inom statistiska analyser – innebär att det sanna medelvärdet för populationen ligger inom det givna intervallet med 90 % säkerhet) av undermålig fångst av röding och öring i 43 mm maska i pågående nätprovfisket i Vättern under de år som projektet bedrivits (2011-2014). Nätprovfiskena fick representera ett mer slumpmässigt fiske än det som bedrivs av fiskare. En fördel med att utgå från fångster i ett provfiske är att målnivån för bifångst följer med beståndsutvecklingen hos arterna i fråga. Om rödingbeståndet skulle öka kraftigt kommer även målnivån öka. För varje enskilt område där försöket pågått har vi försökt utvärdera i vilken mån man uppnått målnivåerna för sikfångst respektive bifångst. Vi har också jämfört bifångsterna i projektet med bifångstnivån i de pågående provfiskena med bottsatta nät.

FÖRHÅLLET MELLAN BIFÅNGST OCH SIKFÅNGST

För att kunna göra en sammanvägd bedömning av både lönsamheten i sikfisket och bifångstproblematiken har vi försökt att väga dessa parametrar mot varandra. Målsättningen har varit att ha så hög lönsamhet i sikfisket som möjligt och så låg bifångstnivå som möjligt. Därför har vi testat två olika index för att bedöma relationen mellan sikfångst och bifångst. Dels så har vi beräknat kvoten mellan bifångst (i antal individer) och sikfångst (i kg) (benämns KVOT_BIFÅNGST). För de fåtal fisketurer där sikfångsten var noll går det ej att beräkna denna kvot. Vi valde därför att tilldela de fisketurer där sikfångsten var noll och det fanns bifångster (6 st totalt) den högsta uppmätta kvoten. För de fisketurer där det saknades både sik och bifångst beräknades ingen kvot. Vi beräknade också den procentuella andelen bifångst i förhållande till den totala fångsten av sik, röding och öring, det vill säga inklusive röding och öring över minimummålet (benämns PROC_BIFÅNGST). I likhet med KVOT_BIFÅNGST så tilldelades de fisketurer där den sammanlagda fångsten av sik, öring och röding var noll inget värde.

KARTANALYSER

För att illustrera vilka områden som hade störst fångster av sik och lägst bifångster utfördes kartanalyser i programmet ArcMap 10.2.2. Först sammanställde vi alla fisketurer och de positioner som noterats för varje fiskeplats. I analyserna använde vi inte ändkoordinaterna på näten utan vi räknade istället ut mittkoordinaten för varje nät. Vi räknade sedan ut hur sikfångsten och bifångsterna låg i förhållande till de två målnivåer som beskrevs tidigare. I kartanalysen anges fångstnivåerna i % jämfört med de två målnivåerna (bifångst respektive sikfångst). Värdet över 100 % indikerar att fångsterna var högre och under 100 % så var de lägre än målnivån. Mer detaljer om kartanalyser finns att läsa i Appendix 1.

EFFEKTER AV OMRÅDE, FISKEDJUP, SÄSONG, MASKA OCH NÄTHÖJD

För att analysera selektiviteten, utifrån fångsten av målarten sik och bifångsten av andra arter så sattes fångst av sik, fångst av undermålig fisk och storleken på målarten i relation till de fyra huvudvariablerna maskstorlek, fiskedjup, nätets höjd och fiskesäsong med fiskeområde som en co-variabel. Responsvariablerna var sikfångst (kg) per 1000

meter nät per dygn, undermålig bifångst av känsliga arter (öring och röding), antal undermålig fisk per 1000 meter nät per dygn och antal fångade icke-kommersiella arter (inkluderat undermålig fisk av speciella arter) samt de två kvoter som beskrivs ovan (KVOT_BIFÅNGST och PROC_BIFÅNGST). Baserat på resultaten var målet att hitta ett långsiktigt selektivt sätt att bedriva detta fiske. Mer om analyserna i Appendix 1.

SELEKTIVITETSANALYSER

För att ytterligare uppskatta selektiviteten jämfördes fångsterna i detta fiske med fångster från nät- och trålundersökningar som ingår i miljöövervakningsprogrammen i Vättern. Genom att använda fångstdata från tidigare utförda nätprovfisken från övervakningsprogrammet (2005-2014) har vi analyserat selektiviteten genom att utveckla den befintliga SELECT-modell som ofta används för att utvärdera fiskeredskaps selektivitet (Millar & Fryer, 1999). I en första studie analyserades rödingens selektivitet i nät (Jonsen m. fl. 2013) med en metod som innefattar borttagande av så kallade outliers (fisk som fastnat i näten via andra sätt än gälarna, t.ex. fastnat med tänderna och trasslat in sig) som i sin tur ger en bättre passning till master selektivitetskurvan. Även selektionskurvor för sik, lake och öring har beräknats på liknande sätt. Mer detaljer om analyserna ges i Appendix 1.

Fiske med push-upfällor

Vi testade en slags fällor av pushup-typ. Den variant vi använde är inte ytstående utan har tak på de fångande sektionerna. Själva fiskhuset har en så kallad push-up anordning monterad. Fällan vittjas genom att man pumpar in luft i pontoner i nedre och övre delen av fiskhuset. Fiskhuset flyter då upp till ytan och en ensam fiskare i en mindre båt klarar att vittja fällan utan allt för mycket slit vilket är en viktig ergonomisk fördel. Särskilt om man vill bedriva fiske på något djupare vatten. Push-upfällan utvecklades ursprungligen för att minska konflikten mellan lax- och sikfiskare och den ökande populationen av gråsäl i Östersjön (Lunneryd m. fl. 2003; Hemmingsson m. fl. 2008). Dessa redskap är ytstående och fiskar hela vägen från ytan ner till botten och kan vara ända upp till 12 m höga. Fällan är ett passivt redskap och fisken leds in i redskapet via en ledarm in till en större sektion och sedan vidare genom mindre sektioner tills de slutligen hamnar i ett cylinderformat fiskhus. Höjden på redskapet inklusive ledarm var tre meter. I vår studie var ledarmarna 100-150 meter långa och fällan av den mindre typ vilken utvecklats för att fånga främst abborre och gös i skyddade kustområden (Lundin, 2014). Det är första gången en fälla med ett fiskhus av modellen push-up har prövats i sötvatten. Bruket av fasta redskap är dock vanligt i andra sjöar som exempelvis Hjälmarens och Mälarens men de används endast i liten skala i Vättern. Nätet kring fiskhuset bestod av 0,5 mm tjock Dyneema® tråd med en maskstorlek på 20 mm. För att ytterligare testa selektiviteten i fällorna monterades ett selektionsgaller på ena sidan av fiskhuset (Bild 2). Avståndet mellan risterna i gallret var 50 mm. Push-upfällor testades på två olika lokaler i Vättern: en mer skyddad plats i norra skärgården (utanför Olshammar) och en mer vindutsatt plats i mellersta, västra, delen av sjön (söder om Karlsborg). Båda lokalerna är kända lekplatser för sik, speciellt den söder om Karlsborg (Svärdson, 1979)



Bild 2. Push-upfällan (vänster) och selektionsgaller i fällan (höger).

Push-upfällorna sattes ut den 8-9 oktober 2012 och försöket avslutades 3-4 december 2012. På båda lokalerna placerades fällan så att början på ledarmarna hamnade så nära strandkanten som möjligt och att fiskhuset hamnade på 7-8 meters djup. Fällorna lyftes och vittjades minst en gång varje vecka. Under vissa perioder, på grund av dåligt väder var det dock omöjligt att tömma fällan med önskvärt tidsintervall. Den selektiva rist som monterats på fällans fiskhus täcktes med nät varannan gång den vittjades för att ytterligare undersöka selektiviteten. Därmed var hälften av fisket med selektionsgaller och hälften utan. All fångad fisk räknades till antal och vägdes. All fångad sik mättes och vägdes men vid ett fåtal tillfällen var fångsterna av sik så stora att endast ett urval av minst 60 individer vägdes och mättes.

Skillnaden i storleksfördelning av sik mellan de olika behandlingarna med eller utan selektionsgaller testades med en parvis statistisk jämförelse (Tukeys Pairwise test).

Resultat

Fiske med bottensatta nät

I 60 % av det totala antalet fisketurer (N=339 av 563) fanns inga bifångster alls av undermålig röding och/eller öring. Sik var den i särklass dominerande fångsten och endast 6 % av vittjningarna var utan fångst av sik (Tab. 2). De mest lovande lokalerna låg i de flesta fall i anslutning till sikens lekområden. Antalet undermåliga rödingar och öringar per 1000 meter nät och dag var i snitt 1,4 stycken. Av all undermålig fisk som fångades inom projektet var 75 % levande och blev därmed återutsatta i sjön, övriga döda fiskar togs om hand.

Överlag var det sämre fångst per dag om näten låg ute länge, d.v.s. är det möjligt så lönar det sig att vittja näten ofta. Även om även bifångsterna ökar med täta vittjningar så lär det sannolikt vara större möjligheter för undermålig fisk som återutsätts att överleva. Det var även högre fångster i södra delen av sjön jämfört med den norra delen. Den bästa perioden att fiska var höst och vinter, gärna nära sikens lekområden i samband med att den ansamlades för lek.

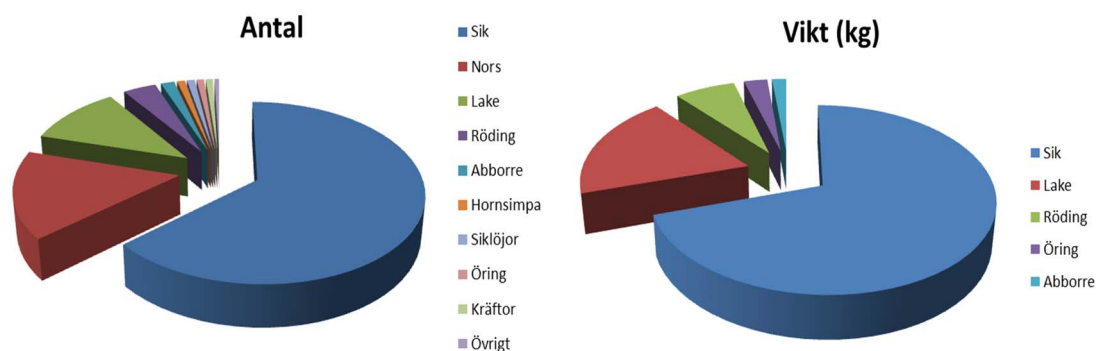
Tabell 2. Fångster av olika arter i försök med bottensatta nät i Vättern under perioden 2011-2014. Fångsten av vissa arter, exempelvis nors och gers, är sannolikt ofullständigt dokumenterade eftersom fokus låg på studiens målararter sik, röding och öring.

Art	% av vittjn.	Antal	Vikt (kg)
Sik	94	27646	11330
Lake	73	4810	3083
Röding	65	1671	1023
Öring	33	373	437
Siklöja	32	396	18
Abborre	30	685	282
Nors*	30	6887	275
Signakräfta	28	359	18
Gers*	22	61	1
Mört	17	33	11
Hornsimp	12	404	4
Braxen	11	29	35
Gädda	11	36	102
Harr	8	33	~20
Lax	1	4	4

*är sannolikt en underskattning.

Ett problem var att de högsta bifångsterna av undermålig röding och öring fanns på helt olika platser. Bifångsterna av öring var högst på grunda områden (5-20 meters djup) och bifångsten av röding var istället högst på djup mellan 30-80 meters djup. Totalt fångades 15 olika arter, de mest talrika var sik, nors, lake, röding, abborre, hornsimp, siklöja, öring och signakräfta (Fig. 3).

Baserat på de senaste fyra årens inrapporterade fångstjournaler beräknades en målnivå för vad som kunde betraktas som lönsamt fiske av minst 6,2 kg sik per 1000 meter nät och dygn. Medelfångsten om samtliga vittjningar slogs samman var 26 kilo per 1000 m nät, det vill säga högt över vår målnivå. Den aktuella målnivån för vad som kunde anses som acceptabel bifångst av undermålig röding och öring per 1000 meter nät och dygn baserat på bifångstnivåer i provfisken beräknades till 2,15 individer per 1000 meter nät. Av de trettio huvudsakliga lokaler där det experimentella fisket bedrevs så uppnåddes målnivån för lönsamt fiske på 73 % och målnivån för bifångst på 73 % av lokalerna. Cirka 53 % av de undersökta platserna klarade både målnivån för bifångst och lönsamt fiske. Sex av nio huvudsakliga delområden där projektet bedrevs i södra delen av sjön klarade både målnivån för lönsamt fiske och bifångster. I de tre delområden som inte klarade bägge målnivåerna var det på grund av att bifångstnivån inte var tillräckligt låg. Alla delområden som låg i anslutning till Vätterns djupränna klarade bägge målnivåerna. I det mellersta området var det istället 50 % som klarade bägge målnivåerna. Även där klarade samtliga lokaler i Vätterns djupränna bägge målnivåerna. I norra delen av sjön var det 46 % av delområdena som klarade bägge målnivåerna. Till skillnad från södra delen var det oftast på grund av för låg fångst av sik och inte på grund av för höga bifångster.



Figur 3. Totalt antal och vikt (kg) fångad fisk inom försöket uppdelat på olika arter. Lax, gädda, braxen, gers, mört och harr var få i antal och ingår i kategorin övrigt i övre diagrammet.

FÖRHÅLLET MELLAN BIFÅNGST OCH SIKFÅNGST

De två kvoter som beräknades för att göra en sammanvägd bedömning av sikfångst och bifångster (PROC_BIFÅNGST) och (KVOT_BIFÅNGST) visade sig bägge främst bero av delområde, djup och maskstorlek. I södra delen av sjön var bägge dessa index lägre vilket indikerar att man där har högst sikfångst i förhållande till bifångstnivån.

PROC_BIFÅNGST minskade med ökad maskstorlek och planade ut vid cirka 43 mm maska. Bägge kvoterna var som lägst på stora djup, det vill säga det blir större bifångster i förhållande till sikfångsten än på grunt vatten. Kvoterna mellan fångst av sik och antal av undermålig röding och öring per ansträngning var nästan 45 gånger högre än i provfisken där näten las slumpmässigt under sommartid än i försöket där fiskare ansträngt sig för att hitta de mest optimala platserna.

EFFEKTER AV OMRÅDE, FISKEDJUP, SÄSONG, MASKA OCH NÄTHÖJD

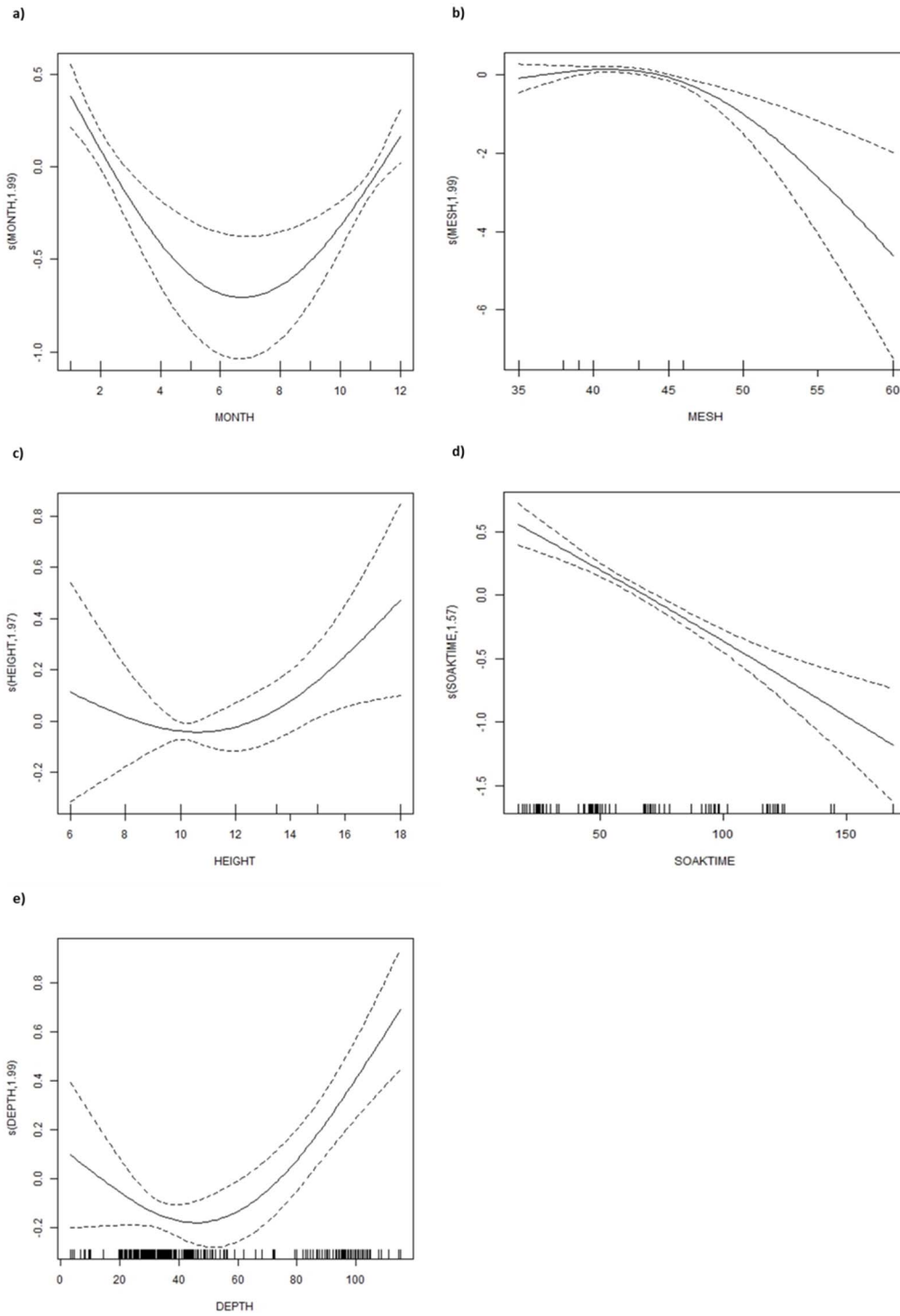
Analyserna visade att den faktor som var viktigast för hur vittjningar med olika sikfångst kan grupperas var i första hand var i sjön fisket sker. I södra delen av Vättern, särskilt vintertid, är fångsterna överlag högre än i mellersta och norra Vättern (första uppdelningen i hierarkisk partitionsanalys delar upp datasetet i södra respektive mellersta/norra sjön, se Appendix figur 1). De högsta fångsterna skedde på djup överstigande 46 meter. I samtliga delområden av sjön spelade djupet och maskstorleken en viss roll för sikfångsten även om dessa faktorer hade mindre betydelse än valet av plats.

Fångsten av sik var högst under sen höst och vinter (Figur 4a) och de mest optimala maskstorlekarna var 38-43 mm maska (Figur 4b). Förutom fisketid och vilket delområde i sjön som fisket bedrevs i var årstiden samt fiskedjupet en av de viktigaste faktorerna för fångsten av sik (Fig. 4). De bästa djupen var 80-110 meter samt 5-20 meter. Detta resultat avspeglar förhållandena under höst/vinter då de stora fångsterna tas och avviker väldigt mycket från motsvarande mönster under sommaren då siken istället mestadels fångas på 25-50 meters djup (Sandström m. fl. 2009). Högre höjd på nätet och kort fisketid gav högre fångster.

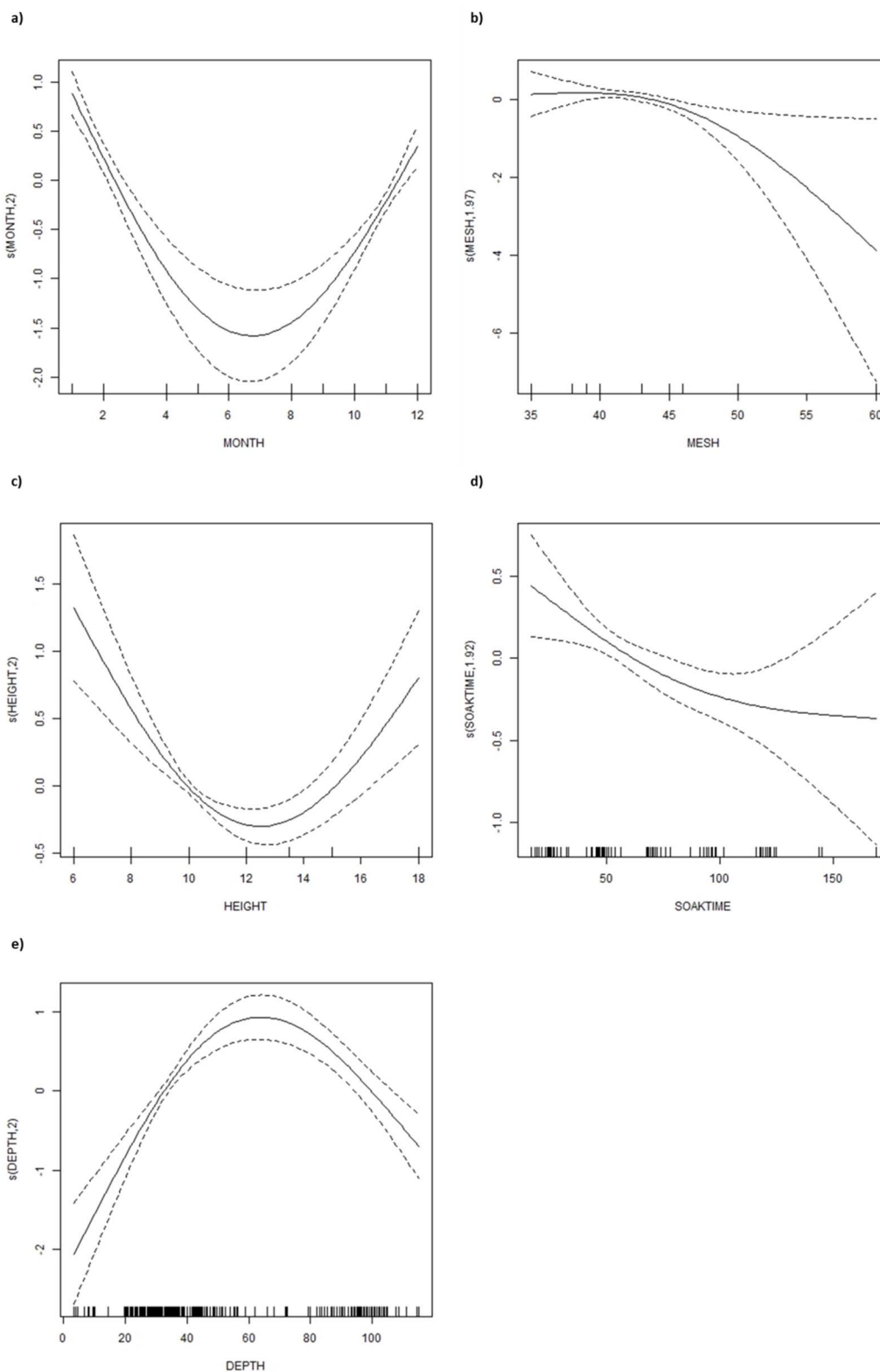
Fångstdata på lake delades upp i första hand beroende på fiskedjupet. Den första uppdelningen i analysen delar datamaterialet i platser över respektive under 37 meters djup. Det var högre fångster på större djup. Andra viktiga faktorer var fiskeområdet (högre fångster i södra Vättern), maskstorlek (lägre fångster med maska 46 mm och större) samt säsong (högst fångster på vintern). Lake var näst sik den vanligaste arten i fångsten räknat i vikt och den tredje vanligaste räknat i antal. I likhet med siken var lakfångsten i första hand beroende av fiskedjupet och säsongen (Fig. 5). Högsta fångster var det på 50-85 m djup och under vintern. Fångstens djupfördelning var dock likartad i jämförelse vad den är i provfisken utförda under sommarhalvåret. Precis som i fallet med sik var fångsterna högst i 38-43 mm maska. Ju kortare fisketid desto större blev fångsterna per meter nät så även i detta fall lönar det sig att vittja ofta.

Bifångsterna av röding tycktes mest bero på fiskeområdet (de var lägre i norra delen av sjön). Andra viktiga faktorer var nätens höjd (nät på 18 fot gav högre bifångst) och i norra delen av sjön spelade även fiskedjupet en viss roll (djup mindre än 40 meter gav lägre bifångster).

Bifångsterna av öring berodde allra mest på djupet. Grundare områden än 29 meter var en tydlig grupp för sig med större bifångstnivå. Maskstorlek understigande 39 mm var också en tydlig grupp med avvikande hög bifångstnivå.

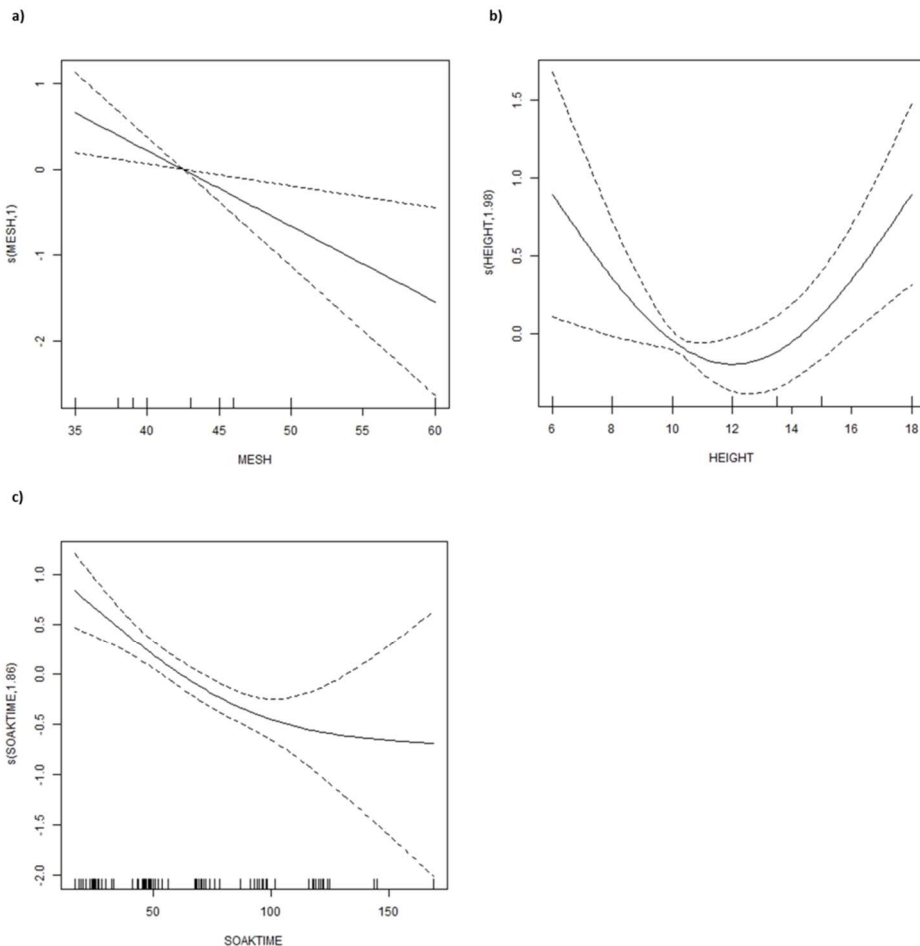


Figur 4. Förklaringsmodeller med hjälp av partiella responskurvor för GAM-modeller där fångsten av sik (kg per 1000 m nät och dygn) har satts i relation till några av de testade förklaringsvariablerna. Y-axeln visar hur fångsten svarar på varje enskild förklaringsvariabel och visar således inte absolut fångst. Om värdet överstiger 0 så har förklaringsvariabeln (x-axel) en positiv effekt på fångsten. Samtliga av följande förklaringsvariabler hade en signifikant effekt på sikfångsten: a) månad ($p=8,10e^{-06}$), b) maskstorlek ($p=0,0003$), c) näthöjd ($p=0,033$), d) fisketid ($p=4,62e^{-15}$) och e) fiskedjup ($p=1,11e^{-07}$). Soaktime betyder ståtid.



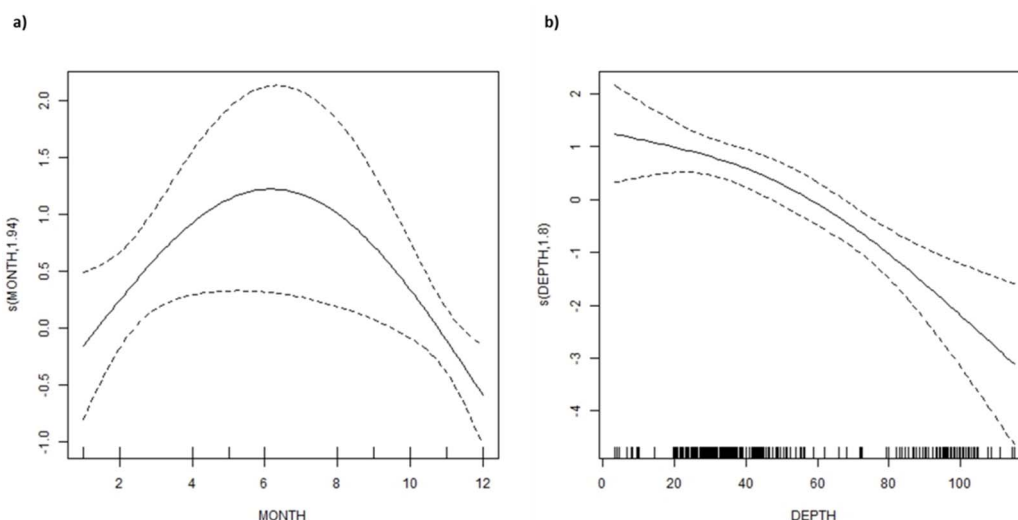
Figur 5. Partiella responskurvor för GAM-modeller där fångsten av lake (kg per 1000 m nät) har satts i relation till några av de testade förklaringsvariablerna. Figuren visar hur fångsten svarar på varje enskild förklaringsvariabel och visar således inte absolut fångst. Om värdet överstiger 0 så har förklaringsvariabeln en positiv effekt på fångsten. Samtliga av följande förklaringsvariabler hade en signifikant effekt på lakfångsten: **a)** maskstorlek ($p=0,0058$), **b)** höjd ($p=1,07e^{-06}$), **c)** blöttläggningstid av nät ($p=0,0058$), **d)** djup ($p=1,35e^{-10}$) och **e)** månad ($p=5,78e^{-16}$).

Röding var den tredje vanligaste arten i fångsten. Av samtliga fångade rödingar var totalt 32 % under minimimåttet, 22 % återutsattes och 10 % var döda. Bifångsten av undermålig (d.v.s. under minimimåttet) röding berodde på maskstorleken, nätens höjd och fisketid (Fig. 6). Att fiska med större maskstorlekar gav mindre bifångster (Fig. 6a), brytpunkten gick på strax över 43 mm maska. Den optimala höjden på näten om man vill minska bifångster var 12 fot (Fig. 6b). I likhet med övriga arter så gav kort fisketid större bifångster även om de tycktes plana ut något efter ca 100 timmar (Fig. 6c).



Figur 6. Partiella responskurvor för GAM-modeller där fångsten av undermålig röding (individer mindre än 50 cm per 1000 m nät) har satts i relation till några av de testade förklaringsvariablerna. Figuren visar hur fångsten svarar på varje enskild förklaringsvariabel och visar således inte absolut fångst. Om värdet överstiger 0 så har förklaringsvariabeln en positiv effekt på fångsten. Samtliga av följande förklaringsvariabler hade en signifikant effekt på bifångsten: **a)** maskstorlek ($p=0,0047$), **b)** höjd på nätet ($p=0,00156$) och **c)** blötläggningstid på nätet ($p=3,05e^{-05}$).

Öring var den fjärde vanligaste arten räknat i vikt. Av samtliga fångade öringar var 23 % under minimimåttet, 16 % kunde återutsättas levande medan 7 % var döda. De faktorer som hade störst inverkan på bifångsten av öring var främst tiden på året och fiskedjupet (Fig. 7). Sommarmånaderna (Fig. 7a) och de grundaste områdena (Fig 7b) gav de största bifångsterna.

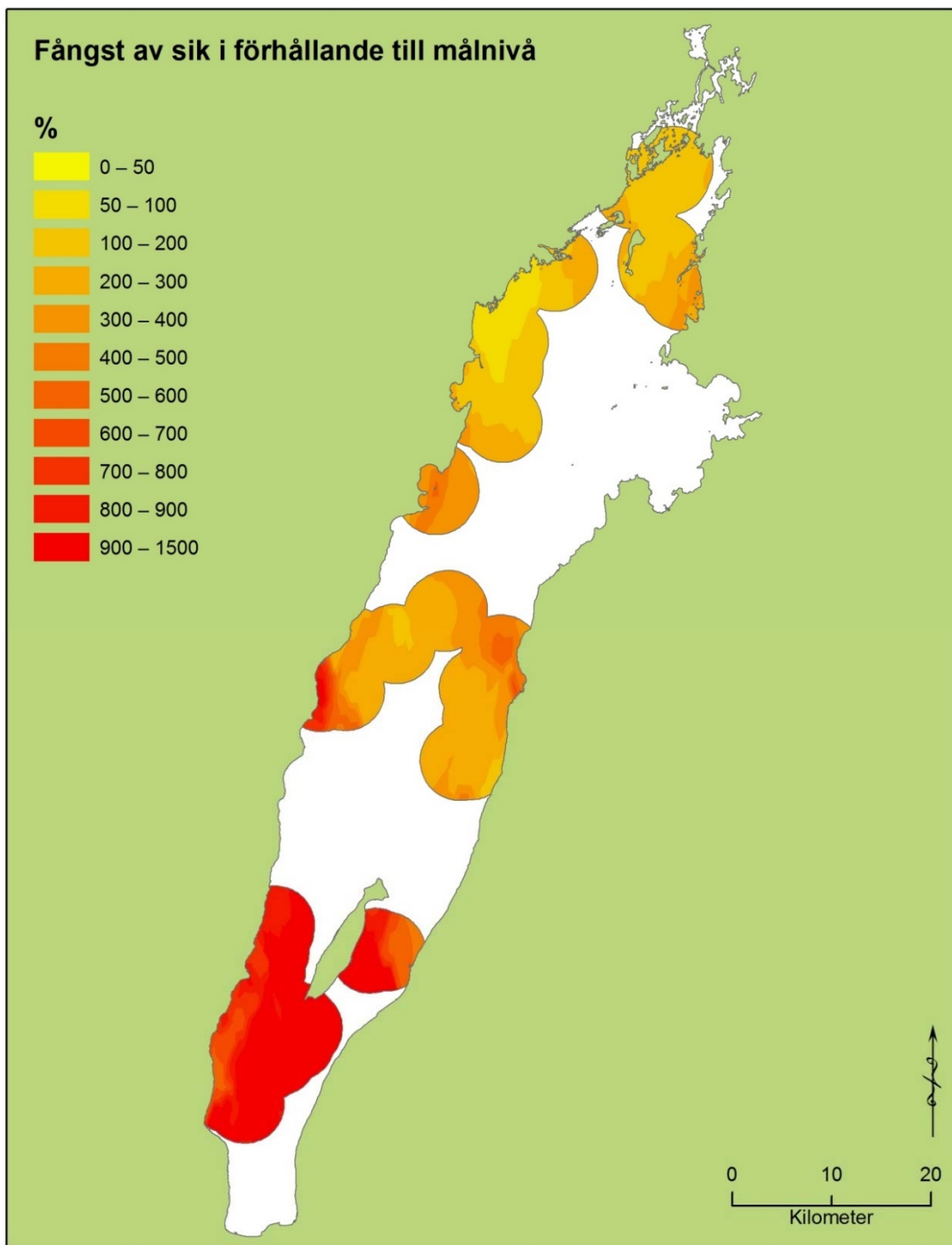


Figur 7. Partiella responskurvor för GAM-modeller där fångsten av undermålig öring (individer mindre än 50 cm per 1000 m nät) har satts i relation till några av de testade förklaringsvariablerna. Figureerna visar hur fångsten svarar på varje enskild förklaringsvariabel och visar således inte absolut fångst. Om värdet överstiger 0 så har förklaringsvariabeln en positiv effekt på fångsten. Samtliga av följande förklaringsvariabler hade en signifikant effekt på bifångsten: **a)** månad ($p=0,016$) och **b)** djup för nätläggning ($p=3,05e^{-05}$).

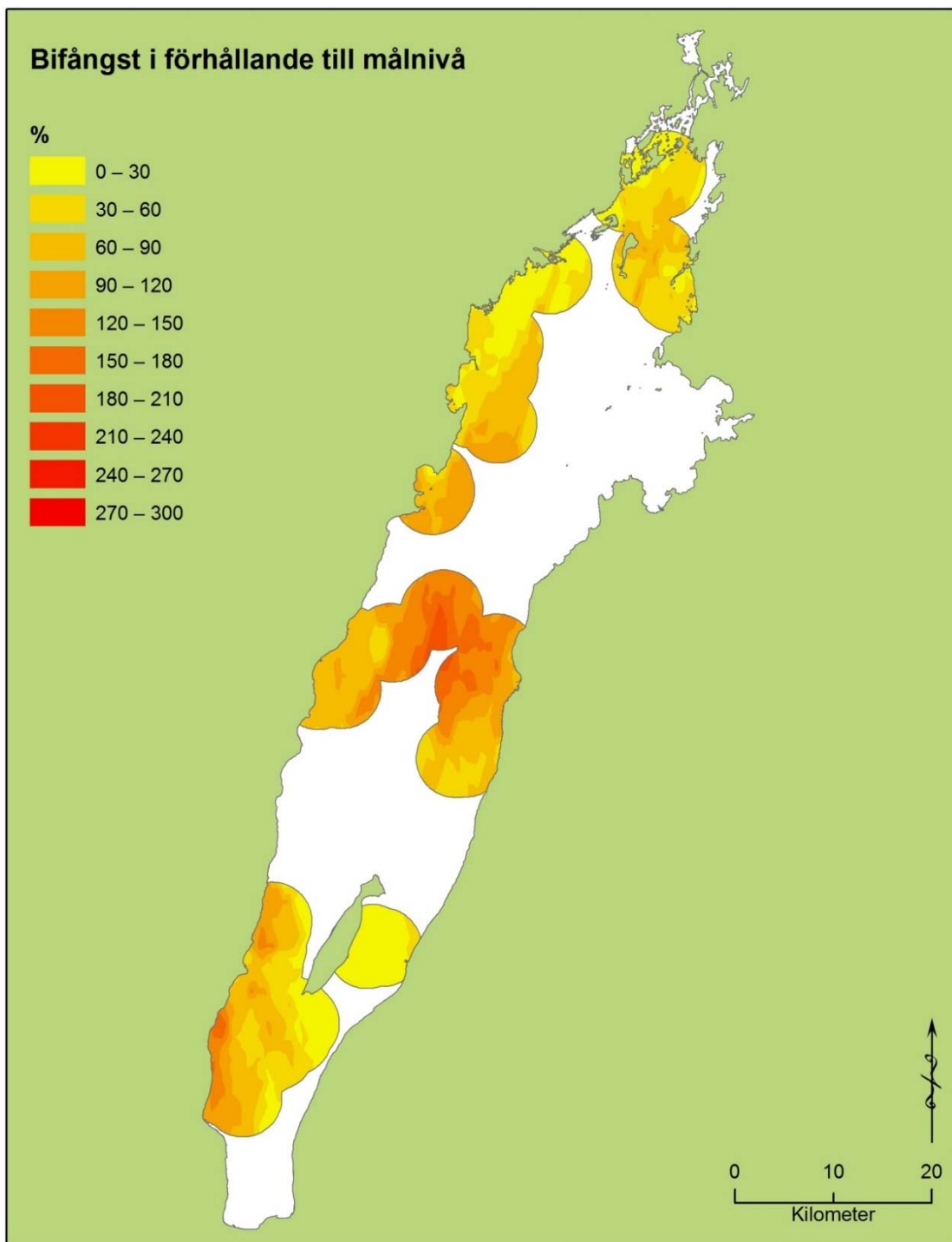
Kartanalyserna verifierade att sikfångsten är högst i södra delen av sjön (Fig. 8). Sikfångsten varierade mer mellan platser än bifångstnivån. Bifångsterna av öring var överlag större i mer strandnära områden (Fig. 9). Ett område stack ut med höga bifångster, en lokal strax norr om fredningsområdet Norrgrundet vilket ligger nästan mitt i sjön.

SELEKTIVITETSANALYSER

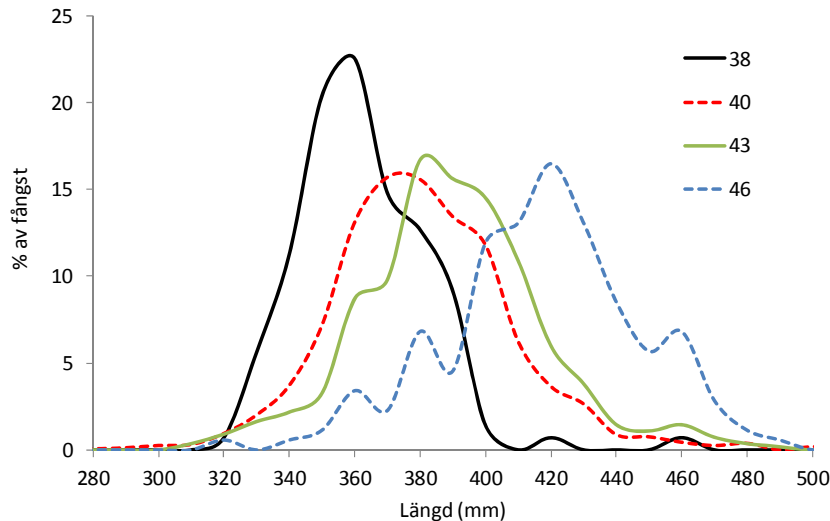
För alla arter, utom öring, gav den binormala funktionen den bästa passningen till respektive fångstdata (Tab. 3) men det var enbart för röding som den var tydligt formad som en binormal kurva (Fig. 11). En binormal kurva har två toppar. Att man har en sådan kurva för röding kan bero på att hannarna och honorna har olika utseende, honorna har t ex något mindre huvuden vilket gör att de får en annan selektivitet än hannarna eller att de två topparna representerar rödingar vilka fångats på olika sätt i näten. Ett liknande mönster har tidigare funnits i lekprovfisken riktade mot röding (Sandström m. fl. 2009). För de andra arterna, öring, sik och lake, blev utseendet mer som en normal eller log-normal selektionskurva med en tydlig topp istället för två. Öringarna hade en betydligt ”bredare” kurva än exempelvis sik, detta innebär att maskornas storlek har mindre betydelse för vilka storlekar som fångas. Sannolikt beror denna skillnad på att öringarna fastnar i sina vassa tänder och i munvinklar på ett sätt som inte sikar gör.



Figur 8. Karta baserad på en så kallad kriginganalys där fångsten av sik i förhållande till en målnivå på 6,2 kg per 1000 m nät och dygn i olika områden interpolerats över ett större område. Över 100 % är alltså fångstområden med högre fångst än 6,2 kg per 1000 m nät och dygn. Vi har valt att endast visa de områden där försöken pågår där man kan anta att det är kartinterpolationen är säkrare.

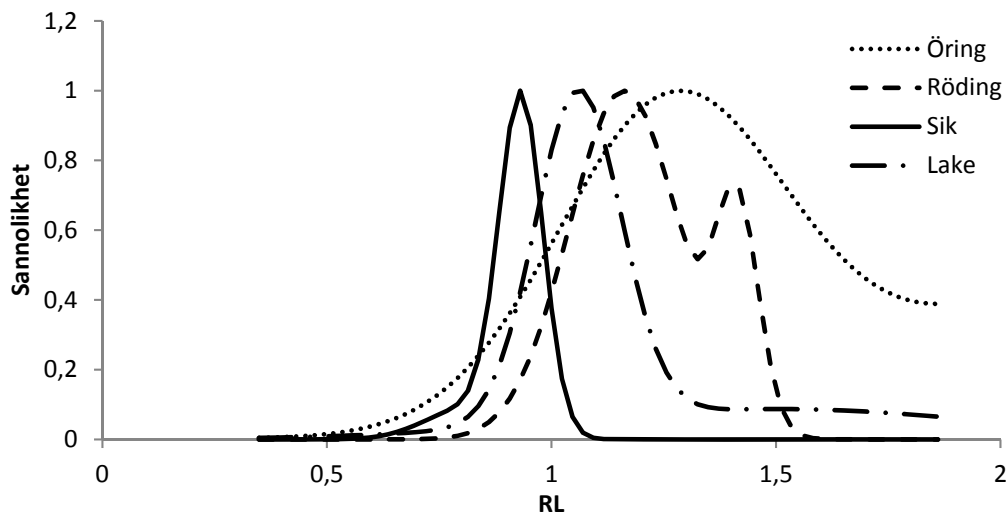


Figur 9. Karta baserad på en så kallad kriginganalys där bifångsten av undermålig röding och öring förhållande till en målnivå på 2,15 kg per 1000 m nät och dygn interpolerats över ett större område. Områden med bifångst över målnivån har alltså värden över 100 %. Vi har valt att endast visa de områden där försöken pågått och där man kan anta att är kartinterpolationen är säkrare.



Figur 10. Storleksfördelning hos sik fångad i experimentellt fiske i Vättern med de fyra vanligaste maskstorlekarna som användes i försöket. De angivna maskstorlekarna (38-46 mm) är mätta i stolplängd.

Storleksfördelningen hos fångad sik påverkas av vilken maskstorlek man använder i näten (Fig. 10). Toppen på selektionskurvan visar det storleksintervall relativt maskstorleken där man har den största sannolikheten att fånga den art selektionskurvan representerar (Fig. 11). För siken hamnar toppen på selektionskurvan på $RL=0,93$ För övriga arter hamnar toppen på selektionskurvan på $RL > 1$; för röding 1,16, för öring 1,28 och för lake 1,07. En stor del av dessa skillnader kan förklaras av skillnader mellan arterna i kroppsform. Tittar man på överlappet mellan sikens selektionskurva och de övriga arterna har öring det största överlappet och röding det minsta. Önskvärt är att överlappet är så litet som möjligt då det ger minst bifångst.

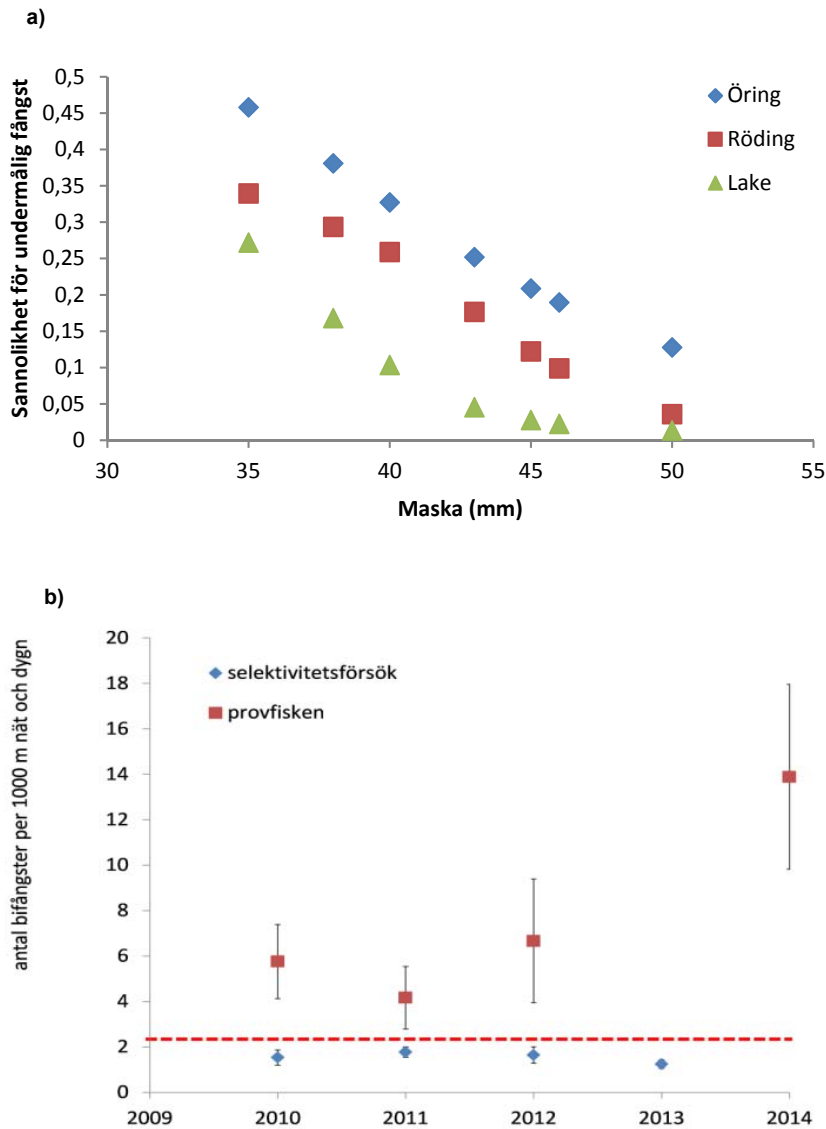


Figur 11. De framtagna "Master" selektionskurvorna för öring, röding, sik och lake där den binormala funktionella modellen gav den bästa passningen. RL = Relativ längd, dvs. längden på fisken (cm) relativt maskstorleken (i mm), $RL=1$ innebär att längd och maskstorlek är relativt lika stora, $RL>1$ innebär att längden på fisken är relativt större än maskstorleken och $RL<1$ innebär att längden på fisken är relativt mindre än maskstorleken.

Tabell 3. Uppskattade modellparametrar ($\alpha_1, \sigma_1, \alpha_2, \sigma_2, \omega$), maximum likelihood värde (ML), total model deviance (D), medel model deviance (d) och antal frihetsgrader (fg) för fyra olika funktionella modeller som beskriver master selektivitetskurvorna för röding, sik, öring och lake i fiske med nät.

Art/Funktionell modell	α_1	σ_1	α_2	σ_2	ω	ML	D	d	fg
Röding									
Binormal	1.161	0.123	1.414	0.047	0.609	-260	109	0.00123	208
Asymmetrisk	1.175	0.129	-	0.164	-	-269	133	0.00150	210
Normal	1.205	0.145	-	-	-	-269	135	0.00153	211
Log-normal	1.176	0.145	-	-	-	-269	133	0.00150	211
Sik									
Binormal	0.932	0.049	0.812	0.093	0.093	-3868	2058	12.785	161
Asymmetrisk	0.951	0.077	-	0.039	-	-3906	2184	13.399	163
Normal	0.924	0.060	-	-	-	-3952	2281	13.911	164
Log-normal	0.920	0.060	-	-	-	-4004	2405	14.670	164
Öring									
Binormal	2.829	0.745	1.269	-0.255	1.203	-209	208	1.15461	148
Asymmetrisk	1.186	0.232	-	-3.086	-	-213	202	1.11236	150
Normal	1.966	0.706	-	-	-	-235	282	1.53834	151
Log-normal	1.655	0.706	-	-	-	-218	229	1.24883	151
Lake									
Binormal	1.505	0.473	1.060	0.096	10.89	-1048	360	1.763	1117
Asymmetrisk	0.989	0.089	-	0.356	-	-1183	744	3.612	1119
Normal	1.153	0.254	-	-	-	-1363	1198	5.790	1120
Log-normal	1.091	0.254	-	-	-	-1195	765	3.696	1120

Enligt selektivitetsmodellen, ökar bifångsten med minskad maskstorlek för röding, öring och lake (Fig. 12a). Detta överensstämmer också väl med de data som samlats in i projektet (se figurerna 5b, 6b och 7a). Störst sannolikhet för bifångst är det för öring. Överlag var bifångsterna av undermålig fisk (antal per 1000 meter nät och dygn) i maska 43 signifikant lägre i försöket än i det provfiske som sker sommardag i Vättern (Fig. 12b). Detta tyder på att fiskarens kunskap om platser och tider har lett till en väsentligt förbättrad selektivitet jämfört med om näten lagts ut slumpmässigt.

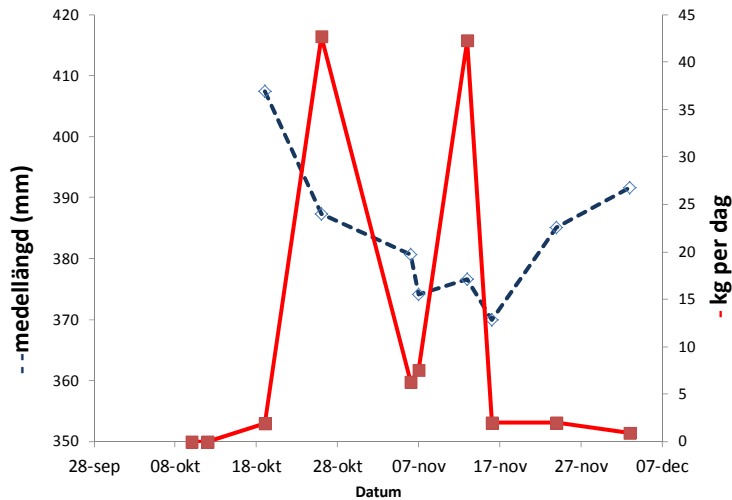


Figur 12. (a) Sannolikhet för att få undermålig fångst av öring, röding och lake baserad på de framtagna selektionskurvorna. **(b)** Trend över tiden (2010-2014) av antal bifångster av röding och öring i provfisken jämfört med selektivitetsförsöket inom GAP-projektet. Den röda streckade linjen representerar målnivån för acceptabel bifångst av röding och öring.

Fiske med push-up fällor

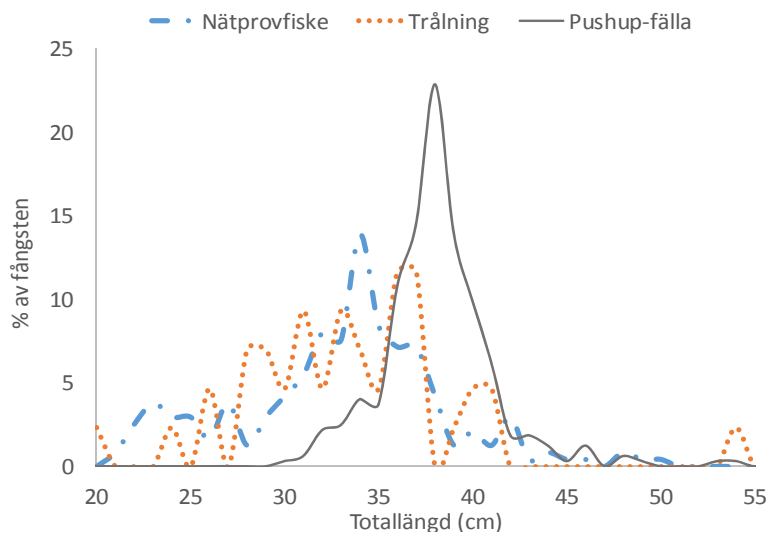
Fångsten av sik skiljde sig markant mellan de två provfiskade lokalerna. Den totala fångsten på den mer vindutsatta lokalen i söder var 673 kg jämfört med enbart 3 kg på lokalen i norr. Skillnaden indikerar tydligt att valet av push-up fällans placering hade stor betydelse för fångstförmågan. De höga fångsterna i södra delen skedde trots att denna fälla hade väsentligt större väderrelaterade problem (stormar) och att det ibland var så väldigt stora fångster att det gick inte att tömma fisken ordentligt vilket ledde till lägre fångster. Vid dessa tillfällen fick man släppa ut en del av fångsten i fällan för att luftkuddarnas flytkraft skulle orka med att lyfta fällan till ytan och all fångst blev såle-

des inte registrerad och landad. Fångsterna var högst vid lekperioden då siken ansamlades i vissa områden. Medelstorleken på sik var 38,2 cm och minskade under toppen av lekperioden (Fig. 13). Fiskens storlek var något större än i de pågående provfisken med nät (medellängd 32,9 cm) och trålundersökningar (32,1 cm) som görs i närområdet (Fig. 14 & Fig. 2). Detta speglar troligtvis att de flesta fiskarna var köns mogna och därmed något större än de som fångas i undersökningar.



Figur 13. Fångst (i medellängd och vikt) av sik i push-up fällan som satts ut i Vättern under höst/tidig vinter 2012.

Förutom sik fångades åtta andra arter av vilka abborre, gädda och braxen landades och såldes men övriga släpptes tillbaka levande i sjön (Tab. 4). Det fanns en liten men ändå signifikant skillnad i storleken hos sik mellan perioderna med selektionsgaller jämfört med perioder utan (medellängden var 376,6 mm utan och 388,4 mm med). De mer småvuxna arterna som mört och gers saknades helt i fångsten under perioderna med selektionsgaller vilket indikerar att det finns stor potential för småvuxna och oönskade arter att ta sig ut från fällan genom selektionsgallret.



Figur 14. Storlek hos sikar fångade i olika redskap. Trålfångster och fångster från nätprovfiske hämtade från närliggande stationer under 2012 och 2013.

Tabell 4. Fångster inom försöket med push-upfällor i Vättern under höst/tidig vinter 2012.

Art	Antal	Vikt (kg)	Medellängd (mm)	STD
Röding	1	*	500,0	
Braxen	15	23	546,4	67,6
Lake	2	*	375,0	
Ål	1	*	900,0	
Gädda	14	71	927,6	154,2
Abborre	23	3,9	299,1	58,5
Mört	143	*	227,1	23,9
Gers	1	*	120,0	
Signalkräfta	3	*	138,3	
Sik	1603	676	382,0	34,0

*återutsatta levande och inte vägda.

STD=standardavvikelse

Diskussion

Vi har genomfört ett flertal studier som varit helt beroende av ett bra samarbete med fiskare och regionala myndigheter. Vårt angreppssätt var delvist inspirerat av den ”Good practice guide” för samverkansprojekt för fiskeriforskning som togs fram under GAP1 (Mackinson et al. 2008) och GAP2 (Mackinson m. fl. 2015) men även av de angreppssätt som summerats i Berkes et al (2001) och Huntington (2000). Vi har huvudsakligen använt rättframma metoder som workshops och fokuserat på dialoger med fiskarna både i grupp och enskilt samt att försöka vara noga med återkoppling av resultaten. Att utskottet Samförvaltning fiske redan fanns och var etablerat när undersökningarna startade har inneburit en fördel för att på ett effektivt sätt kunna diskutera och identifiera problem i ett brett forum med de flesta fiskeintressenter och lokala och regionala myndigheter närvarande. Förutom diskussionerna inom Samförvaltningen har vi även försökt ha en dialog med enskilda fiskare för att kunna bygga upp ett förtroende. Vi har försökt ha kontinuerliga dialoger med fiskarna samtidigt som ansträngningar gjorts för att i samverkan hitta lösningar till gemensamma problem.

Fiske med nät

VAR ÄR FÅNGSTERNA AV SIK SÅ HÖGA ATT DET ÄR VÄRT ATT FISKA OCH VAR ÄR BIFÅNGSTERNA SOM MINST?

Inom projektet gjordes de största fångsterna av sik vintertid i södra delen av Vättern. Då var även bifångster av röding, öring och lake låga. Andelen lokaler som klarade bägge målnivåerna (både för bifångst och sikfångst) var högst i södra delen av sjön. De största bifångsterna i södra delen av sjön bestod av lake. En anledning till skillnaderna mellan olika delar av sjön kan vara att de allra djupaste delarna av sjön ligger i södra änden och andelen djupa fiskeplatser var högre än i andra delar av sjön.

Trots att fiskarna har erfarenhet att fiska på de områden som varit mest lönsamma och att man inom projektet har undersökt många platser finns det fortfarande en del områden som det finns väldigt lite eller helt saknas information om. Detta gäller framförallt i norra och mellersta delen av Vättern och då särskilt den östra sidan. I de provfisken med nät som bedrivs på sommaren är det inga stora skillnader mellan de olika delarna av Vättern förutom att lakfångsten tenderar att vara högre på den sydöstra sidan av sjön. I motsats till detta visar resultaten från våra försök att det är högre fångster i södra Vättern jämfört med norra. Detta antas bero på att sikarna ansamlas för lek i större utsträckning på de platser där man fiskat i södra sjön. Enligt fiskarna själva så sker dessutom en större del av leken i södra delen av sjön, särskilt den djuplekande siken. Detta fenomen har undersökts i mindre skala med akustiska metoder i ett samarbete med en av fiskarna (Axenrot m. fl. 2016). En uppskalning av detta försök skulle ge värdefull information om var och när den djuplekande siken aggregeras under hösten och vintern vilket skulle kunna användas för att med högre precision kunna styra fisket mot de mest gynnsamma platserna.

Vissa djupa områden har periodvis visat sig vara mindre lämpliga, framförallt är problem med att det fastnat mycket alger och växter i näten.

VILKEN MASKSTORLEK ÄR BÄST ATT ANVÄNDA?

Selektivitetsmodellen visade bland annat att bifångsterna minskade med ökad maskstorlek för röding, öring och lake (Figur 13a). Å andra sidan, givet att den potentiella fångsten av sik är som högst i 40-43 mm maska, rekommenderar vi att den minsta tillåtna maskstorleken kan vara så låg som 43 mm, givet att den aktuella lokalen har en sedan tidigare dokumenterad låg bifångst av röding och öring. För lokaler med högre bifångster rekommenderar vi en större maskstorlek för att undvika bifångster, kanske till och med så höga som 46 mm. Enligt fiskarna själva är inslaget av stor sik större i 43 mm maska jämfört med 40 mm maska och det är också förenligt med hur den framtagna selektionskurvan för sik ser ut.

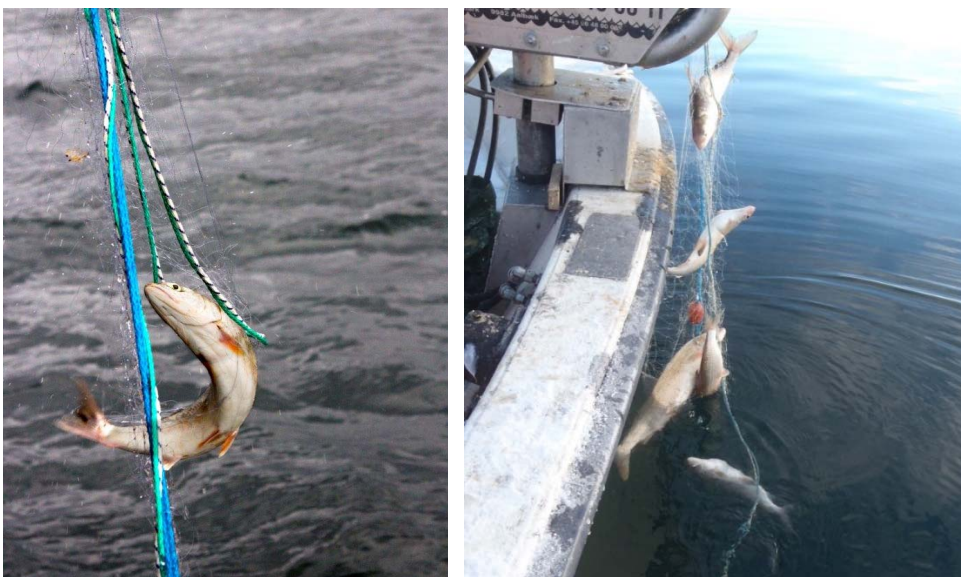


Bild 3 Maskstorleken spelar stor roll för vilka arter och storlekar som fångas. Till vänster en röding och till höger sikar på väg att landas. Foto: Camilla Zilo (tv) och Michael Bergström (th).

VILKET DJUP ÄR BÄST ATT FISKA PÅ?

Från mitten av december till mitten av januari är det mest effektivt att fiska sik enligt fiskarna själva. Då uppehåller sig en del av siken på så stora djup som 60-110 meter. Detta överensstämmer också med våra statistiska utvärderingar av resultaten från försöken som visar att djup över 60 meter ger bättre fångster än djup <60 meter. För öring och lake gav fiske på djup över 60 meter mindre bifångster. För röding fanns dock inga sådana tydliga effekter av fiskedjup utan där var istället maskstorlek, höjd på nätet och fisketid av större betydelse.

VILKEN HÖJD PÅ NÄTEN VAR BÄST ATT ANVÄNDA?

Den statistiska utvärderingen av försöket visade att bästa höjden på näten var 12 fot om man vill få så liten bifångst av undermålig röding som möjligt. Fiskarna själva säger att rödingen oftast sitter i övre delen av nätet och optimal höjd brukar vara 10-12 fot. Spontant skulle man kunna tänka sig att ju större yta nätet har desto större sannolikhet är det för bifångster. I vårt fall gav dock både lägre och högre höjd på nätet mer undermålig röding. En av orsakerna till detta kan vara att näten ställer sig på olika sätt när de har olika höjd och att de därmed får mer eller mindre snärjande effekt. Det kan också ha viss betydelse hur näten är ”förda” det vill säga i vilken grad man låter den nedre delen av nätet ha en större yta än de övre delarna. Enligt fiskarna befinner sig siken på större djup mer bottennära under höst/vinter och då räcker det med 12 fots höjd för att kunna ha ett givande fiske. Ett annat problem med mycket djupa nät är att de är svårare att fiska med om det blåser, de djupare nätens maskor har då en större tendens att blåsa in och fastna på sidorna av nätdragaren. I det sikfiske som bedrivs utanför projektet är det redan idag vanligast med 12 fots höjd på näten. Rekommendationerna blir därmed att näthöjden bör vara 10-12 fot.

VILKEN TID PÅ ÅRET ÄR BÄST ATT FISKA?

Enligt fiskarna har tiden på året av stor betydelse för hur stor bifångsten av olika arter blir. På sommaren upplever de att det är högre bifångster av öring och röding, vilket också i viss mån verifierades av dessa försök. Bästa tidpunkten att starta fisket uppgavs av fiskarna vara som tidigast i slutet av september när kräftfisket börjar avslutas och den intressanta fiskeperioden sträcker sig därefter fram till maj då bifångsten av lake ökar. Dessutom är det den tid på året då annat fastnar på näten såsom kiselalger vilket kan ställa till med stort bekymmer. Våra resultat visar att sikfisket var som bäst från november till februari med en topp i december/januari. Rekommendationerna blir därför att största delen av fisket bör ske under sen höst och vintermånaderna eftersom fisket då blir mer effektivt (störst fångst per ansträngning, i snitt 80 kg/1000 m nät och dygn) samtidigt som bifångsterna är minst för de mest skyddsvärda arterna öring och röding.



Bild 4. De bästa fångsterna togs under den kalla årstiden, en period då väderförhållandena på Vättern ibland är mycket tuffa. Till höger – pushup-fällan transporteras hem dagen innan en snöstorm i december. Till vänster, isen har börjat lägga sig i södra Vättern. Foto: Fredrik Engdahl (tv) och Michael Bergström (th).

ÖVRIGA REKOMMENDATIONER

Trådtjockleken på nätet kan ha effekt på mängden bifångst. Det är inget som studerats ingående i detta projekt men av det underlag som finns kan man utläsa att 0,15 mm tråd har något större bifångster än 0,17 mm och 0,20 mm. Enligt tidigare erfarenheter och studier ger 0,15 mm trådtjocklek mer bifångst av undermålig röding. Enligt fiskarena använder de helst en trådtjocklek på minst 0,17 mm då bifångsterna annars blir för höga och lägre trådtjocklek skadas lättare och innebär därmed lägre livslängd på näten. Sammanvägt blir rekommendationerna att använda en trådtjocklek av minst 0,17 mm.

All information som samlats in i projektet och som kommer samlas in framöver hjälper till att öka kunskapen om sik-, röding-, öring- och lakbeståndet i Vättern. Det medför att arbetet mot en adaptiv förvaltning underlättas samtidigt som en allt för konservativ tillämpning av försiktighetsprincipen undviks. Ju mer man vet om bestånden och ekosystemet, desto mindre av försiktighetsprincipen behöver tillämpas. Samtidigt behöver fiskarna vara medvetna om att ifall framtida förändringar sker som påverkar några av bestånden negativt kan begränsningar av fisket vara aktuellt. Det är alltid resursen som sätter gränserna för vilket uttag som är aktuellt.

Då det finns olika typer av sik i Vättern (Svårdson, 1979; Sandström m. fl opublicerat) där den så kallade näbbsiken idag anses vara den mest skyddsvärda kan övervakning tillsammans med fiskarna hjälpa till att hålla koll på beståndet. Eftersom näbbsiken enbart har en känd lekplats i Vättern kan det vara extra intressant att följa fiskarens fångster i detta område.

Av alla arter fångade inom detta projekt var lake den tredje mest talrika och viktmässigt den näst vanligaste arten. Det tyder på att bifångsterna av lake är relativt stora. Man bör därför ha i beaktande att en ökning av sikfisket troligen även kan medföra en ökning av lakfångsterna. I dagsläget finns inget minimimått på lake och därmed ingen undermålig fångst. Exakt storlek vid könsmognad hos lake i Vättern är inte känd men på basis av data från andra sjöar så bör lakarna bli könsmogna vid cirka 40 cm vilket innebär att det eventuellt kan ske en viss bifångst av icke könsmogen lake i fisket. I de mindre maskstorlekarna, 38 respektive 40 cm var drygt hälften av den fångade laken under 40 cm.

Idag bedöms det inte vara några större problem med bifångster av lake i fisket med tanke på att lakbeståndet i Vättern haft en positiv utveckling och därför verkar tåla det nuvarande uttaget (Sandström m. fl. 2014). Men laken har tidigare kraschat i Vättern, därför finns all anledning att vara varsam för svängningar i lakbeståndets storlek.

Försöken med push-upfällor

Sammanfattningsvis så kan push-upfällor och andra typer av fasta redskap vara ett värdefullt komplement till övriga fiskeredskap i Vättern. I försöken användes den minsta av de tillgängliga push-up fällorna på marknaden vilka normalt används för abborrfiske. I norra Östersjön anses siken vara svårfångad i fällor och där krävs ljusa och ytstående fällor utan tak, trots detta fångade den ena fällan en ansevärd mängd sik. En stor fördel är att man kan släppa all bifångst levande och att en stor del av de mindre fiskarna kunde ta sig ut ur fällan via selektionsgallret. Dock var push-upfällan relativt känslig för höga fångster. Men detta kan åtgärdas med en annan vittjningsteknik med en slang där fisken samlas istället för att man samlar den i en låda. Med erfarenhet kan även fällan klara tuffa väderleksförhållanden.

Det fanns ett visst intresse från vissa fiskare att gå vidare med test av fasta redskap. I dagsläget upplevs push-up fällan dock som en allt för dyr och osäker investering för fiskarna och det finns flera faktorer man skulle behöva undersöka lite närmare. Under försökets gång undersöktes två områden, varav det ena gav stora fångster och det andra små. Det bör därför undersökas ytterligare vad som är optimala platser att ha sådana här redskap. De undersökta fällorna var inte möjliga att fiska på större djup än maximalt 8-10 meter. För att kunna fånga sik under andra årstider än på hösten i samband med lek hade det varit intressant att testa de något större push-upfällor som är anpassade för sikfiske och där fiskhuset går att placera på något större djup vilket skulle göra det möjligt att fånga sik under en längre period av året. Dessutom borde man undersöka utformningen av selektionsgallret mer utförligt och eventuellt bättre anpassa dess öppningars storlek och placering till de arter som förekommer i Vättern och det fiske som bedrivs där. Vi bedömer också att det är möjligt att kunna göra en del övriga anpassningar av redskapet till insjöfiskets förutsättningar. Utformningen av den push-upfälla som användes i försöket var anpassad till kustfiske och de problem man där har med säl. Näten till fiskhuset var extra starka för att skydda mot sälangrepp och man hade en ytterligare förstärkning av fiskhuset med en kraftig lättmetallbur för att skydda den fångade fisken mot sälangrepp. Sådana dyra anpassningar är inte nödvändiga i insjöfisket där sälar saknas och skulle man kunna ta fram ett redskap mer anpassat för insjöfiskets förhållanden men med de ergonomiska fördelarna en pushupfälla har kan man skära kostnaderna för redskapet betydligt. En fortsättning skulle kunna vara att i projektförhållanden driva ett eller flera projekt tillsammans med fiskarna för att ytterligare undersöka push-upfällors och liknande fasta redskaps möjligheter.

Tidigare erfarenheter har visat att sikfiske på grundare områden periodvis kan resultera i stora fångster av signalkräfta. Det medför ofta problem då näten förstörs och det är dessutom mycket arbetsamt att få bort dem ur näten. Ett alternativ kan då vara att undersöka om en push-upfälla eller annan typ av fast redskap kan vara ett alternativ på sådana platser.

Erfarenheter inom projektet

Redan från början av projektet har vi i största mån försökt använda Samförvaltning Fiske som en plattform för att planera, organisera och kommunicera resultat från projektet. Till viss del sammanfördes projektets administration med Samförvaltning Fiskes administration. Vi tror att det överlag har varit positivt att kunna använda Samförvaltning Fiske som en plattform och det har varit ett bra forum att kontinuerligt kunna nå medverkande fiskare i projektet samt övriga kategorier fiskande. Mötena inom Samförvaltning Fiske är formella med en ordförande och ett strukturerat upplägg. Vi har även haft ett flertal mindre formella möten och workshops i hamnar och mött enskilda fiskare i deras båtar eller i deras kök. Det har varit en stor styrka att kunna ha både formella och mindre formella möten och nödvändigt för att förankra arbetet inom projektet med de mest berörda fiskarna.



Bild 5. Svedåns hamn i Baskarp i vinterskrud. Foto: Michael Bergström.

En annan viktig faktor har varit att hitta balansen mellan att ge de medverkande fiskarna frihet att planera och designa sina ega försöksfisken samtidigt som man helst vill ha en så optimal design som möjligt för att kunna göra en fullvärdig statistisk analys. Det varit väldigt positivt att ge fiskarna frihet att pröva vissa idéer i sina fiskeområden och det har förhoppningsvis bidragit till att många fiskare känner sig mer delaktiga och mer engagerade i projektet. De flesta fiskare är vana att vara flexibla och anpassa sig till sina målarters beteende och plötsliga väderomställningar. Å andra sidan, utan en grundläggande insamlingsmetodik blir insamlade data väldigt svåra att analysera och i värsta fall oanvändbara för att testa viktiga frågeställningar. Den här utmaningen kan delvis förebyggas genom att använda de mer avancerade och flexibla modeller och analystekniker som numera finns tillgängliga. I viss utsträckning kan några av dessa statistiska problem lösas genom själva storleken på det insamlade datamaterialet till följd av att ett flertal fiskare deltar i projektet. I vårt fall underlättades analyserna av att man ändå kom överens om vissa gemensamma ramar för att strukturera insamlingsmetodiken.

Intressenters tankar och värderingar av projektet

En viktig aspekt för ett framgångsrikt samarbete är motiverade medverkande. I vårt fall hade fiskarna säkerligen olika motiv för att delta i detta samarbetsprojekt. Den viktigaste faktorn som bidragit till fiskarens motivation har varit att de själva kommit på det vinnande förslaget till projekttid och att lösa det problem som man upplever finns kopplat till sikfisket har stor betydelse för deras fiskeverksamhet. En annan faktor är att inom projektet blev det möjligt att fiska på områden som tidigare varit stängda för detta sorts fiske. Både fiskare och forskare har förhoppningsvis varit motiverade av att lära sig av varandras kunskaper och erfarenheter.

Under projektets gång har det utförts ett flertal undersökningar med intervjuer av medverkande fiskare, forskare och andra medlemmar av Samförvaltning Fiske (Garavito-Bermúdez m. fl. 2014; Stöhr m. fl. 2014; Lundholm & Stöhr, 2014; Jacobsen m. fl. 2011). I en av undersökningarna intervjuades en stor del av de medverkande i detta projekt i en studie som var delvis utformad för att utvärdera hur samförvaltning eventuellt kan bidra till att nå ett hållbart fiske i Vättern (van Mastrigt, 2013). Studien visade att de flesta fiskarna var nöjda med att samarbeta med forskare och att huvudorsaken för att medverka i samverkansprojekt var möjligheten att långsiktigt förbättra fisket. I andra hand kom ett genuint intresse att lära sig mer om Vätterns ekologi och dess resurser.

Framtida utmaningar

Det kanske största bakslaget under projektets gång var Livsmedelverkets larm om att nivåerna för dioxiner och dioxinlika PCB:er i enstaka prover av sik överskred EU:s gränsvärden för mänsklig konsumtion. Sverige, Finland och Lettland har i EU-kommissionen fått igenom ett undantag så att fiskare får sälja specifika arter som har halter av dioxiner och dioxinlika PCB:er som överskrider EU:s gränsvärden. Siken omfattas inte av detta undantag, helt enkelt av den anledningen att inga provtagningar gjorts på sik tidigare och man därför inte visste att sik kunde överskrida dessa gränsvärden vid tiden för förhandlingarna. Det innebär att det framtida sikfisket i Vättern är osäkert. Idag håller Svenska Insjöfiskarens Centralförbund (SIC) tillsammans med fiskare och IVL på att ta fram ett kontrollprogram för att övervaka halterna och på så vis kunna säkerställa områden och tider då siken har låga halter och därmed fortsättningsvis kunna sälja sik från Vättern. Övervakning av miljögifter i röding från Vättern har utförts sedan slutet av 60-talet då den är en långlivad toppredator med hög fetthalt. Nivåerna av dioxiner och dioxinlika PCB:er minskar årligen med cirka 4 % (Danielsson & Bignert 2009). Lika långa tidsserier finns inte för sik eller andra arter men det är högst troligt att trenden är detsamma för övriga arter i Vättern. Nivåerna av dioxinlika PCB:er är starkt korrelerade med åldern på fisken samt fettinnehållet i fisken (Castillana m. fl. opublicerat). För närvarande består sikbeståndet i Vättern av många extremt gamla individer med en medelålder i fångsterna på cirka 11 år. Om fisketrycket skulle öka, skulle medelåldern i beståndet sannolikt minska och man kan förvänta sig att dioxiner och dioxinlika PCB:er därför succesivt skulle minska och då inte överskrida gränsvärden för konsumtion annat än i undantagsfall. Ett ökat fångst-uttag skulle därmed kunna medföra snabbare tillväxt och lägre miljögiftshalter i sik.

Ett annat potentiellt hinder för att till fullo kunna använda sig av projektets resultat är att Samförvaltning Fiske inte har mandat att direkt reglera fisket i Vättern. Detta har identifierats som en av de stora besvikelserna hos delar av de deltagande intressenterna. Stöhr m. fl. (2014) belyste just detta i sin analys av processen som avgör framgången av Samförvaltningsgrupper. Dessutom har det framkommit synpunkter om att processen för att nå önskade mål varit alldeles för långsam. Att det var en kris i fisket med sviktande bestånd i början av 2000-talet var en viktig drivkraft till ökad förståelse och förtroende för forskare och myndigheter och bidrog till att man relativt snabbt kunde arbeta fram ett nytt regelverk. Acceptansen av det nya regelverket var högt eftersom alla strävade efter samma mål. Trots att Samförvaltning Fiske inte har ett direkt beslutande mandat, utan fyller en mer rådgivande funktion, har de hittills haft en relativt hög framgång med de råd de lägger fram. Nästan 70 % av de råd som hittills har tillsänts det forna Fiskeriverket och nuvarande Havs- och vattenmyndigheten har godtagits (Mastrigt, 2013; Linke m. fl. opublicerat).



Bild 6. Yrkesfiskaren Anders Carlén plockar fisk ur nät i januari strax söder om Visingsö. Foto: Michael Bergström.

Slutsatser och summering av rekommendationer

Resultaten av denna studie omfattar fyra års intensivt samarbete mellan fiskare, forskare och myndighetspersonal och vi hoppas att dessa erfarenheter kan vara av intresse för andra som arbetar med utveckling av småskaligt fiske. Resultaten från projektet visar att det är möjligt att via samarbete mellan fiskare och forskare lösa relevanta och viktiga problem. Det finns även goda exempel på mervärden som skapats genom att kombinera olika erfarenheter och kunskaper. Till exempel har fiskarna identifierat en ovanlig form

av sik (tidigare endast beskriven i Skandinavien på ett fåtal platser, se Sandström, opublicerat) och hjälpt till att lokalisera lekplatser för olika sikbestånd. Detta har varit värdefull information för forskningen och fiskövervakningen. Omvänt har forskare hjälpt fiskarna att ta itu med några av selektivetsproblemen i fisket. Genom att gemensamt testa nya innovativa idéer om fiskeredskap och analyser av insamlade material har man tillsammans förhoppningsvis bidragit till att göra fisket mer selektivt och därmed på lång sikt mer hållbart.

Syftet med projektet var att se om det var möjligt att öka selektiviteten och samtidigt göra fisket mer effektivt. Vi anser att resultaten tyder på att det är fullt möjligt att uppnå detta. Inom projektet har man även tagit fram rekommendationer som vi hoppas kan leda till en uppdatering av befintliga regleringar inom detta fiske. Man bör även ha i åtanke att detta projekt har pågått under en relativ lång tid då planeringen inleddes redan 2008. Det har varit väldigt fördelaktigt för projektet och förhoppningsvis även för samarbete i ett längre perspektiv.

Rekommendationer för fisket

Försöken har visat att det är möjligt för sikfisket i Vättern att uppnå högt ställda selektivets- och lönsamhetsmål. Rekommendationen till förvaltningen från de samlade erfarenheterna av de försök som utförts är:

- På lämpliga grunda områden rekommenderas fortsatta ansträngningar för att utveckla fisket med fasta redskap, dels för att dessa har mindre problem med störningar av signalkräfta och för att det är möjligt att återutsätta delar av fångsten utan att skada den samtidigt som vissa arter kan smita ut genom särskilt anpassade selektionsgaller och/eller flyktöppningar. Fasta redskap bör således ges en positiv särbehandling i samband med utfärdande av redskapsdispenser och även i mån av möjlighet stöttas ekonomiskt genom de stöd som finns för att utveckla ett långsiktigt hållbart fiske.
- Nätfiske inriktat mot sik bör i första hand bedrivas med en maskstorlek av 43 mm och en trådtjocklek av minst 0,17 mm. På områden där det är höga bifångstnivåer bör högre maskstorlekar övervägas för att minimera bifångst. Med tanke på sikbeståndets långsamma tillväxt och dominans av småväxta individer bör man överväga att i det fåtal områden där man under lång tid kunnat uppvisa kontinuerligt låga bifångster att tillåta ännu lägre maskstorlek, ned mot 40 mm i stolpe för de fiskare som önskar använda lägre maskstorlek för att på så sätt mer effektivt kunna decimera det numera långsamväxande och småvuxna sikbeståndet i Vättern.
- Under den kalla årstiden var bifångsten av röding oberoende av djup och bifångsten av öring som högst på grundare områden och sikfångsten som bäst på djupare områden. Den del av regelverket (FIFS 2004:37) som anger att endast maskstorlek på 60 mm och större får användas på djup överstigande 30 meter bör således ses över och helst årstidsanpassas. För att gynna sikfisket och samtidigt minimera bifångster vore det bättre att under den kalla årstiden tillåta

mindre maskstorlekar på de djupa områden där bifångstnivån visat sig vara låg antingen genom riktade dispenser till sikfiske i sådana områden eller genom att denna del av regelverket ses över och justeras.

- I områden där sikfångsterna är låga, bifångsterna av röding, öring och lake är höga, där det finns särskilt skyddsvärda sikbestånd och på nya områden som inte undersökts i detta projekt och det därför saknas kunskap om bör man vara mer restriktiv vid utfärdande av dispenser. Dessutom bör kraven på rapportering från fiskarena och stickprovskontroller vara högre i sådana områden. Däremot kan man vara mer givmild med dispenser i de välstuderade områden där sikfångsterna varit höga samtidigt som bifångsterna av undermålig röding, öring och lake varit låga under en längre tid.
- Näthöjder på 10-12 fot gav minst bifångster. Vi rekommenderar därför att fiskare prioriterar denna näthöjd.
- Kortare tid mellan vittjningarna gav väsentligt högre fångster och större möjlighet att återutsätta bifångster levande. Med medvetenhet om att väderförutsättningarna ibland gör det svårt att vittja redskapen så ofta som man skulle önska och att det finns en avvägning mellan tidsåtgång och fångst så rekommenderas likväl att näten vittjas med tätare frekvens.
- Fisket efter sik var som bäst under senhöst-vinter. Dispenser för riktat sikfiske bör därför koncentreras till den årstiden.
- Det mesta fisket inom projektet har utförts sen höst och tidig vinter i samband med när sikens lek infaller. Det hade därför varit önskvärt att ha mer datainsamling under även andra delar av året såsom våren. Vissa fiskare har också uttryckt intresse för att fiska sik även under våren då de anser att siken ansamlas kring norsens lekplatser för att äta norsrommen. Det finns också under denna årstid ett mindre intresse att kombinera sikfisket med abborrfiske.

Rekommendationer för övervakning och forskning

- Försöken har visat att samverka mellan fiskare, regionala myndigheter och forskare kan ge goda resultat och att denna modell om möjligt bör förfinas och vidareutvecklas.
- Vi vill på basis av erfarenheterna från detta projekt rekommendera att fiskare fortsatt samlar in ytterligare information om sina fångster utöver den statistik över landningsvikter och ansträngning som de idag är skyldiga att föra in i sina månadsvisa fångstjournaler. Det är dock viktigt att fiskare ges inflytande av projektens inriktning och design och full insikt i hur resultaten kommer att användas. Det är också viktigt att de får skäligen ersättning för det merarbete som detta innebär eftersom det tar tid från fiskarens övriga arbete och därmed potentiellt kan påverka fiskeföretagens lönsamhet. Vi tror också att det i framtiden går att

kraftigt utveckla och delvis förenkla inrapporteringen av data från fisket i samband med att det växer fram digitala hjälpmedel där fångsten kan rapporteras i realtid redan i samband med vittningarna (se t ex GAP2:s erfarenheter av realtidsrapportering genom utbytet med Morro Bay i Kalifornien USA som beskrivs i Sandström, 2015).

- I en annan del av projektet undersöktes Vätterns sikarnas genetik och populationsstruktur (Sandström m fl. opublicerat). Resultaten verifierar till viss del äldre uppgifter och även fiskarens erfarenheter. Det tycks finnas åtminstone två distinkta bestånd av sik i Vättern (näbbsik och sandsik/djupsik). För att kunna få en bättre övervakning där man separerar de befintliga sikbestånden rekommenderar vi att detta delvis integreras med ett samarbete med fiskare och fiskarledd datainsamling. En del av fisket sker i samband med leken då bestånden är mer rumsligt separerade. Då finns möjlighet att få statistik som är mer beståndsspecifik utan att man behöver göra kostsamma genetiska undersökningar av den sik som fångas i de befintliga undersökningsprogrammen. Särskilt intressant vore att i samverkan med fiskare samla in mer detaljerad statistik om det unika bestånd av näbbsik som tycks leka på en enda plats i Vättern, i Kråksviken söder om Karlsborg.

Tack!

Stort tack till alla övriga medverkande i projektet GAP2, särskilt projektets huvudmän på CEFAS i Storbritannien med Steve Mackinson, Tracy Maxwell och Michael Clarke i spetsen och de två ansvariga för vårt arbetspaket Sasa Raicevich och Pablo Pita Ordunha. Vi vill framförallt varmt tacka alla fiskare som deltagit i projektet. Utan er hade detta aldrig gått att genomföra! Vi vill även ge ett extra stort tack till Michael Bergström för alla gånger du följt med fiskare i snö, regn och rusk. Projektet har fått värdefullt stöd av Sveriges Insjöfiskares Centralförbund (SIC). Magnus Andersson, Fredrik Engdahl, Malin Hällbom, Mikael Johansson och Daniel Rydberg hjälpte till med övrigt fältarbete. Mikael Lundin (SLU/Harmångers Maskin och Marin) bidrog med ovärderlig hjälp vid utplaceringen och monteringen av push-upfällorna. Anders Adill och Jan Andersson på kustlaboratoriet lät oss låna fällorna och bistod med värdefulla tips och hjälp. Rapporten förbättrades också efter granskning av Sven-Gunnar Lunneryd och Jens Persson. Stort tack också till alla medverkande i Samförvaltning Fiske för hjälp vid planering och övrigt stöd till projektet. Vi vill även tacka Vätternvårdsförbundet och Länsstyrelserna kring Vättern, särskilt Måns Lindell, Adam Johansson, Linda Griffiths, Beatrice Alenius och Anton Halldén för all hjälp under resans gång. Anders Asp bidrog med de fina kartorna. Projektet finansierades av EU:s sjunde ramprogram via ”Science in Society”. En del av projektet har också finansierats av Havs- och Vattenmyndigheten (HaV), vi vill särskilt tacka kontaktpersonerna Jens Persson och Fredrik Ljunghager på HaV.

Referenser

- Alenius, B. & Halldén A. 2012. Fritidsfisket i Vättern 2010 - Sammanställning av enkätsvar och fältobservationer. Vätternvårdsförbundets rapportserie 114. In Swedish. 90p. In Swedish. ("The recreational fisheries in Lake Vättern 2010 – summary of a questionnaire and a field study").
- Axenrot T., Asp, A., Ståhl J. & A. Sandström 2015. Hydroakustisk undersökning vintertid av djuplekande sik i Vättern. Vättern Fakta Nr 3 2015.
- Berkes, F., Mahon, R., McConney P., Pollnac, R. & R. Pomeroy 2001. Managing small-scale fisheries. Alternative directions and methods. International Development Research Centre Ottawa, Canada.
- Danielsson & Bignert, 2009. Miljögifter i röding från Vättern, 1965-2006. In: Miljögifter i fisk och kräftor (Ed. Måns Lindell). Vätternvårdsförbundet rapport 101. IN Swedish with english summary. ("Environmental toxins in Arctic charr from Lake Vättern 1965-2006").
- Dietz, T., Ostrom E. & Stern P. 2003. The Struggle to Govern the Commons. *Science* 302 (5652): 1907-1912.
- Ekman, S. 1916. Om Vätterns näbbsik. *Svensk Fiskeritidskrift* 25(4): 101-107. In Swedish ("On the beak whitefish of L. Vättern").
- Garavito-Bermúdez, D., Lundholm, C. and B. Crona. (2014). Systems thinking and resource management: Linking a conceptual framework on systems thinking with experiential knowledge. *Environmental Education Research*. <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2014.936307>.
- Hemmingsson, M., Fjälling, A. & S.-G. Lunneryd 2008. The pontoon trap: Description and function of a seal-safe trap-net. *Fisheries Research* 93:357–359.
- Huntington, H. P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications* 10: 1270-1274.
- Jacobsen, R.B., Wilson D.C.K. & Ramirez-Monsalve P. 2011. Empowerment and regulation – dilemmas in participatory fisheries science. *Fish and Fisheries* 13(3), 291–302.
- Jonsson, T., M. Setzer, J. G. Pope and A. Sandström. 2013. Addressing catch mechanisms in gillnets improves modelling of selectivity and estimates of mortality rates: a case study using survey data on an endangered stock of Arctic charr. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences*, 70(10): 1477-1487, doi: 10.1139/cjfas-2012-0472.
- Lundholm, C., and C. Stöhr. 2014. Stakeholder dialogues and shared understanding: the case of co-managing fisheries in Sweden. Special issue on Communication for and about Sustainability. *Sustainability* 6(7): 4525-4536. <http://dx.doi.org/10.3390/su6074525>.
- Lundin, M. 2014. Size Selection of Fish in the Trap Fisheries of the Baltic and Bothnian Seas. Doktorsavhandling, SLU, Umeå.
- Lunneryd, S-G., Fjälling, A. & H. Westerberg. 2003. A large-mesh salmon trap: a way of mitigating seal impact on a coastal fishery. *ICES J. Mar. Sci.*, 60 (6) (2003), pp. 1194–1199.
- Mackinson, S., Neville S., Raicevich, S. & L. Worsøe Clausen (eds) 2008. Good practice guide to participatory research between fisheries stakeholders and scientists. GAP project deliverable 1, 23 p.

- Mackinson S. mfl (eds). 2015. Participatory research in Fisheries Science, Good Practice Guide. Broschyr.
- Millar, R. B., and Fryer, R. J. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, trap, nets and hooks. *Rev. Fish Biol. Fish.* 9: 89-116. doi: 10.1023/A:1008838220001.
- Museth, J., Sandlund, O. T. & Borgström, R. 2007. Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation. In Jankun, M., P. Brzuzan, P. Hliwa, M. Luczynski (eds) *Biology and Management of Coregonid Fishes 2005*. *Archiv für Hydrobiologie. Advances in Limnology* 60: 343–350.
- Norrgård, J., Sandström, A. & Alenius B. 2015. Överlevnad hos återutsatt röding vid trollingfiske. Vätternvårdsförbundet Rapport nr 117. 20 pp. In Swedish with English summary. (“Survival of released Arctic charr in trolling fisheries”).
- Piriz, L. 2004. Hauling home the co-management of coastal fisheries: a study on institutional barriers to fishermen's involvement in the management of coastal fisheries on the West coast of Sweden. Göteborg University, Department of Environmental and Regional Studies of the Human Condition, Human Ecology Section, 2004 - 242 pages.
- Fiskeriverket, 2007. Regional och local samförvaltning av fiske.
- Sandlund, O., Hesthagen, T. & Brabrand, A. 2013. Coregonid introductions in Norway: well-intended and successful, but destructive. *Advances in Limnology*, (64), pp 345–362.
- Sandström, A., Norrgård, J., Dannewitz, J & E. Bergstrand 2009. Kan införandet av fiskefria områden vända trenden för fisket i Vättern? Vätternvårdsförbundet rapport nr 96, 96 s.
- Sandström, A. L. Edsman, E. Degerman, J. Hammar, H. Ragnarsson-Stabo. 2014. Fiskets fångster och trender för Vätterns kommersiella fiskarter. I: Årsskrift 2013. Rapport 117 från Vätternvårdsförbundet.
- Sandström, A., Jansson, E., Bergek, S., Axenrot, T. & Dannewitz J. opublicerat. Cryptic or not so cryptic after all – a collaboration between fishermen and scientists confirm divergence in polymorphic populations of lake whitefish.
- Sandström A. 2015. Task 1.3 Trans- and international exchanges. “The quest of the snufkins– a summary of the results of an exchange program aimed at learning best-practice to participatory approaches in fisheries.” EU Interim Report, 50 pp.
- Stöhr, C., C. Lundholm, B. Crona and I. Chabay 2014. Stakeholder participation and sustainable fisheries: an integrative framework for assessing adaptive comanagement processes. *Ecology and Society* 19 (3): 14. <http://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss3/art14/>
- Svärdson, G. 1957. The coregonid problem VI. The paleartic species. *Rep Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 38: 267-356.
- Tiseliuss, D. 1723. Uthförlig beskrifning öfver den stora Swea och Giötha Siön Wätter. Uppsala 1723. In Swedish (Extensive description of the great Swea and Giötha Lake Wätter).
- Van Mastrigt, A. 2013. Fishery co-management, a sustainable way to develop fisheries? Masters thesis at the University of Groningen, 63 pages.

- Vonlanthen, P., Bittner D., Hudson, A. G., Young, K. A., Müller R., Lundsgaard-Hansen, B., Roy, D., Di Piazza S., Largiader, C. R. & O. Seehausen. 2012. Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482: 357-362.
- Widegren, H. 1863. Bidrag till kännedom om Sveriges salmonider. Översigt af vtetenskaps-Akademien Förhandlingar (1863) 1-78. In Swedish (Contribution to the knowledge on Sweden's salmonids).
- Wood, 2006. Generalized additive models. An introduction with R. Boca Raton, FL: Chapman and Hall./CRC.
- Zuur A.F.; Ieno, E. N. & G. M. Smith 2007. Analysing ecological data. Springer Science, NY, USA, 672 pp.

Appendix 1. Statistiska analyser

Selektivitetsanalyser:

Vi använde en modifierad variant av den så kallades SELECT ansatsen som utvecklats för att beräkna fiskeredskaps selektivitet. Master selektionskurvorna uppskattades genom att testa hur väl fångstdata som beskriver selektiviteten från försöken kunde förklaras av fyra olika funktionsfördelningar: normal, log normal, asymmetrisk och bi-normal. Så kallad ”Model deviance” beräknades för varje använd funktionsfördelning och den med lägst ”model deviance” användes för att ta fram master selektionskurvan. Master selektionskurvan används i sin tur för att beräkna sannolikheten för undermålig fisk av olika arter att fångas i olika maskstorlekar genom att beräkna arean under kurvan för röding, öring och lake. De fångstdata som använts i utvecklingen av SELECT-modellen för röding, öring och lake har hämtats från nätprovfisken i Vättern och för sik har vi även använt data från försöken som gjorts tillsammans med fiskare.

Kartanalyser:

Vi valde att använda så kallad kriging, en av de mest använda geostatistiska analysmetoderna, för att skapa en kartinterpolation över fångsterna. Kriginganalysen gjordes med verktyget Geostatistical Wizard. Vi körde varianten ”Ordinary” med ”Prediction” som output layer. I de fåtal fall då flera fisketurer gjorts på exakt samma plats så användes medelvärdet för de fisketurerna. För att undvika risken att interpolationen utsträcks till områden där vi har dåliga underlag så har vi lagt en buffert på 4 km kring varje punkt där en fisketur genomförts. Det innebär att enbart områden som ligger inom 4 km från någon av våra fiskeplatser illustreras i de resulterande kartorna. Värdet 4 km användes på grund av att ”Partial Sill värdet” i analysen var 8 km (det maximala avståndet där två undersökta punkter möts blir då $4+4=8$ km). Vi testade två olika varianter av rumsligt urval i kriginganalysen (”four sectors with 45° offset” och four sectors”). Det var dock ytterst liten skillnad mellan dessa varianter (cirka 1 %). I de kartor som visas i denna rapport användes ”four sectors with 45° offset”. Kartprediktionerna utvärderades med en typ av regressionsmodell.

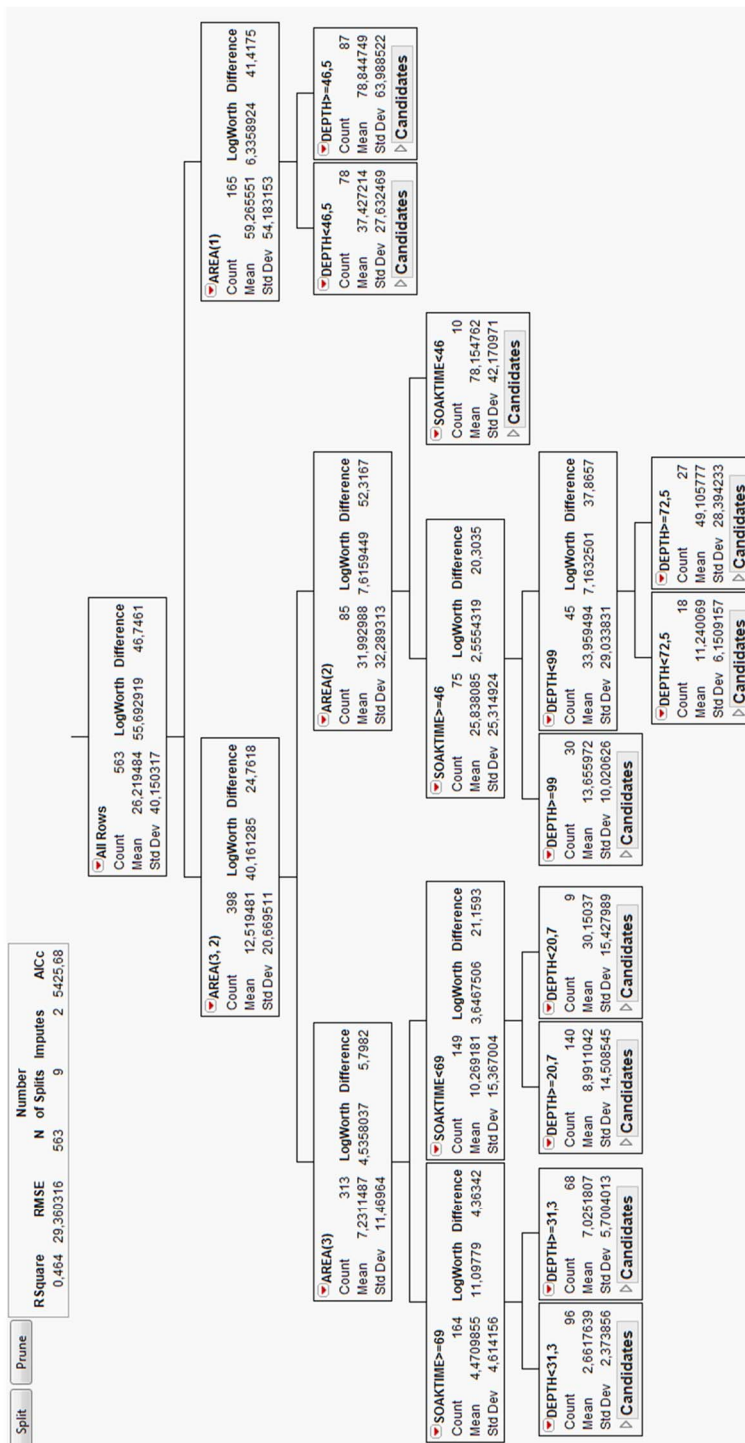
Analys av fångstdata

Vi gjorde först en så kallad hierarkisk partition analysis i programmet Jmp version 11.0. Genom denna metod försökte vi hitta grupper av data där fångsten av olika arter var likartad, framförallt för att jämföra fångsterna i olika delområden i sjön samt för att se vilka av de övriga förklaringsvariablerna (djup, maska, näthöjd mm) som var viktigast för uppdelning av data i olika grupper. Därefter utförde vi en analys med så kallade GAM:s (Generalized Additive Models). I dessa relaterade vi kvoter (se ovan), fångster och bifångster till omgivande förklaringsvariabler och deras särdrag. GAMs förklarar hur en enskild förklaringsvariabel påverkar responsvariabeln genom att man använder så kallade ”smoothing splines”. Ett antal olika responsvariabler testades: månad på året, maskstorlek, höjden på näten, fisketiden för näten och djupet på nätlägningsplatsen. Alla modeller anpassades till dessa variabler med område som ytterligare nominal faktor. Modellerna hade formen:

$$YI \sim I + as.factor(område) + s(månad) + s(maska) + s(näthöjd) + s(fisketid) + s(fiske-djup) + \varepsilon.$$

S är smoothing spline funktioner och ε är en error term.

GAM kan beskrivas som en semi-parametrisk utvidgning av GLM (Generalized Linear Models) och de är användbara för att anpassa data till icke-linjära förhållanden i situationer där man inte har tidigare kännedom om responsvariabelns fördelning (Wood, 2006). Till GAMs användes data med log link funktion och error var binormalt fördelade. För att undvika att man övervärderar modellens passning till data satte vi en gräns för antal frihetsgrader på $df=3$. Modellen kördes med paketet "mgcv" i R(3.1.1) kopplat till Brodgars interface version 3.7.4 (Zuur m. fl. 2010). Aikake's Information Criterion (AIC) användes i en stegvis procedur för att göra urval av olika modellresultat och för att jämföra deras utfall.



Appendix figur 1. Exempel på resultat från hierarkisk partition analys. Data delas upp i grupper där man maximal skillnaden mellan grupperna och likheten inom gruppen. I exemplet visas en analys av fångsten per ansträngning av sik i försöken. I detta fall är antalet uppdelningar nio stycken. Den första uppdelningen är på område vilket kan tolkas som att detta är den viktigaste faktorn för fångsten av sik. Ju fler uppdelningar desto mer av variationen i data förklaras upp till en viss punkt då fler uppdelningar inte bidrar längre. Vi har valt att hålla nere antalet uppdelningar för att vi hellre ville ha ett fåtal relevanta uppdelningar än väldigt många då dessa blir svårare att tolka.

