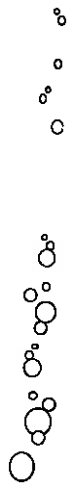




Lek- och yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken

Richard Hudd, Johan Ahlqvist, Henrik Jensen, Lauri
Urho & Andreas Blom



Vattenbruksinstitutionen
Rapport 53
Umeå 2006

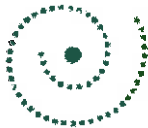


Projekt Kvarkeharr har fått stöd av



Europeiska unionen
Euroopan unioni

INTERREG KVARKEN-MITTSKANDIA



Västra Finlands Miljöcentral



**Länsstyrelsen
Västerbotten**

Lek- och yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken

Richard Hudd¹, Johan Ahlqvist¹, Henrik Jensen², Lauri Urho¹ & Andreas Blom¹

¹Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

²Vattenbruksinstitutionen, SLU, 901 83 Umeå.

© SLU

Vattenbruksinstitutionen

901 83 Umeå

Tel. 090 - 786 84 83

Fax. 090 - 12 37 29

E-post. vabr@slu.se

Hemsida. <http://www.vabr.slu.se/>

Rapport nr 53, 2006.

ISSN 1101-6620

ISRN SLU-VBI-R-53-SE

Innehållsförteckning	sida
1. MATERIAL OCH METODER.....	5
1.1. Lekplatser	5
1.1.1. Bakgrund och allmänt om fältarbetenas upplägg.....	5
1.1.2. Intervjuer och positionering av angivna lekplatser i Holmö/Holmögadd-arkipelagen och i Valsörarna.....	7
1.1.3. Dykinventeringar och videofilmning på angivna lekplatser i Holmö/Holmögadd-arkipelagen.....	7
1.1.4. Provfiske under lektiden i närheten och på angivna lekplatser.....	8
1.2. Studier av yngelproduktionsområden.....	9
1.2.1. Bakgrund och allmänt om fältarbetenas upplägg.....	9
1.2.2. Tidpunkt för insamling och temperaturutvecklingen under.....	11
1.2.3. Spatial spridning av provtagningen.....	14
1.2.4. Observations- och insamlingsmetoder, återkontroller och vidlådande dokumentation.....	15
1.2.4.1. Allmänt och vidlådande dokumentation.....	15
1.2.4.2. Yngelnotningar.....	16
1.2.4.3. Videoobservationer.....	17
1.2.4.4. Håvprovtagning i pelagialen.....	22
1.2.4.5. Observationer.....	23
1.2.4.6. Extra kontroll av en del områden och snorkling 2003 på Tavastögern.....	24
1.2.4.7. Sammanfattning av de olika metoderna enligt angivet habitat.....	25
1.2.4.8. Bestämning till art, ynglens utvecklingsstadium och konservering.....	26
1.2.5. Analyser, test samt GIS/GIPS-stödda analyser och klassificering...	27
1.2.5.1. Geografiska bildbehandlingssystem (GIPS) och geografiska informationssystem (GIS). Allmänt.....	27
1.2.5.2. Beräkning av stryklängd (fetch).....	27
1.2.5.2.1. Filter för justering av problem som uppkommer med digitalt material med olika upplösning.....	28
1.2.5.3. Indelning av observationerna till strandtyp.....	30
1.2.5.4. Deskriptiva analyser, modellering och GIS/GIPS-modell för potentiella yngelproduktionsområden för havsharr i tidiga stadier.....	30
2. RESULTAT.....	32
2.1. Observationer av harr yngel, allmänt.....	32
2.2. Statistisk förklaringsmodell.....	36
2.3. Närheten till angivna lekplatser.....	38
2.4. Harrbäalor.....	39
2.5. GIS-modell av harr yngelproduktionsområdena i norra Kvarken.....	40
2.5.1. Valsörarna-Malskärsarkipelagen.....	40
2.5.2. Kvarken.....	41
2.6. Bifångster och observationer av årsyngel av snarlika arter ss. siklöja och havssik.....	41

3. DISKUSSION.....	42
3.1. De första observationerna av nykläckta harr yngel i havet.....	42
3.2. Harryngelbiotoperna.....	43
3.3. GIS-modell på potentiella yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken.....	44
3.3.1. De potentiella yngelproduktionsområdena.....	44
3.4. Provtagningar och insamlingsmetodik.....	46
3.5. Harrbäälor.....	47
4. KÄLLOR.....	48
4.1. Litteratur.....	48
4.2. Filmer och DVD-presentationer.....	50
4.3. Muntliga källor.....	50
4.4. Hemsidor.....	50
4.5. Databaser och positioneringsservice.....	50
4.6. Opublicerade intervjumaterial, som insamlats till andra utredningar.....	51
4.7. Program.....	51
5. TILLKÄNNAGIVANDE.....	51
6. TACK.....	51
7. BILAGA 1a-d, översiktstbilder över potentiella harr yngelproduktionsområden i Kvarken.....	53
BILAGA 2, Karta över i texten förekommande ortnamn.....	57

SAMMANFATTNING

I de nordliga delarna av Östersjön har det tidigare funnits gott om harr, men endast spekulationer om att harr också har förökats i havsmiljön. Under perioden 2003 till 2005 har många metoder använts för att leta harr yngel i Kvarken. Harryngel påträffades i Kvarkens ytterskärgård på grunda och exponerade stenstränder. Den enda inventeringsmetod som resulterade i fynd av harr yngel var direktobservation på grunt vatten vid det här habitatet. På stenstränder var exponeringsgraden (vågornas stryklängd) samt djupet av signifikant betydelse för förekomsten av harr yngel. Stryklängden skulle vara mer än ca 10 m och vattendjupet inte mer än ca 40 cm. Det fanns också ett samband mellan sannolikheten att observera harr yngel och avståndet till angivna lekplatser. Kvarken är det enda havsområdet i världen där man har konstaterat att harr förökar sig och detta är första gången ynglen och deras förekomsthabitat beskrivits. Projektet är en del av Kvarken-Mittskandia Interreg III A projektet Kvarkenharr (Interreg IKM3.4-23-02).

1. MATERIAL OCH METODER

1.1. Lekplatser

1.1.1. Bakgrund och allmänt om fältarbetenas upplägg

Harrens val av lekhabitat i rinnande vatten är väldokumenterat (ex. Gönzi 1989, Nykänen 2004). Leken i rinnande vatten har också filmats (Sjödin et al. 1997) och har beskrivits utgående från akvarieförsök (Fabricius & Gustafson 1955). Också den i insjövatten lekande harrens lekhabitat finns beskrivet ex. från Saimen (Sundell et al. 2001). Från havsområdet har Enholm (1937) översiktligt beskrivit en del lekplatser i Kvarken (tabell 1). Enligt Hurme (1966) sker leken i Kvarken i sund med stark ström, på stenbottnar och grynnor. Botten är ren stenbotten eller grus och vegetationslös. Material om lekområden utan närmare habitatbeskrivningar finns från ett flertal intervjuundersökningar på den finska sidan av Kvarken (VFFI opubl.). Lekområden har också dokumenterats i en del av kommunernas naturinventeringar (ex. Granlund 1979). Traditionellt finns uppgifter om lek och lekfiske på flera lokaler i Bottniska viken (ex. Sven Lundberg muntlig, Erik Åvik muntlig, Anton Björkman muntlig, Are Söderblom muntlig, Helmer Westergård muntlig, Harri Österqvist muntlig).

De flesta litteraturuppgifterna, över val av lekplats och lektidpunkt är ganska samstämmiga (tabell 1) och följande gemensamma drag nämns:

- Leken sker tidigt på våren, strax efter islossningen.
- Lektemperaturen är mellan c. 4 och 10 ° C.
- Leken sker grunt, i rinnande vatten ofta så grunt att ryggen och ryggen sticker upp över ytan.
- Leken sker på sand/grus/småstens botten.
- Leken sker på vegetationsfri botten.

Enligt intervjuuppgifter från Kvarken (Henry Lundberg muntlig) sker leken i kvarken ofta så grunt att man under lekfiske kunde vada ut näten iklädd vadarstövlar. Enligt många uppgiftslämnare sker leken i anslutning till starkt strömma sund (ex. Lars-Ove Eriksson muntlig). I lekfiske för romtäckt har allt fiske skett i nära anslutning till strömdrag (Helmer Westergård muntlig, Torsten Brändström muntlig).

Uppgifterna om huruvida harren gräver lekropar varierar från att den inte alls gräver gropar och att rommen faller ner mellan stenar och grus till att den gräver ner rommen i bottenstratum. Grävbeteende tycks vara mer framträdande i älvlekande bestånd (Fabricius & Gustafson 1955, Nykänen & Huusko 1999, Nykänen 2004). T.ex. Gönzi (1989) hittade romkorn ända ner till 7 cm i bottenstratum. Observation från sjölekande harr stöder inte detta (Sundell muntlig). I naturen filmade lekande harrar grävde inte (Sjödén et al. 1997).

Tabell 1. Exempel från Sverige och Finland på havs-, älv- och sjölekande harrens lekhabitat och -tidpunkt.

	Gönzi (1989)	Nykänen & Huusko (2002)	Sundell et al.(2001)	Enholm (1937)
Lokal	älv	älv	sjö	hav
Lekbörjan	3.9° C		efter islossningen i början av maj, i medeltal 9-10. maj	>5°C
Lektemp. intervall	3 -10 ° C		5 - 7° C	
Lektopp	5 ° C		islossningen förklarar 65% av lektoppen	
Lekdjup	0.2 - 0.65 m	<0.4 m undviks	mycket grunt (bedömt från bild 2 och 3)	0,5 - 1 m
Lekdjup medeltal / optimum	medeltal:0.43 - 0.33 m	optimum: 0.5-0.6 m		
Lekström-hastighet	0.23 - 0.9 m/s	optimum: 0.5 -0.6 m/s		strömt
Medellekström-hastighet	0.39 -0.62 m/s			
Lektidpunkt på dygnet	kl. 12 -15 när temperaturen steg med 2°			kl 22-03
Leksubstrat	5-15 % sand, 40-70 % <2cm, 20-30 % 2-10 cm en del över 10 cm	3% 0,07-2 mm 14 %2-8mm 44 % 8-16 2 % 64-128 optimum: 16-32. Utan vegetation.	småsten från c. 5 cm till flera tiotal cm. stora stenar med grus emellan. Fåtaligt stora stenar. Ren botten utan vegetation (bild 3)	sten och grus, vegetationsfri
Exponering			stor exponeringsgrad	långsträckt sund

Lekplatsen väljs enligt ett flertal samstämmiga uppgifter där strömhastigheten är över 40 cm/sek (Nykänen & Huusko 1999). Enligt Sundell et al.(2001) leker harren i Saimen på exponerade stränder där vågexponeringen håller vattnet i rörelse och där temperaturen därför inte stiger till skadliga nivåer. Enligt

Enholm (1937) sker leken i Vasa skärgård inne i skärgården men i strömma grunda sund.

Samstämmiga uppgifter från litteraturen, i främsta rummet nordisk litteratur, opublicerade intervju-material (VFFI opubl 1 & 2) och ny information från lokala sagesmän användes som grund för val av provfiskeplatser och placering av dykningar för att fastställa lekplatser. Eftersom den allmänna uppfattningen var att harrbeståndet i Holmöarkipelagen och speciellt i kring Holmögadd ännu var starkt planerades att arbetena skulle inledas där. Sannolikheten för lekande fisk, tydliga lekplatser och rom skulle på så vis säkerställas och generaliseringen för hela Kvarken skulle kunna byggas på större och tillförlitligt indata. Arbetena skulle följande år förläggas till den finska sidan till Valsöarskipelagen, där det ännu antas finnas rester av ett havsharrbestånd.

1.1.2. Intervjuer och positionering av angivna lekplatser i Holmö/Holmögadd-arkipelagen och i Valsörarna

För att kartlägga harrlekplatserna kring Holmön och Holmögadd intervjuades fiskeintressenter i området. De flesta uppgifterna inhämtades av Torsten Brändström och Lasse Aarnipuro. De tillfrågade ombads peka ut kända lekplatser i Holmö/Holmögaddarkipelagen med en noggrannhet på 5m. Koordinaterna för de utpekade lekområdenas "centrum" mättes med hand GPS ($\pm 15m$).

Vid Valsörarna samlades information om lekplatserna första gången in i samband med uppföljningen av M/S Eiras oljeutsläpp (VFFI opubl.). Uppgifterna finns inritade på områdets sjökort med en noggrannhet på c. 10m. År 1984 var avsikten att starta en uppföljning av oljeolyckans effekter på den redan då hotade havsharren. Provfisken på lekplatserna misslyckades på 1980-talet. Senare kompletterades lekplatsinformationen med intervjuer med ex. Harri Österqvist och Helmer Westergård. Westergårds lokalkännedom användes bl.a. när de senaste romtagningarna gjordes på 1980-talets slut. Då lyckades fisket på lekplatserna och ett antal harrar fångades (Nousiainen muntl.). Ett moderfiskbestånd skulle enligt planerna då etableras i Österbottens fiskarförbunds regi.

1.1.3. Dykinventeringar och videofilmning på angivna lekplatser i Holmö/Holmögadd-arkipelagen

För att befästa intervjuuppgifterna om lekplatserna och för att få mer detaljerad information om deras egenskaper gjordes dykningar på angivna lekområden i Holmö/Holmögaddarkipelagen. Också då det gäller dykningen utgick man från att harrbeståndet i Holmöarkipelagen skulle vara starkt och att resultaten jämte tolkningar skulle kunna baseras på tillräckliga data.

Dykningarnas startpunkt positionerades med hand GPS ($\pm 15m$) och dyksträcken överfördes till sjökort (figur A1). Dykningarna gjordes 27.-29.5.2003 då leken enligt tiden för islossning och temperaturförhållandena antogs ha skett och ynglen ännu inte hade kläckts. Alla dykningarna gjordes dagtid mellan kl. 10 och 16. Under hela dykningen videofilmades botten. Dykningar jämte vidlådande dokumentation utfördes enligt vedertagen praxis tillämpad på Västra Finlands Miljöcentral.



Figur 1. Dykningsplatser i Holmö- och Holmögaddarkipelagen våren 2003.

1.1.4. Provfiske under lektiden i närheten och på angivna lekplatser

För att befästa uppgifterna om lekplatserna och deras egenskaper utfördes också provfiske på angivna lekområden såväl i Holmö/Holmögaddarkipelagen som i Valsörarna. Fisket inleddes efter islossning (före leken) och fortgick under förmodad lek från 4 °C till 10 °C mätt i ytan. Platserna positionerades med GPS ($\pm 15\text{m}$). Vattendjupet 0,5 till 0,8 utgjordes av ett antaget lekområde. Allt fiske på ett område bedrevs inom en radie på 100 m från den förväntade lekplatsen. Fiskedagarna på respektive plats bokfördes liksom fångsten per vittjningstillfälle. Fiskeområdena där fisket utfördes utmärktes med 50 m noggrannhet men för att skyddas bevaras de enbart i arkiv eller används förtäckt i analyser. I fångstdagboken angavs också all annan fiskfångst som antal och kg per art, nät, djup och område. Samma fångstdagbok användes i fisket på båda sidor av Kvarken.

För att fastställa adekvat starttidpunkt för fisket följde de som anlitas för provfisket med vattentemperaturen i fiskeområdet redan före fisket. Vattentemperaturen antecknas också vid varje vittjning och skilt för varje plats. Provfiskena jämte bakgrundsdata på de angivna lekplatserna såväl i Holmö/Holmögaddarkipelagen som i Valsörarna rapporteras skilt.

Tabell 2. Upplägg för nätfisket på anvisade lekplatser.

Vatten- djup (m)	Antal nät per plats	Nätens höjd (m)	Antal platser	Fiskedygn per plats	Utsättning/ Vittjning
0,5-0,8	2	1-1,8	3	15	kl. 22-06
1,5-3	4	3	3	15	kl. 22-06
4-10	10	3	3	15	kl. 22-06

1.2. Studier av yngelproduktionsområden

1.2.1. Bakgrund och allmänt om fältarbetenas upplägg

Studierna av yngelproduktionsområdena koncentrerades till de tidigaste utvecklingsstadierna av yngel eftersom:

- det är sannolikt att observerade småyngel (larver) härstammar från observationsområdet
- förekomsten, beteendet, och överlevnaden styrs då av förhållanden inom observationsområdet
- vid en eventuell restaurering av habitat eller förstärkning av bestånd kan lämpliga habitat och tidpunkter genast väljas
- eftersom ingen känner till präglingsstiden för förmodat homingbeteende är risken liten för att präglingsfasen för ynglet passerar
- det är mer kostnadseffektivt att producera, transportera och plantera ut stora mängder yngel i tidiga stadier
- uppföljning av överlevnad och beteende av stora mängder utsatta små yngel kan genast påbörjas och uppföljningen kan göras med åtgärder som genast kan tillämpas
- återetableringar kan göras med infångade yngel som sedan kan planteras på riktiga habitat

Följande samma allmänna upplägg och argument som i lekplats- och romförekomststudierna ansågs Holmöarkipelagen och framför allt Holmögadd vara det lämpligaste området att inleda fältarbetena på. På grund av militära skyddsbestämmelser kunde uttryckligen yngelstudierna inte inledas där. Insamling och observationer gjordes därför spritt i Holmöarkipelagen, i olika områden vid Rovågern, Tavastögern och på Lövö udde år 2003. Lokalerna ansågs vara potentiella yngelproduktionsområden eftersom sommargamla harrnyngel ofta observerats där (ex. U. Carlsson muntl.).

I steg två var avsikten att utöka och verifiera resultaten från västra sidan Kvarken på östra sidan. Framför allt Valsörarna ansågs angeläget eftersom arkipelagen ännu på 2000-talet hyst harr. År 2004 erhöles begränsat tillstånd till fältarbeten på Holmögadd och fältarbetena gjordes därför såväl i Valsörarna som på

Holmögadd. År 2005 erhöills tillstånd och fältarbetena kunde då göras på vissa tidpunkter i önskad omfattning i Holmögaddarkipelagen.

Eftersom det inte fanns litteraturuppgifter eller tidigare observationer att tillgå angående tidiga yngel från havsmiljö anpassades provtagning och observationer till uppgifter, som var någorlunda samstämmiga i litteraturen. Information om den i Saimen sjölekande harrens yngelbiologi införskaffades dessutom genom konsultering med Pekka Sundell, som arbetat med sjölekande harrars yngelstadier i många år (ex. Sundell et al. 2001). Samstämmiga uppgifter från litteratur, konsultering och film:

- de allra första dagarna efter kläckningen gör ynglen bara få simturer
- en del av dessa simturer når ytan
- de minsta aktivt simmande ynglen uppehåller sig på grunt vatten invid stranden
- de minst utvecklade frisimmande ynglen simmar i det fria vattnet eller vid ytan
- yngel håller sig i bukter och i någorlunda skyddade områden på exponerade stränder (i sjöar) eller i strömdrag (i rinnande vatten)
- ynglen bildar stim. I sjöar kan stimmen vara stora.

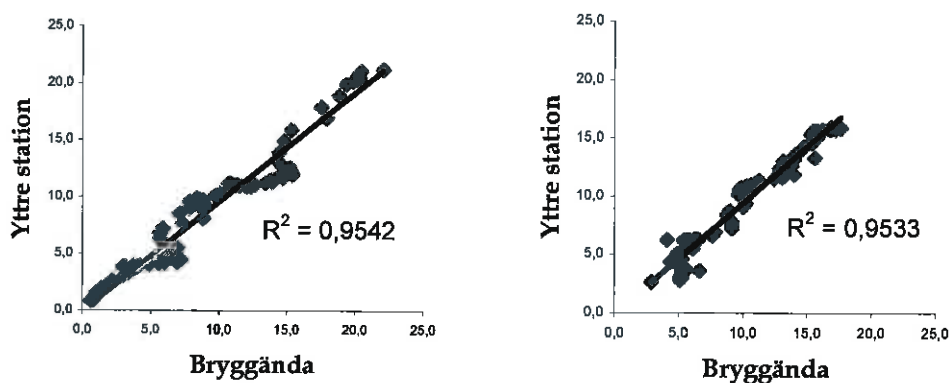
Tabell 3. Litteraturuppgifter om harr ynglets tidiga utvecklingsstadier och beteende, som påverkar projektets fältarbeten. DD=day degrees. **uppskattning av DD efter kläckning.

	Penaz (1975)	Bardonnet & Gaudin (1990)	Jääskeläinen (1940)
materialets ursprung	laboratorium	älv	odling?
kläckning	start vid 10°C: 14 dagar (136,4 DD), 50% vid 16 dagar (165,2 DD) slut vid 21 dagar (209,2 DD), vid 8,2-14,6° 131,5 DD	110-170 DD vid 13°	max. 200 DD
storlek vid kläckning	12,4 mm		11,5 - 13,5 mm
aktivitet	mestadels stilla men simmar opp emellanåt, fotofobi (?) 15 mm = 8 dagar efter kläckning externt födointag (8*10 ~ 100 DD**)		3-5 dagar mestadels stilla sedan stötvis längs botten varefter i de övre vattenlagren
gulesäcken förbrukad			efter 5-9 dagar
"emergence" uppkrypning "swim up"		270 -330 dygnsgrader på morgonen topp 3 timmar efter soluppgång	
rörelser		nedströms efter emergence	
stimbildning	i fas 1, 14,9 - 18 mm , fotofobin upphör		

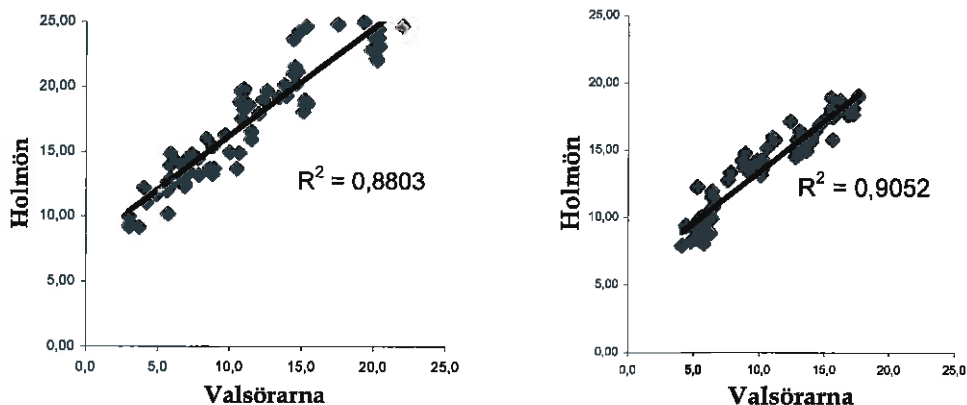
1.2.2. Tidpunkt för insamling och temperaturutvecklingen under provtagningsperioden

Vi eftersträvade att provtagningarna och observationerna skulle inledas c. 100-150 dygnsgrader (DD) efter att vattentemperaturen uppnått 5°C då leken antogs ha skett (tabell 1) och larverna antogs kunna vara fångstbara (tabell 3). För att bedöma starttidpunkt för fältarbetena insamlades temperaturuppgifter per telefon från finska sjöbevakningens personal, från de fiskare (Jarl Kaarto muntl.) som deltog i provfisket på lekplatserna och från Havsforskningsinstitutets hemsida.

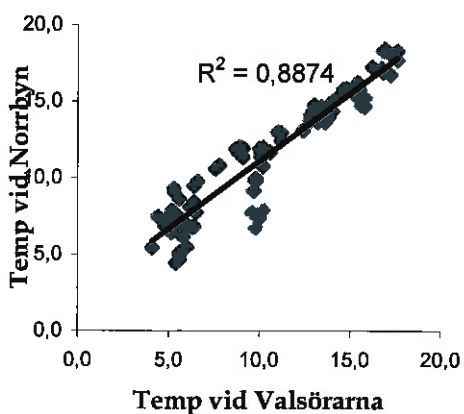
För studier av temperaturutvecklingen användes mätningar vid Valsörarnas officiella provtagningspunkt 63°23'N, 21°05'E (Havsforskningsinstitutet), vid sjöbevakningens brygga (Havsforskningsinstitutet), vid Norrbyn (Umeå Marina Forskningscentrum) och på Holmön (Fiskeriverket Kustlaboratoriet). För 2003 och 2004 finns uppgifter från både bryggändan och den officiella stationen och temperaturerna vid bryggändan kunde kontrolleras. Mätningarna korrelerade tydligt och förklaringsgraden var hög (figur 2). Vidare jämfördes temperaturutvecklingen för överlappande tider vid bryggändan på Valsörarna med temperaturen vid Holmön (figur 3). Vattentemperaturen vid Valsörarna jämfördes också med temperaturmätningar gjorda vid Norrbyn år 2004 (figur 4). Variationen var något större när havsvattentemperaturen vid Valsörarnas bryggända jämförs med temperaturen vid Holmön eller Norrbyn, än vid jämförelse av temperaturen vid de två mätplatserna på Valsörarna.



Figur 2. Jämförelse av vattentemperaturerna vid två mätplatser vid Valsörarna under tiden 2.5.-31.7.2003 till vänster och 1.5.-31.7.2004 till höger. (Havsforskningsinstitutet opubl.)

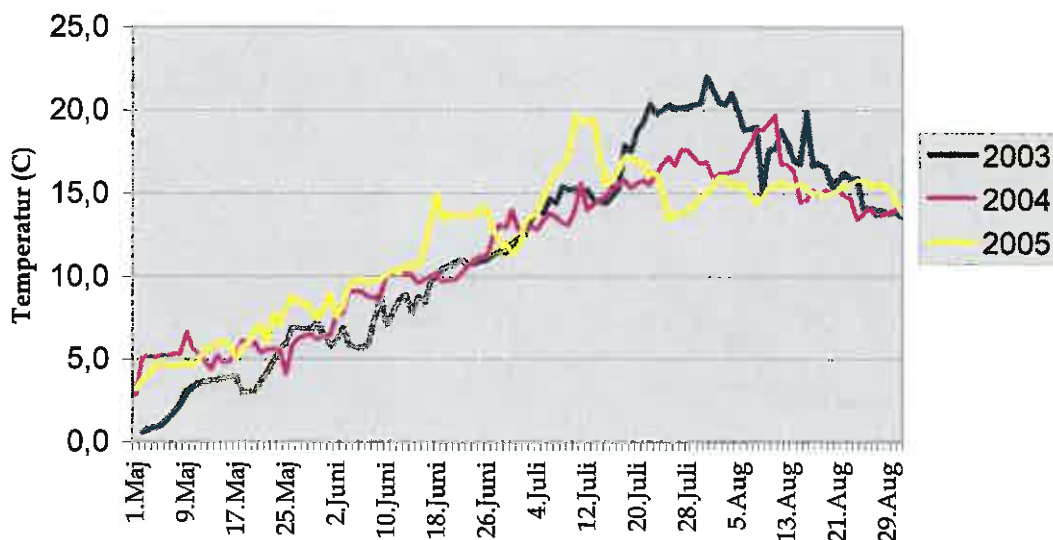


Figur 3. Jämförelse av vattentemperaturerna vid Valsörarna och Holmön under tiden 17.5.-31.7. 2003 till vänster och 8.5.-31.7.2004 till höger.



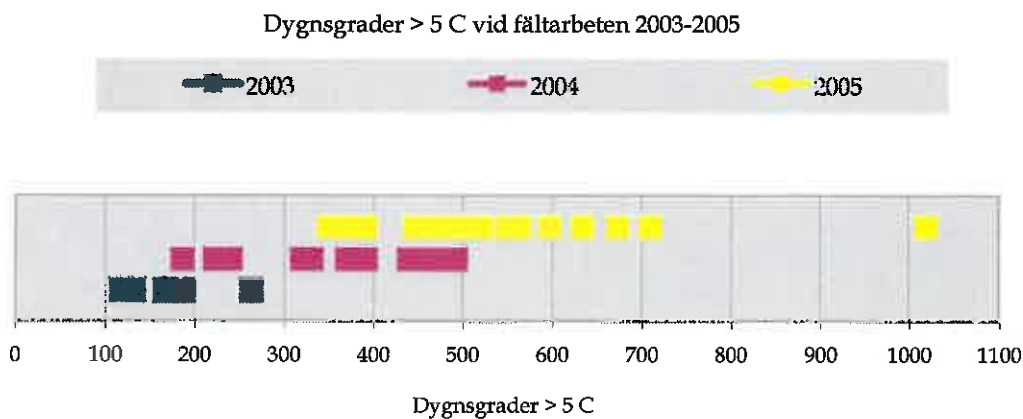
Figur 4. Jämförelse av vattentemperaturen vid Valsörarna och vid Norrbyn under maj-juli år 2004.

Eftersom temperaturmätningarna vid bryggan på Valsörarna är de mest kompletta och temperaturutvecklingen korrelerade tydligt med vattentemperaturen vid de andra stationerna användes denna temperaturserie. Under år 2005 var vattentemperaturen vid Valsörarna under försommaren något högre än vid samma tid på året 2004 och 2005 (figur 5).



Figur 5. Vattentemperaturen vid Valsörarna under tiden Maj - Augusti år 2003 - 2005 plottade mot datum (Havsforskningsinstitutet).

För att kunna jämföra hur insamlingsperioderna förhöll sig till en "biologisk kalender", som är av betydelse för fiskynglen och hur provtagningarna de olika åren förhöll sig till varandra uttrycktes tiden i dygnsgrader. Med dygnsgrader (DD=day degree) avses vattnets dygnsmedeltemperatur multiplicerat med antalet dagar. Mätningarna vid Valsörarnas brygga ansågs som dygnsmedeltemperatur oberoende när på dygnet de mätts. De dagar, från vilka mätningar saknades, uppskattades temperaturen genom att, linjärt fylla i värdet mellan angränsande dagar. Dygnsgraderna beräknades som om leken skett vid 3° eller 5°C. I relation till utveckling i antalet dygnsgrader, inföll våra sökningar efter yngel olika under de olika åren. I figur 6 jämförs utfallet i dygnsgrader om man antar att leken skulle ha startat vid 5° C. År 2003 avbröts ju arbetena pga. landstigningsförbudet på Holmögdadd.



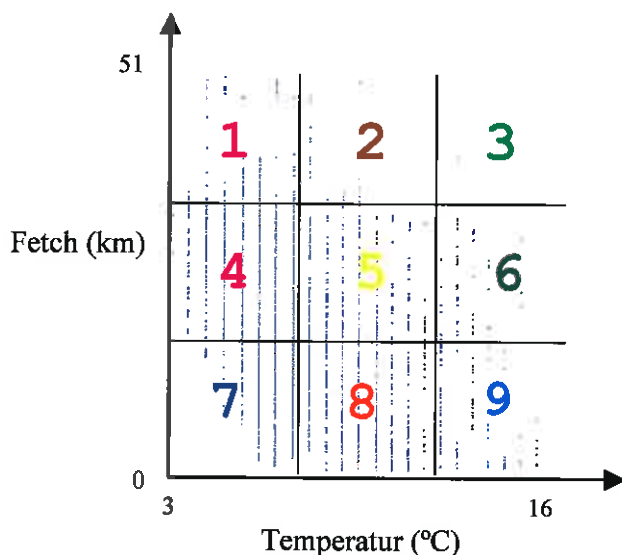
Figur 6. Fältarbetena år 2003-2005 plottade mot dygnsgrader beräknat om leken börjat över 5° C.

1.2.3. Spatial spridning av provtagningen

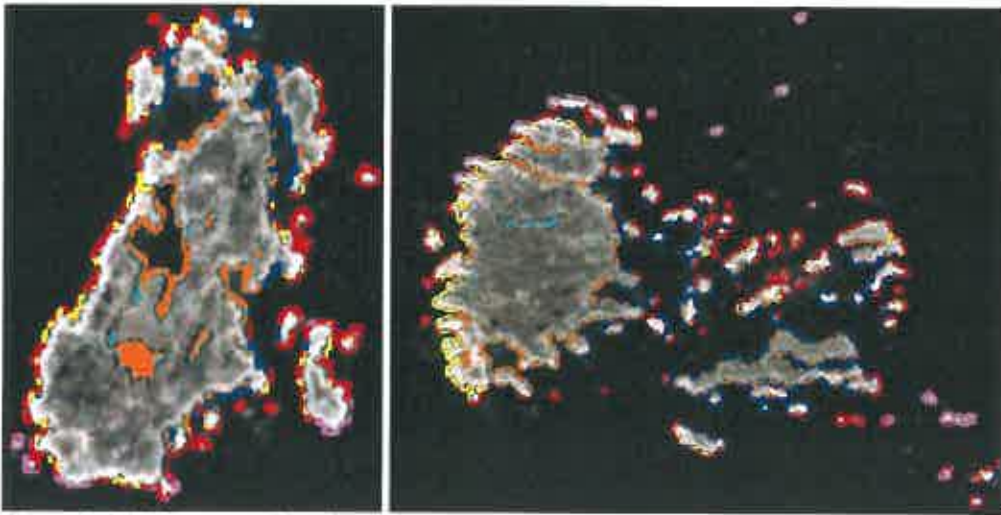
Åren 2003 och 2004 placerades provtagningarna och observationerna efter yngel på så många olika biotoper och habitat som erfarenhetsmässigt kunde särskiljas, dock i viss mån påverkade av närheten till angivna förmodade lekplatser. Det har också framförts att harren eventuellt kunde fortplanta sig i små tillrinnande vattendrag (Eriksson muntl.). För att kontrollera detta gjordes insamlingar också i en del småbäckar och i en del flador.

För att provtagningarna skulle vara spridda så mycket som möjligt i förhållande till oberoende mätbara faktorer förnyades upplägget för insamlingarna sommaren 2005 med GIS-stöd. Vid stratifieringen antog vi att värmefördelningen och exponeringsgraden kan påverka ynglens val av uppehållsort och överlevnad. I sig påverkar båda faktorerna syreförhållandena och vattentemperaturen, som anses viktiga för harrunglets överlevnad (ex. Sundell 2002). Exponeringsgraden via vågexponeringen kan ju också bjuda strömlika habitat med stort vattenutbyte.

Från ett kombinerat fetch/temperatur GIS-skikt gjordes ett skattergram över pixelvärdena. Skattergrammet delades i 9 lika stora delar (figur 7) oberoende av pixelvärdesförekomst. De nio områdestyperna gjordes till strata för insamlingen. Med GIS ritades de i fråga om fetch och temperatur likvärdiga strandområdena i Holmögadd- och Valsörsarkipelagerna (figur 8).



Figur 7. Skattergram över pixelvärdena i ett temperatur och fetchkombinerat GIS-skikt över Holmö/Holmögadd-arkipelagen. De nio rutfältenas färger motsvarar de olika områdestyperna, som inritats i strandzonen på Holmögadd- och Valsörsarkipelagerna i figur 8. De nio rutfälten är oberoende av pixelvärdesfrekvensen. De olika färgerna på punkterna i skattergrammet belyser antalet pixelvärden. Ju varmare färg desto fler observationer.



Figur 8. Med avseende på temperaturfördelning och fetch likvärdiga strandzoner i Holmögadd- (vänster) och Valsörsarkipelagerna. Färgsättningen följer färgsättningen i figur 7. Ex. blåa områden har liten fetch men är kalla, ljusröda områden har stor fetch och är kalla varemot turkosa områden varma och skyddade. Bilderna är inte i samma skala.

Fastän vi eftersträvade att olika habitat skulle undersökas bedömdes det år 2005 vara viktigare att alla områdestyperna undersöktes än att olika habitat undersöktes. I temperatur/fetch-områdestyperna gjordes ett varierande antal observationer. Rådande vindförhållanden påverkade var de olika områdestyperna kunde besökas.

Ytvattnets temperatur beräknades från en Landsat 7 scen (9.5.2002) med upplösning på 60 m (NASA: s instruktioner <http://www.gsfc.nasa.gov>) och infördes som skikt i GIS. Exponeringsgraden (fetchen) beräknades för varje pixel (Ekeboom et al. 2002, Finlaysson 2004) från en QuickBird-scen. För fetchen, se närmare kapitel 1.2.5.2. Räkneoperationerna utfördes i ett program för ER-mapper (källkoden från Kallergis (2001)). Fetchen beräknades med en spatial upplösning på 15m. GIS arbetena utfördes i ER-mapper, som är ett GIS program för rasteranalys.

1.2.4. Observations- och insamlingsmetoder, återkontroller och vidlådande dokumentation

1.2.4.1. Allmänt och vidlådande dokumentation

Trots att det finns omfattande och långa monitoring dataserier från ett flertal fiskarter längs kusten har nykläckta harr yngel aldrig dokumenterats - vare sig i varma habitat med låg exponering (ex. Hudd & Kållax 1999), på exponerade hårda sandbottnar där det förekommer yngel av ex. havslekande sik (ex. Leskelä et al. 1991) eller pelagiskt där det förekommer ex. strömmingslarver (Hudd et al.1987). Litteraturexemplen är uttryckligen tagna från Kvarken. Med bakgrund av detta och pga. att det därför inte finns dokumentation över användbara fångstmetoder utprovades många olika metoder. I de flesta fall gjordes flera insamlingar jämsides. Framför allt gjordes observationer kring alla provtagningsplatser.

Observations- eller provtagningsplatsens botten klassificerades i 6 grupper. Om botten bestod av sten indelades materialet enligt grovleken. Bottenens kvalitet

bedömdes enligt fyra egenskaper: ren, tydligt observerbar drift, påväxt av stora trådalger eller "?". Botten ansågs långgrund om inget tydligt fall kunde noteras och understeg en vuxen människas stövellängd 50 cm från provplatsen. Botten ansågs brant om djupet vid 50 cm från observationspunkten var djupare än en vuxen människas stövel. Bottendjupet mättes vid punktobservationsplatserna med 10 cm: s noggrannhet i djupet. Strömförhållandena på platsen noterades i 4 klasser. Alla bedömningar gjordes subjektivt och enligt det synligt mest dominerande inslaget. För helt obedömliga egenskaper antecknades ett ? eller så lämnades obedömt (tabell 4). Vanlig fältdagbok fördes för extra notat.

År 2004 noterades den elektriska ledningsförmågan på 69 av provtagningsplatserna och år 2005 på 290 av de observationsplatserna. Den elektriska ledningsförmågan omräknades till PSU (praktisk salinitetenhet).

Alla stationer positionerades år 2003 med en 12 satelliters hand GPS (noggrannhet ± 15 m), år 2004 med en DGPS (noggrannhet med efterberäkning $\pm 0,75$ m) och år 2005 på Holmön med en DGPS (noggrannhet 0,5 m, Sjöfartsstyrelsens BEACON) och i Valsörarna med en RTKGPS (noggrannhet ± 2 cm). Sedan 2004 användes kontinuerligt en färdig protokolltabell, som ifylldes för provtagningspunkternas egenskaper (tabell 4). I de fall observationerna eller provtagningarna inte gjordes som punkter ställdes utrustningen in på kommandot line eller track. Detta gällde ex insamlingar/observationer som gjordes från en båt i rörelse eller då observationerna gjordes under enhetlig gång på stranden.

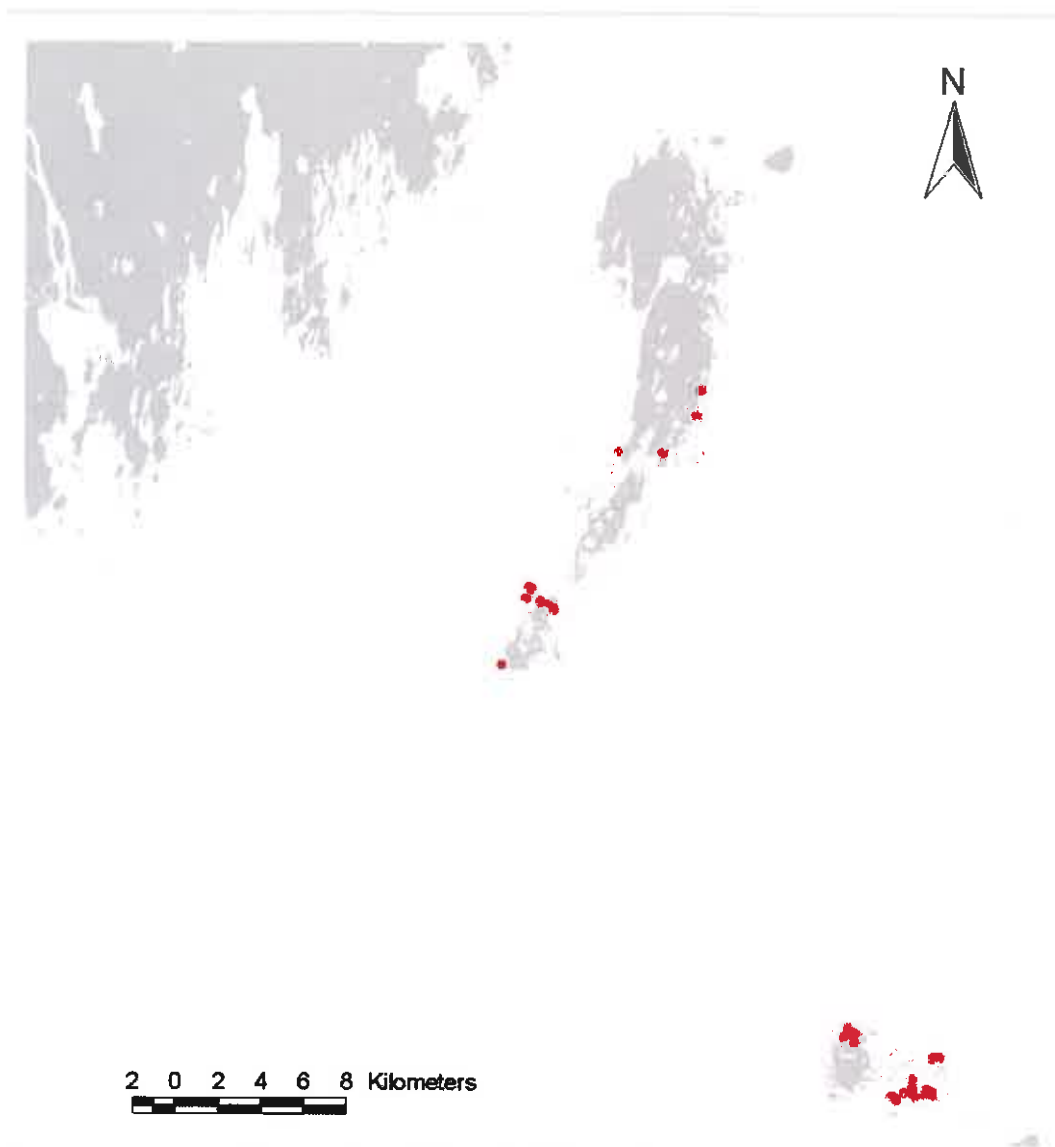
Tabell 4. Noteringar över bottenbeskaffenhet och strömförhållanden på provtagnings- och observationsplatserna. Benämningar är på engelska eftersom tabellen finns inlagd som färdigt protokollformat i GPS-instrumenten från och med 2004.

Bottentyp	Stentyp	Kvalitet	Lutning	Ström
Cliff	Boulder	Clean	Slow < booth	No
	Boulder-head	Drift	Steep > booth	Strong
Mud	Fist	Growth		Yes
Sand	Gravel-fist	?		?
Stone	Head			
?	Head-fist			
	Headfist			
	None			
	?			

Alla de undersökta strandtyperna och de flesta provtagningspunkterna fotograferades med digitalkamera. Bilderna lagras på cd-skivor på VFFI Kvarkens forskningsstation.

1.2.4.2. Yngelnotningar

Notningar med yngelnot (figur 9) gjordes enbart åren 2003 och 2004. Noten som användes är utvecklad för notning av sikyngel och har använts i monitoring längs finska kusten (ex. Leskelä et al. 1991). Notens egenskaper är följande: Vinglängder 9 + 9 m, djupgående 1,2 m, notendans längd 2,5 m, maskvidd i vingar 5mm och maskvidd i notendan 1 mm. Noten dras för hand. Längden på draget justeras efter behov med draglinornas längd.



Figur 9. Notningsplatserna åren 2003 och 2004 i Holmön/Holmögadd arkipelagen och Valsörarna.

1.2.4.3. Videoobservationer.

Videodokumentation gjordes inom ramen för Nordiska ministerrådets projekt 661045-30247 "Pilotstudie om användningen av undervattensvideoteknik för studier av fiskyngelproduktionsområden och deras tillstånd", som rapporterats skilt åt beställaren (Hudd et al. 2004) (figur 10). De kameror som användes var PAL-kameror med 1/2 CCD. Vid försöken användes 4, 6 och 8 mm optik med fast brännvidd och ljusstyrkan $f=1.2$. Såväl färg- som svart-vita kameror testades. Färgkameran hade 430 linjers upplösning. De svartvita hade 525 linjers upplösning. Ljuskänsligheten för färgkameran är 0.7 lux, för den svartvita 0.2 lux. De (elektroniska) slutartiderna varierar, men kan vara så korta som 1/100000 sekund.

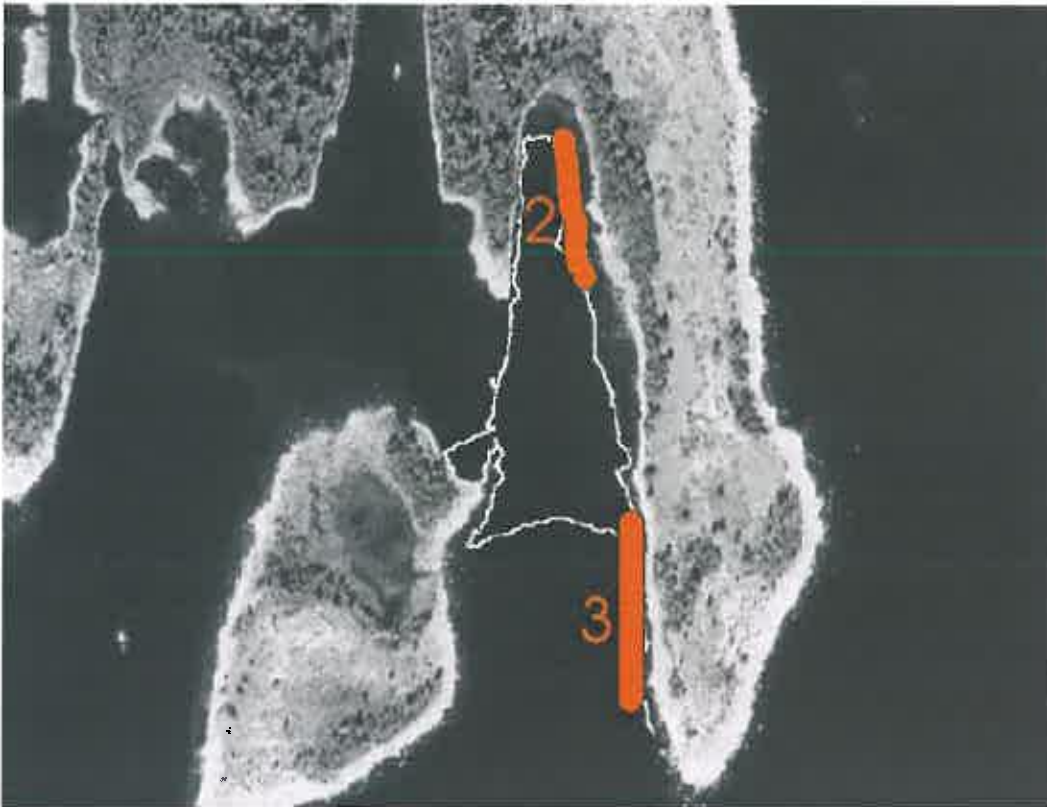
Kamerorna var mestadels försedda med olika optik och riktade åt olika håll. Syftet var att få en överblick över omgivningen, samtidigt som objekt av mindre storlek skulle kunna filmas på närmare håll. Positionering skedde med okorrigerad

GPS, och kopplingen mellan GPS och videobild görs i efterhand med hjälp av klocktid. Noggrannheten i GPS-positioneringen ligger uppskattningsvis på inom 15 m 95 % av tiden. Videoupptagningarna gjordes så att såväl de allra grundaste vattnen som vattena utanför dokumenterades, vilket framgår av uppritade rutten (figur 11 a-c). I de djupare vattnen där kameraflotten inte kunde vadas fram användes båt. Rutten ritades in på Lantmäteriets ortofoton (upplösning c. 0,5 m).

Kamerorna var monterade på en flotte med ett metallstativ (figur 12). Flotten styrdes och drevs fram av en i denna fastmonterad glasfiberstång, som var ledad i vertikalled. Centrum på kameran hölls ca 10 cm under vattenytan, och flottens djupgående var ca 25 cm. Djupet kunde justeras med ballast och fästen i kamerastativet. Sammanlagt gjordes videoupptagningar på 1264 m vid Rovögern, 984 m vid Rovän och 1839 m på Tavastögern. Originalvideoupptagningarna uppbevaras i videoarkivet på Teknisk Geologi, Lunds Tekniska Högskola."



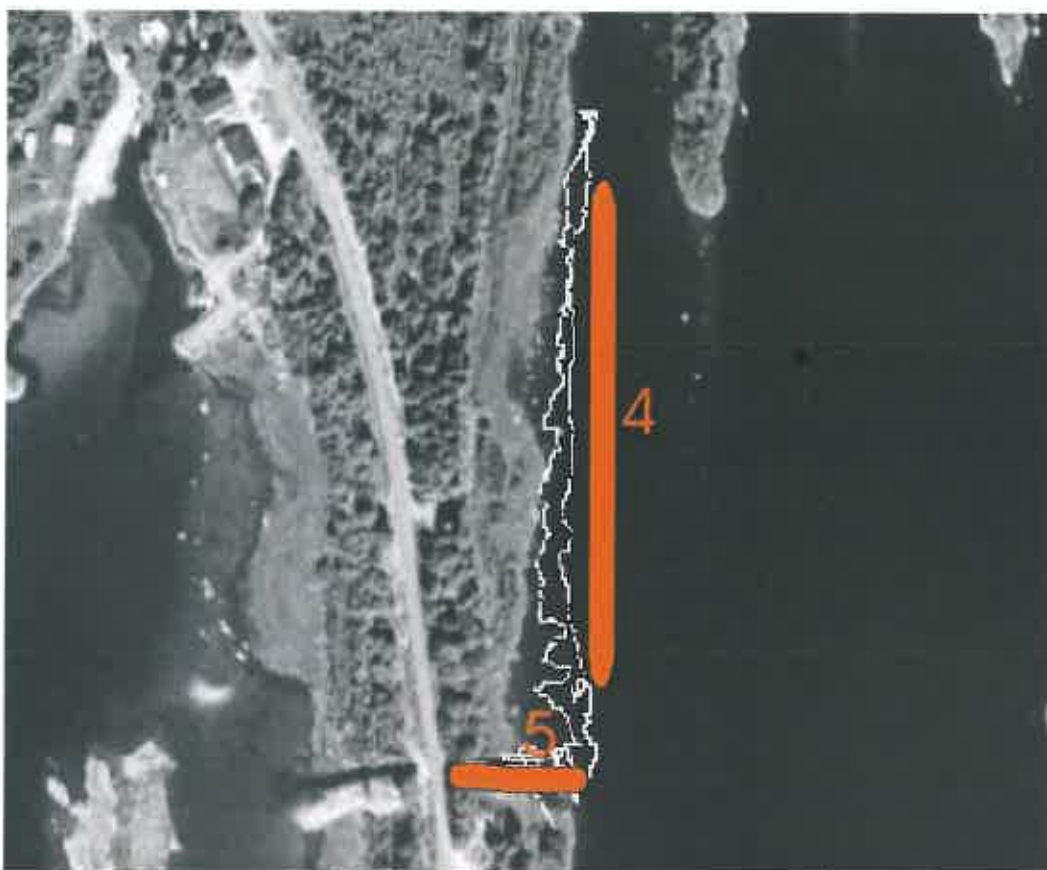
Figur 10. Lokaler, som valdes för videoupptagningar år 2003. Av de i tabell 5 upptagna exemplen saknas Nykarleby Storsand från figuren.



Figur 11a. Den med video studerade sträckan på Tavastögern inritad. Det övre markerade området motsvarar habitat 2 i tabell 5. Den nedre habitat 3.



Figur 11b. Den med video studerade sträckan på Rovågern inritad. Det markerade området motsvarar habitat 1 i tabell 5.



Figur 11c. Den med videodokumentation studerade rutten i en flada på Kovögern Umeå. Det översta markerade området representerar habitat 4 i tabell. Den nedre habitat 5 i tabell 5.



Figur 12. Samtidig videoupptagning och observation i potentiella harrayngelhabitat på Tavastögern 10.6.2003. Platsen angiven som potentiell lekplats.

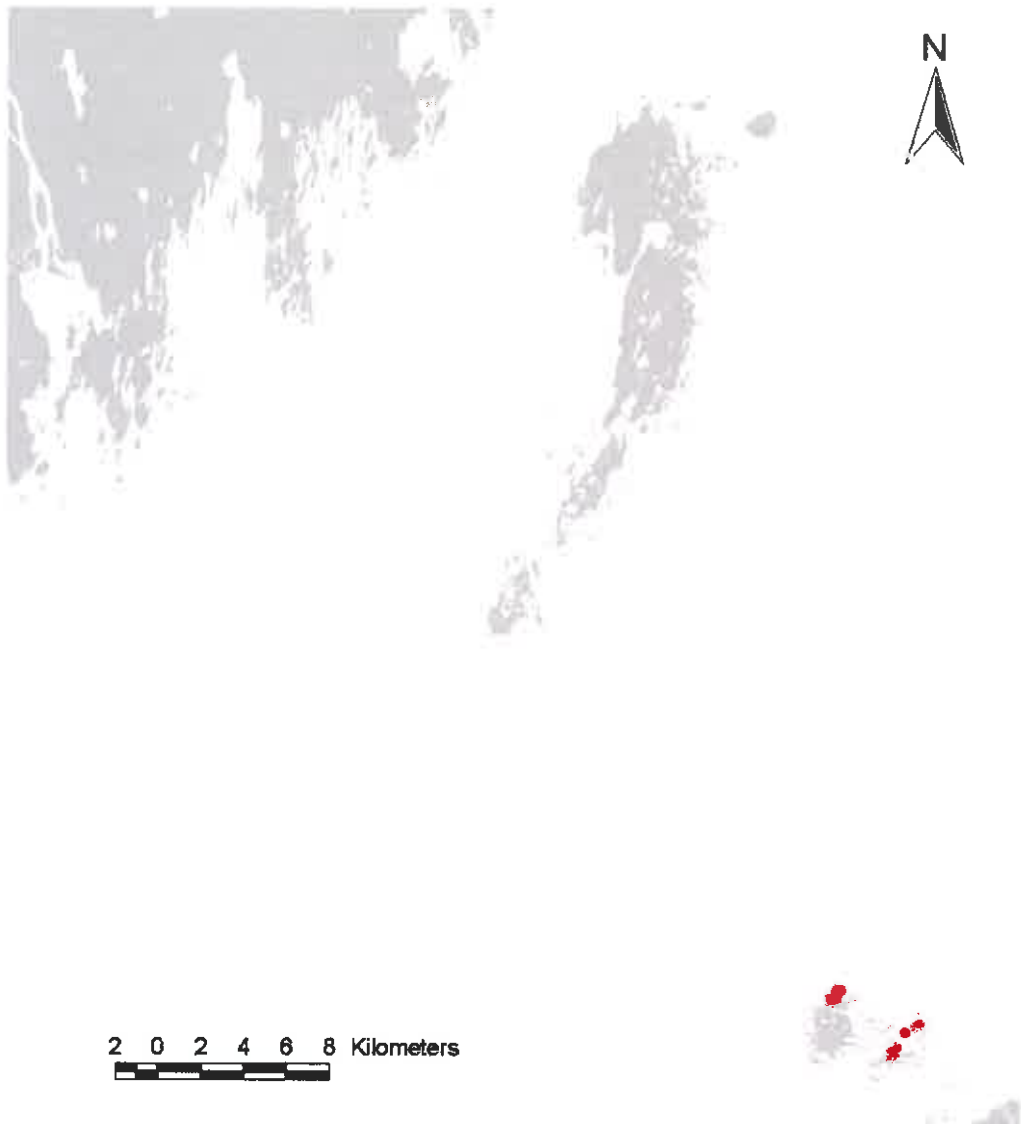
På de områden där harrayngel observerades gjordes videobandningar med en Hi8 kamera. Originalupptagningarna av dessa uppbevaras i R. Hudds privata arkiv.

Tabell 5. Editerad tabell från Hudd et al. (2004) över videoupptagningar jämte resultat i områden och habitat med intresse för kartläggning av havsharrens tidigaste yngelstadier.

Num-mer i figur 6	Habitat & lokal	Förväntade arter	UV-dokumenterade årsyngel	Artbestämning i laboratorium
	Exponerad sandbotten Storsand Nykarleby	havslekande sik	sik	
1	Ren skyddad sandbotten Tavastögern Umeå			
3	Exponerad block- och hällstrand Tavastögern Umeå	havslekande harr	siklöja	X
4	Helofytsamhälle grunt, flada Rovågern Umeå	mörtfisk, gädda, abborre	mörtfisk, gädda	
4	Helofytsamhälle med slam, fjolårsvegetation, flada Rovågern Umeå	mörtfisk, spigg	mörtfisk	
5	Hård muddrad botten med riklig förekomst av trådalger Flada, Rovågern Umeå	spigg		
2	Slam, ren sand och gles vegetation, grund havsvik Tavastögern Umeå			

1.2.4.4. Håvprovtagning i pelagialen

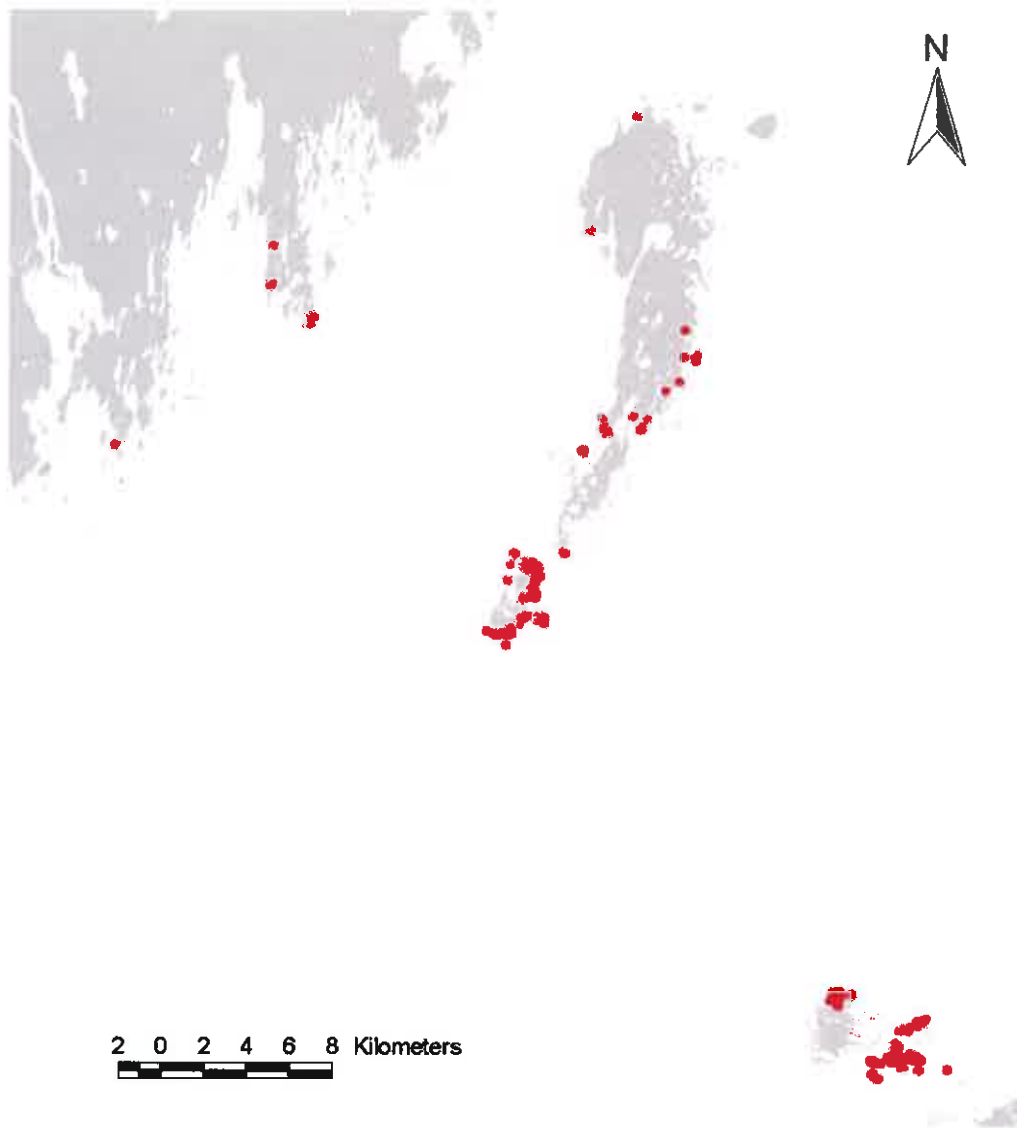
För att granska om harr yngel eventuellt skulle uppträda pelagiskt i nära anslutning till förmodade lekplatser användes 2 olika typer av håv pelagiskt. Dessa släpades efter båt i en hastighet av 3-5 knop. Håvarnas maskvidd var 300 µm och 1 mm. Diametern var c. 50 cm respektive c. 1 m. Släpade håvar användes enbart i Valsörsarkipelagen (figur 13).



Figur 13. Platser för provtagning med släpade håvar i den pelagiska zonen på Valsörarna år 2004.

1.2.4.5. Observationer

Observation i kringliggande vatten gjordes så gott som alltid samtidigt med de övriga fångstmetoderna (ex. figur 14). Observationer gjordes också i habitat där inga andra redskap kunde användas eller där vi inte vågade använda dessa. Efter observation av tre yngel år 2004 och pga. den dåliga framgången med övriga metoder gjordes sommaren 2005 uteslutande observationer. Under observationerna använde åtminstone en person slaghåv för att kunna fånga yngel. Angående den vidlådande GPS-dokumentationen se kapitel 1.2.4.1.



Figur 14. Stationer för utförda observationer i potentiella yngelhabitat åren 2003 - 2005.

1.2.4.6. Extra kontroll av en del områden och snorkling 2003 på Tavastöern

Framför allt sten och blockstränderna på Tavastöern och Rovågern, som angivits som harrens reproduktionsområden granskades med samma observationsmetodik efter den egentliga fältsäsongen alla 3 åren. Sommaren 2003 gjordes en extra granskning också genom att en person snorklade genom hela det grundaste området från någon cm ner till 0,5-1 m djup på Tavastöern. Snorklingen på Tavastöern gjordes enbart på sten-, block- och hållhabitaten, och i strandnära pelagial. I pelagialen kontrollerades vattendjup mellan 0,5 och 3 meter. Snorklingen gjordes 25.6.2003.

Då fynden av harr yngel gjordes sommaren 2005 meddelades detta genast till en grupp observatörer på finska sidan. Gruppen fick i uppdrag att göra observationer i de grundaste vattnen i motsvarande områdestyper (fetch och temperatur figur 8) och habitat, som fynden gjorts i Holmögdarkipelagen. För att

hinna vara ute i motsvarande biologisk tid gjorde gruppen inga andra noteringar utan enbart positionering med en RTK-GPS (± 2 cm. noggrannhet). Valsörsgruppens val av undersökningshabitat kontrollerades med ett flertal fotografier, som togs på fångstplatserna på Holmögadd.

1.2.4.7. Sammanfattning av de olika metoderna enligt angivet habitat

De använda metoderna fördelade sig på olika habitat och botten typer enligt tabell 6a och fördelning på habitat och GPS-precision i tabell 6b.

Tabell 6a. Fördelningen av insamlingsmetodik på de olika undersökta habitaterna 2003 - 2004.

Metod	Bäck/ kanal	Vegetation flada/vik	Mjukbotten lera o.dyl.	Sand	Sten	Berg- häll	Strandnära pelagial	Helofyt- samhällen
Not				x	x		x	
Video	x	x	x	x	x	x	x	x
Håv	x						x	
Obser- vation	x	x	x	x	x	x	x	x
Snork- ling					x	x	x	

Tabell 6 b. Pivottabell över enskilda provtagningar på svenska och finska sidan fördelad enligt den dominerande bottenytan och med den positioneringsnoggrannhet, som använts. (De observationer och insamlingar, som gjorts med metodik i rörelse ex. video från båt är inte medtagna). Benämningar är på engelska eftersom tabellen finns inlagd som färdigt protokollformat i GPS-instrumenten från och med 2004.

Instrument (noggrannhet)	Plats	Bottom	Total
Garmin (± 15 m)	Sverige	Cliff	19
		Gravel	1
		Sand	10
		Stone	35
		(blank)	11
	Sverige Total		76
	Finland	Cliff	1
		Gravel	5
		Mud	4
		Sand	22
Stone		49	
(blank)	19		
Finland Total		100	
Garmin (± 15 m) Total			176
Leica 1200 (± 2 cm)	Finland	(blank)	194
	Finland Total		194
Leica 1200 Total			194
Leica 500 ($\pm 0,5$ m)	Sverige	?	3
		Cliff	31
		Mud	3
		Sand	18
		Stone	235
	Sverige Total		290
Leica 500 Total			290
Leica GS20 ($\pm 0,75$ m)	Finland	Cliff	1
		Gravel	4
		Mud	3
		Sand	10
		Stone	63
	(blank)	2	
Finland Total		83	
Leica GS20 Total			83
(blank)	(blank)	(blank)	
(blank) Total			
Grand Total			743

1.2.4.8. Bestämning till art, ynglens utvecklingsstadium och konservering

Med tanke på framtida vårdåtgärder ex. utplanteringar är det viktigt att kunna förknippa utvecklingsstadium och habitatkrav och därför bestämdes såväl storlek som utvecklingsstadium på ett antal infångade exemplar. Snarlika fiskar, ss. sik och siklöja, som inte kunde artbestämmas med säkerhet i fält artbestämdes senare i laboratorium. Harrynglens totallängd mättes med 0,5 mm noggrannhet. Utvecklingsstadiet bestämdes enligt Penaz (1975). För att säkerställa artbestämningen konserverades en del av ynglen i formalinlösning (c. 3-4 %). För att

senare kunna göra DNA-analyser konserverades den resterande delen i alkohollösning (c. 70-80%).

1.2.5. Analyser, test samt GIS/GIPS-stödda analyser och klassificering

1.2.5.1. Geografiska bildbehandlingssystem (GIPS) och geografiska informationssystem (GIS). Allmänt.

Tack vare GPS positionering kan varje enskild provtagningspunkt placeras in på digitalt fjärrkarterat bildmaterial och digitala kartor. I geografiska bildbehandlingssystem kan provtagningspunkterna ges egenskaper i form av numeriska värden som hämtas från de underliggande pixlarna från digitalt bildmaterial. De numeriska värdena för varje provtagningspunkt kan i sin tur användas för att beskriva området, klassificera området och för statistiska beräkningar. GIPS ger möjlighet att lägga olika bildmaterial som skikt på varandra. Bildmaterialen kan därefter analyseras genom att man kombinerar de olika skikten till ett nytt skikt med hjälp av en algoritm. Provtagningspunkternas egenskaper kan också hämtas från ett sådant beräknat skikt (t.ex. grunda vattenområden baseras på ett förhållande mellan pixelvärden från olika skikt). Detta gjordes i ER-mapper, som är ett geografiskt bildbehandlingsprogram. För att automatisk hämta de enskilda pixelvärdena för varje provtagningspunkt utvecklades en modul för ER Mapper. Modulen används t.ex. om man vill jämföra pixelvärden i en bild med mätningar som man har gjort i terrängen på specifika punkter.

Modulen gör en lista med provtagningspunkternas koordinater och dess motsvarande pixelvärden från alla skikt i en bild. Modulen tar som indata en rasterbild och en textfil med provtagningspunkternas geografiska koordinater. Modulen konverterar alla de geografiska koordinaterna i textfilen till bildkoordinater i den givna bilden och gör en lista med pixelvärden från alla skikt i bilden. Pixelvärdena tas från den pixel vars mittpunkt ligger närmast den aktuella punktens koordinater. Först görs en lista över pixelvärden motsvarande alla punkter som är inom bildens gränser och sedan en lista (utan pixelvärden) med alla koordinater som är utanför bilden.

1.2.5.2. Beräkning av stryklängd (fetch)

Fetchen beräknades genom att först beräkna fetch i 32 olika väderstreck med samma vinkel mellan varandra. Dessa beräknades på en rasterbild så att varje pixel som var vatten fick 32 fetchvärden. I följande steg användes en algoritm för att slå ihop dessa värden till ett gemensamt beskrivande värde. Olika mått ex. median och medelvärde testades. Algoritmen som väljer maximala fetchvärdet från någon av de 32 riktningar sammanföll bäst med observationerna i fält. Beräkningarna inleddes med att först beräkna fetchen över hela Bottenhavet och Bottenviken på en låg resolution (300 meter). Sedan användes denna beräknade fetch som ingångsdata till att beräkna fetchen för ett mindre område, i detta fall ett rektangulärt område från Holmön till Valsörarna. Detta mindre område beräknades med en högre resolution på 10 meter.

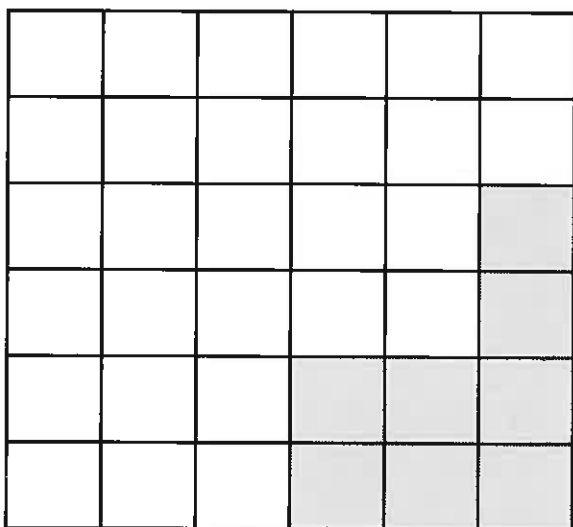
Programmet som beräknar fetchen använder sig av en modul i ER Mapper för rotering av rasterbilder. När rasterbilder roteras ändras land- och vattengränsen,

så att pixlar nära gränsen som tidigare var vatten "blir" land och vice versa. Detta medförde att fetchalgoritmen modifierades så att den endast gav utdata när fetch värden fanns med från alla 32 riktningar. Detta gjorde att land- och vattengränsen flyttades något ut i vattnet. För att beräkna en mätpunkts fetch måste den ju ligga i en pixel som representerar vatten och har ett fetch värde. Detta löstes genom att använda ER Mappers filter funktion. Ett filter användes som med hjälp av en matris beräknar max värdet från de omgivande pixlarna.

1.2.5.2.1. Filter för justering av problem som uppkommer med digitalt material med olika upplösning

Digitala kartor och satellit- och flygbilder är uppbyggda av fyrkantiga pixlar, vilka är de minsta färgelementen i en bild. Beroende på bildens noggrannhet representerar en pixel olika stor yta. Ju noggrannare en bild är desto mindre yta representerar en pixel. Ju mindre yta en pixel representerar desto mer pixlar krävs det för att en visst område skall täckas av hela bilden. Noggrannheten kallas resolution. Ju mindre yta en pixel täcker och ju fler pixlar desto större resolution sägs en digital bild ha.

När man arbetar med olika digitala geografiska material såsom kartor eller satellitbilder är resolution ofta olika. Man vill t.ex. kombinera en digital karta med resolutionen 5 meter (en pixel representerar en fyrkantig yta på 5 x 5 meter), och en satellitbild med resolutionen 30 meter (figur 14).



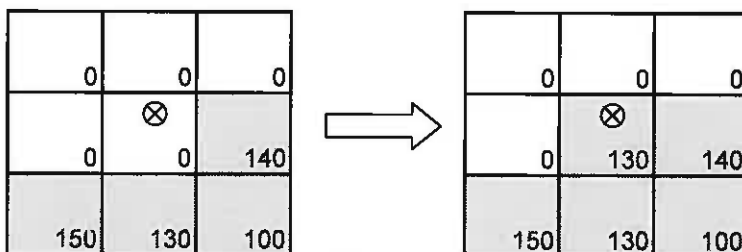
Figur 14. 5 meters pixlar i en 30 meters pixel (vitt=land, grått=vatten).

Figur 14 illustrerar hur pixlarna ur en digital karta med resolutionen 5 meter passar in i en satellitbilds pixel. Eftersom pixlarna i kartan har storleken 5 meter ryms det många av dessa pixlar i satellitbildens pixel. Ifall man vill placera en koordinatmätning, som man gjort vid strandbrynet på en digital bild är resolution av betydelse. I fallet med satellitbilden (figur 14) är det sannolikt att koordinaten hamnar på en "land-pixel", trots att koordinaten egentligen var tagen i vattnet. Sannolikheten att den skall hamna på en "land-pixel" på en digital grundkarta med 5 meters resolution är mindre. Sannolikheten att en koordinat skall hamna på en "land-pixel" minskar således med ökad resolution av en digital bild.

Koordinater som mätts vid strandbrynet i vattnet skall kunna användas till att jämföra motsvarande pixel i t.ex en satellitbild. Pixeln som är på samma plats som koordinaten skall vid analystillfället representera vattnets reflekterade spektrum. Ifall koordinaten motsvarar en pixel på land så blir detta omöjligt. I sådana fall flyttades platsen till närmaste vattenpixel.

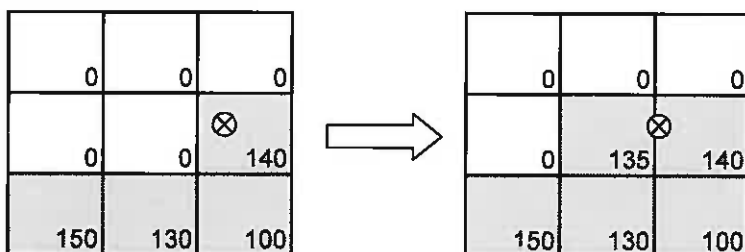
Alla GIS-program har inte denna funktion. ER Mapper har understöd för filter. Med ett filter kan man göra en beräkning på en matris med flera pixlar åt gången. Vi använde filter för att beräkna medeltal och median för de pixlar, som angränsar till den pixel i vilken koordinatmätningarna gjorts. Detta gjordes på olika stora matriser (3x3, 5x5, 7x7 och 9x9). Resultatet blir att land-pixlarna, som ligger bredvid vatten-pixlarna har blivit omräknade till medelvärde eller median av alla pixlar runt omkring. Ju större matris, desto fler pixlar runt omkring har använts. Koordinaterna, som pga. olika resolution har hamnat på land får ett beräknat värde av vattnets egenskap.

Eftersom beräkningen har tagit i beaktande alla pixlar i matrisen så har även landpixlar ingått. Vi modifierade modulen för filterberäkningar i ER Mapper så att endast vatten-pixlar tas med i beräkningen (figur 15).



Figur 15. Principskiss av medeltalsberäkning av pixelegenskaper.

Provtagningskoordinaten representeras av den i figuren markerade cirkeln med kryss i. I exemplet har koordinaten mätts på en land-pixel. Ett 3x3 filter körs i ER Mapper på hela bilden. I figuren till höger har samma land-pixel medeltalet för de 4 närliggande vattenpixlarna i figuren till vänster.



Figur 16. Principskiss av medianberäkning av pixelegenskaper. Figurtext som i fig 15.

I vårt material finns 4973 koordinatmätningar. I beräkningarna på fetchen, som beräknats med en upplösning på 10 m (Quick Bird satellitbild) placerade sig 1831 koordinatmätningar på land fastän de gjorts i vatten. Efter en körning med ett 3x3 medeltalsfilter så var fortfarande omkring 656 på land. När vi ökade storleken på filtret till 5x5 så var omkring 225 på land. Efter 7x7 filterstorlek blev endast omkring 30 på land. Vid 9x9 var endast en kvar på land (tabell 7).

Vi ökade gradvis filtermatrisernas storlek tills alla aktuella landpixlar blivit omräknade till vattenvärden. För fetchen användes slutligen en algoritm som beräknar max fetch värdet från de 32 riktningarna. Vi gjorde därför också en ny filterberäknings-modul som valde max värdet från matrisens vattenpixlar. För de övriga fjärrkarteringsvariablerna som undersöktes gjordes motsvarande filterberäkningar.

Tabell 7. Analysresultat av olika medeltalsfilter på de 1831 koordinatmätningar, som i våra 4973 koordinatmätningar hamnade på land vid den resolution på 10 m, som användes för den beräknade variabeln fetch.

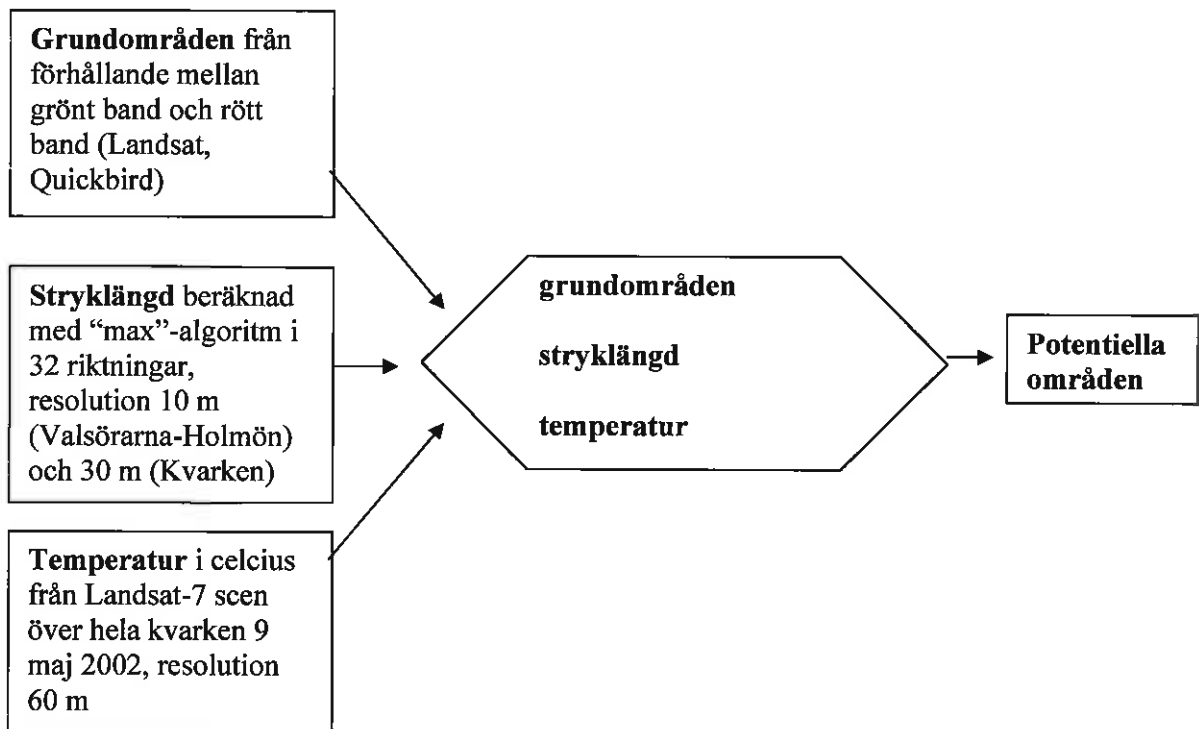
Filterstorlek	Antal koordinater på land
-	1831
3x3	656
5x5	225
7x7	30
9x9	1

1.2.5.3. Indelning av observationerna till strandtyp

För varje observation angavs strandtypen, med vattenstrandens dominerande substrat som utgång. Följande strandtyper kunde identifieras: Klipp-, sten-, sand och mjukbotten/lerstrand. Fastän strandtypen fastslagits kan ändå inslag av andra bottenmaterial förekomma, ex. en stenstrand kan ha små inslag av sand eller grus.

1.2.5.4. Deskriptiva analyser, modellering och GIS/GIPS- modell för potentiella yngelproduktionsområden för havsharr i tidiga stadier

Lagrade indata tabellerades mot varandra med pivottabellering och med deskriptiv statistik. Förekomst/icke förekomst av harr yngel användes för att anpassa en logistisk nonlinear förklaringsmodell för förekomst av harr yngel i relation till olika indata. Resultaten användes till en GIS-modellering för att identifiera potentiella harr yngelproduktionsområden i norra Kvarken, och för att kunna diskutera provtagningarna enligt följande schema:



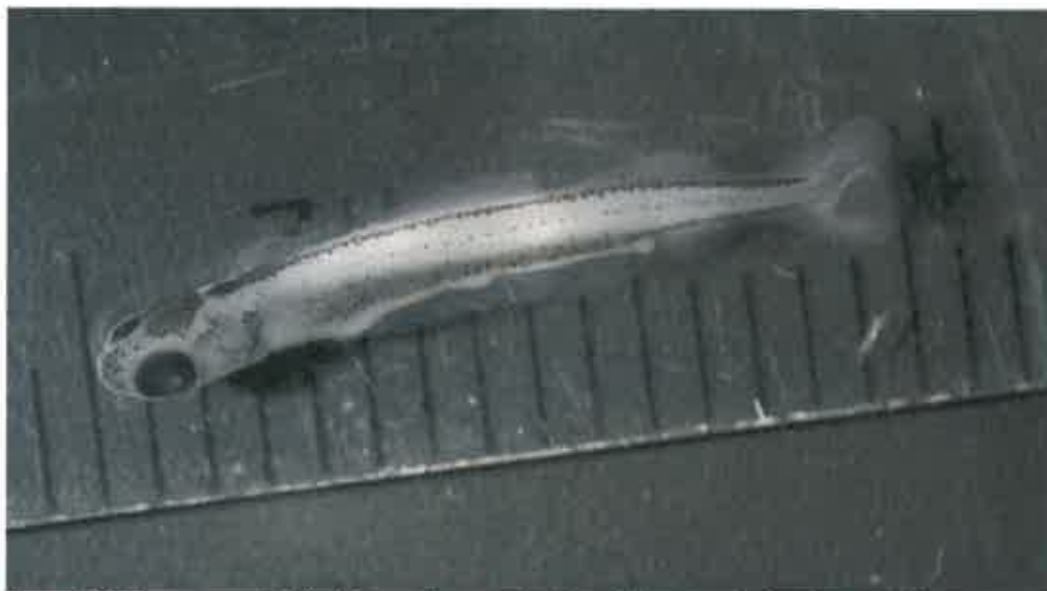
Såväl för analyser, för utprovning av statistisk modell som för GIS-modellering användes resultaten från materialet taget sommaren 2005 i Holmögaddarkipelagen. Modellen applicerades först i Valsörarna/Malskär på en Quick-Bird scen. I följande steg applicerades modellen till Kvarken på en Landsat scen. Fastän GIS-applikationerna möjliggör gradvis tillämpning av modellerna användes här exempelvis för fetch enbart ett ingångsvärde.

2. RESULTAT

2.1. Observationer av harryngel, allmänt

Direktobservation på studieplatsen var den enda metod, som var framgångsrik i sökning av harryngel. Harryngel observerades i Holmögaddarkipelagen sommaren 2004 och 2005. Sommaren 2004 sågs tre yngel nära varandra. Dessa tre yngel uppträdde inte i stim. Sommaren 2005 observerades harryngel på tre skilda lokaler. Observationerna av harryngel sommaren 2005 varierade från flera tiotal upp till flera hundra yngel inom en och samma lokal. En del av ynglen uppträdde tillsammans, upp till flera tiotal yngel. De flesta observationerna utgjordes dock av ensamma individer eller av yngel tillsammans i samma lokal men inte i stim (Hudd & al. 2005 DVD).

2004 observerades harrynglen invid en blockstensstrand i ett mikrosund i ytvattnet där vattendjupet var c. 20 cm. Vattenstranden var brant och totaldjupet i mikrosundet var c. 1 m. De 2 ynglen, som fångades 2004 hade uppnått fas 2 (Penaz 1975) och hade förbrukat gulesäcken (figur 17).



Figur 17. Sommaren 2004 fångat harryngel från Holmögaddarkipelagen. Konserverat i formalinlösning. Foto L.Urho 2004.

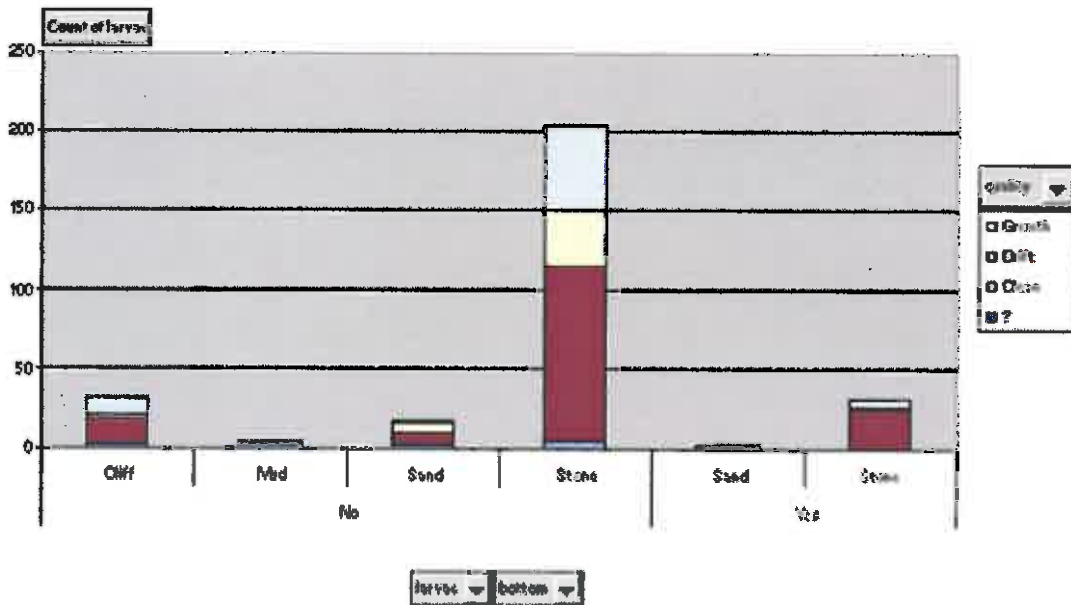
Ynglen som observerades 2005 fanns mycket grunt på exponerade stenstränder. Alla observationerna 2005 gjordes i så gott som konforma habitat. Fastän vattenstranden betecknades som stenstrand kunde en del begränsade inslag av sand eller grus finnas mellan stenarna (figur 18). Vattenstranden var mycket långgrund, nästan platt. I vattenbrynet fanns små sänkor och mellanrum med vatten mellan stenarna (figur 19). Dessa fördjupningar kunde vara upp till någon kvadratmeter stora. Sänkorna sköljdes av vågsvallet men var skyddade för de kraftigaste bränningarna. Stenarna låg direkt mot botten (figur 20). Stenarna var oftast mellan knytnävs och huvudstora. En del spridda små block fanns (figur 19), men stränderna var inte egentliga blockstränder. Spigg och elritsa saknades nästan

totalt. Det förefaller som om harringnlen fanns enbart på ställen utan observerbar påväxt av stora trådalger eller drift av trådalger och annat skräp (figur 20 och 21).

På inga ställen där harringnlen observerades kunde någon tydlig ström, förutom strömmen av vågsvallet, noteras. Ingen av harringnlenplatserna fanns i områden som från Landsatsscenerna (Landsat 9.5.2002 och 9.7.2001) kan tolkas som varma.

Saliniteten där den tätaste ansamlingen av harringnlen observerades var c. 3,3 PSU. Saliniteten varierade i det närmaste grannskapet mellan 3,3 och 3,5 PSU. Temperaturen i motsvarande mätningar var 15,5 respektive 11,8 till 15,5.

Ynglen uppträdde ensamma eller samlade upp till flera tiotal tillsammans (figur 21.). De tycktes inte uppträda i stimformationer (Hudd et al. 2005 DVD).



Figur 18. Pivot av förekomst (Yes) respektive avsaknad (No) av harringnlen 2005 i Holmögdödarkeipelagen på olika bottenstrat och i förhållande till påväxt av stora trådalger (Growth), drift (Drift) eller tillsynes rena (Clean) substrat. ? = obestämd bottenkvalitet. Benämningar är på engelska eftersom tabellen finns inlagd som färdigt protokollformat i GPS-instrumenten från och med 2004.



Figur 19. Strandlinjen vid det yngeltätaste stället på Holmögadd sommaren 2005.

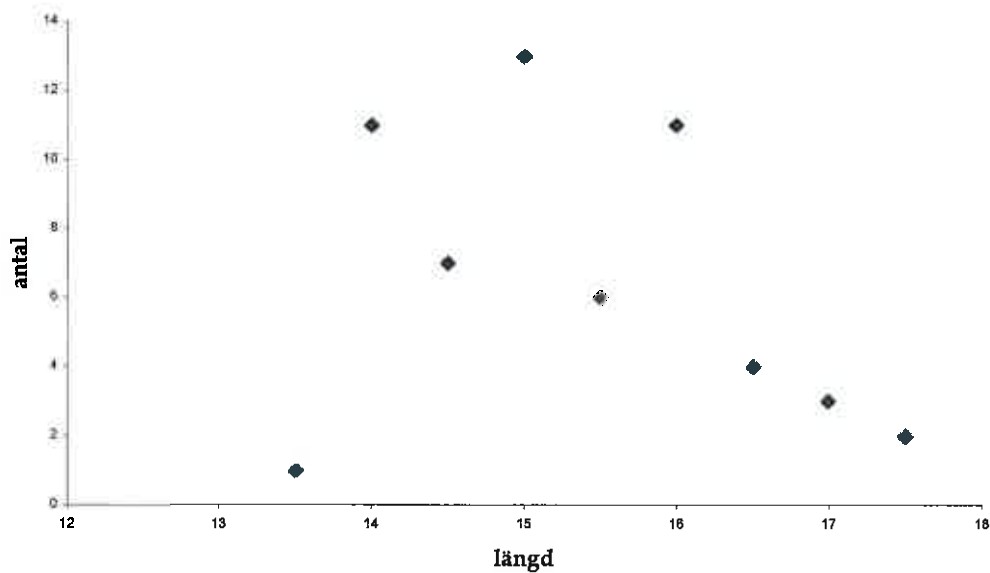


Figur 20. Bottensubstrat vid ett av de ställen där harr yngel observerades på Holmögadd sommaren 2005. Håvens diameter är 38 cm.



Figur 21. Ansamling av harryngel invid en större sten. Ett ljus plastlock har sänkts ner i vattnet för att underlätta fotograferingen.

En del av de observerade harrynglen 2005 hade fortfarande gulesäck. Av ynglen hade bara 11,5 % uppnått utvecklingsstadium 2 (Penaz 1975). Den minsta fångade individen var 13,5 mm och de största 17,5 mm, medellängden var 15,3 mm (figur 22).



Figur 22. Storleksfördelningen på infångade harryngel i Holmögaddarkipelagen sommaren 2005.

2.2. Statistisk förklaringsmodell

I vår modell var stryklängden enskilt (figur 23) och tillsammans med djupet på observationsplatsen statistiskt signifikanta förklarande variabler för förekomsten av harrängel givet att enbart stenstränder beaktades enligt följande (SYSTAT 10.2) och uttryckt grafiskt i figur 24:

$$\text{MODEL HARR} = \frac{\exp(a+b*\text{fetch}+c*\text{fetch}^2+d*\text{depth})}{(1+\exp(a+b*\text{fetch}+c*\text{fetch}^2+d*\text{depth}))}$$

Dependent variable is HARR

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square
Regression	14.1386	4	3.5346
Residual	17.8614	236	0.0757
Total	32.0000	240	
Mean corrected	27.7333	239	

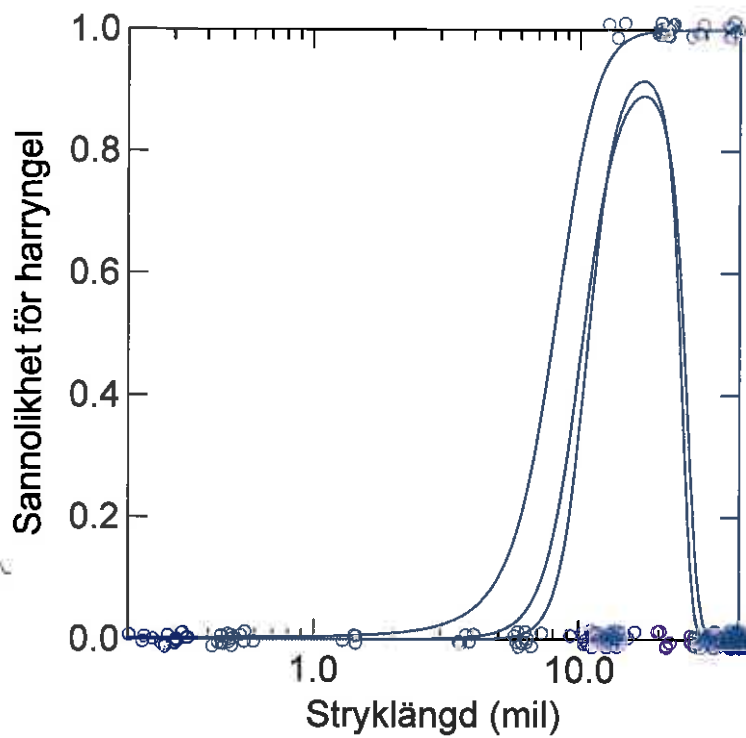
Raw R-square (1-Residual/Total)=0.4418

Mean corrected R-square (1-Residual/Corrected) = 0.3560

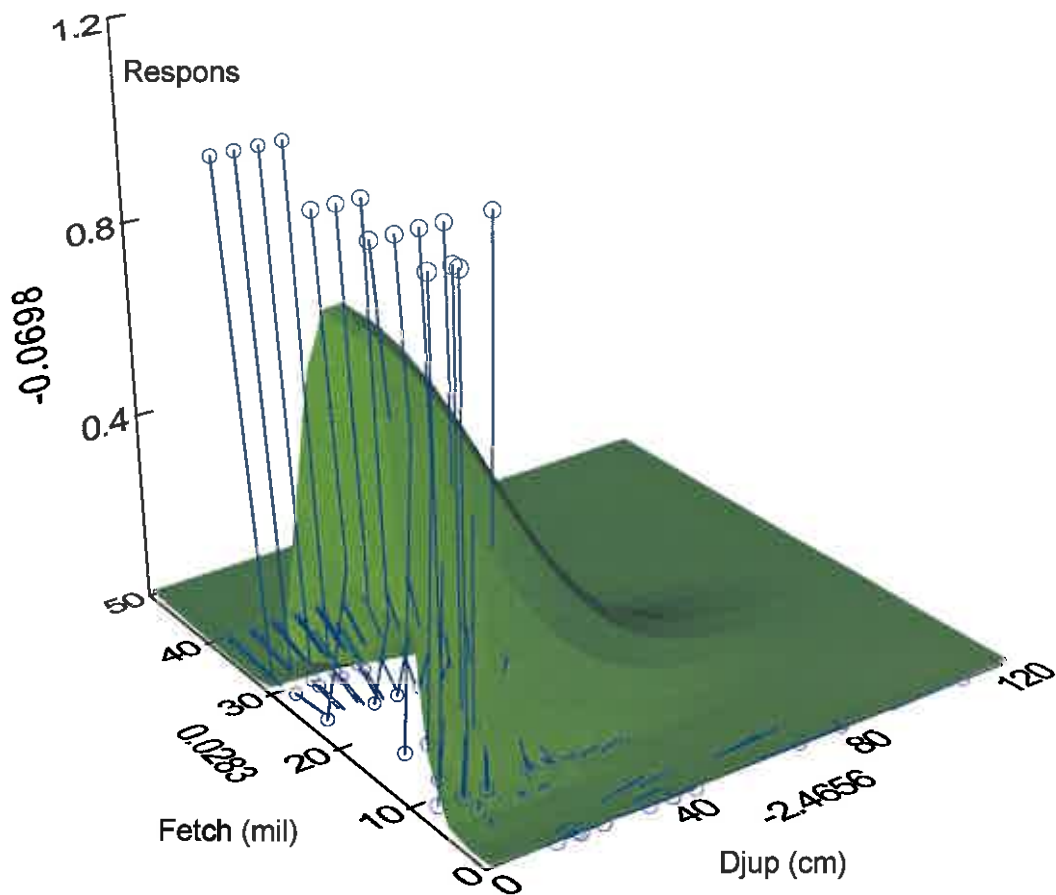
R(observed vs predicted) square = 0.3673

Parameter	Estimate	A.S.E.	Param/ASE	Wald Confidence Interval		
				Lower	< 95%>	Upper
A	-10.3889	2.0856	-4.9811	-14.4977	-6.2800	
B	1.4259	0.2684	5.3123	0.8971	1.9546	
C	-0.0409	0.0078	-5.2690	-0.0563	-0.0256	
D	-0.0698	0.0283	-2.4656	-0.1256	-0.0140	

A & B = konstanter, C= fetch och D = djup



Figur 23. Sannolikheten för observation av harr yngel i stadium 1-2 (Penaz 1975) på stenstränder i Kvarken i relation till stryklängden. Konfidensintervallen inritade som den översta och understa linjen. Cirklarna anger observationerna 2005. Cirklarna på sannolikheten 1 = harr har observerats på sannolikheten 0 = harr har inte observerats.



Figur 24. Tredimensionell graf över sambandet mellan förekomsten av harr yngel och provtagningsplatsens djup och beräknad stryklängd på stenstränder. Grönt = modell, Blått = observationerna.

Förenklat uttryckt kan modellen skrivas enligt följande:

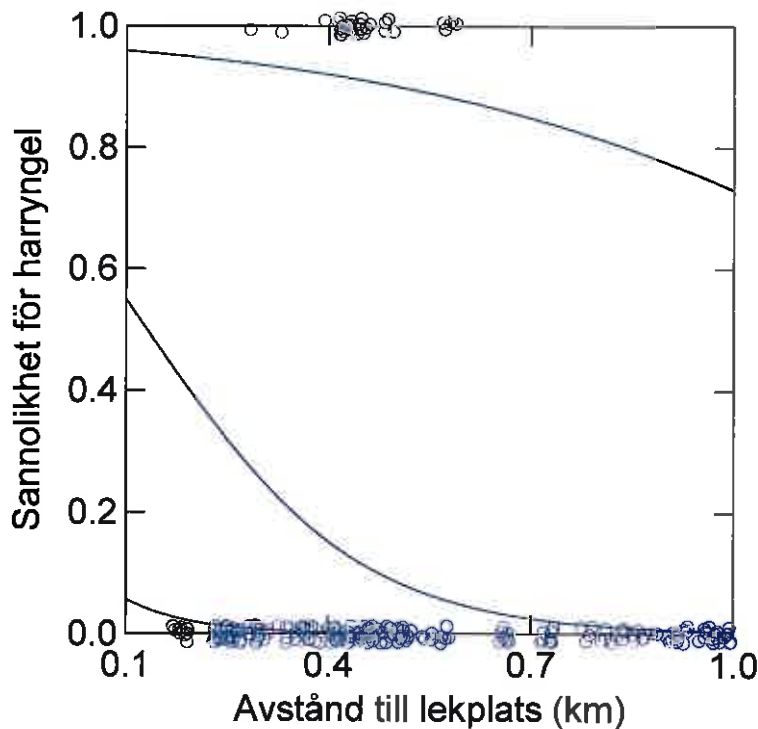
$$\text{HARR} = f(\text{fetch}, \text{djup}) \mid \text{stenstrand}$$

Eftersom ett visst samband också hittats med temperaturförhållandena i de existerande Landsatscenerna kan även temperaturen införlivas enligt följande:

$$\text{HARR} = f(\text{fetch}, \text{djup}, \text{temperatur}) \mid \text{stenstrand}$$

2.3. Närheten till angivna lekplatser

Det finns ett samband mellan sannolikheten för observationer av harr yngel till avståndet till centralpunkten för angivna lekplatser (figur 25). Sambandet är svagt signifikant.



Figur 25. Sambandet mellan sannolikheten för harryngel och avståndet till angivna lekplatsers centralpunkt (mittersta kurvan). Den nedre och övre linjen konfidensintervallet. De öppna cirklarna = våra observationer på Holmögadd 2005.

2.4. Harrbäälor

På den finska sidan observerades i grunt vatten ungefär bildäcksstora från alger och dylikt rengjorda runda partier i botten i närheten av områden, som angivits som lekområden för harr (figur 26). Enligt lokal tradition kallas sådana fläckar för "harrbäälö" (Helmer Westergård muntl.) och anses vara en plats, som försvaras av harrar. Vi fann 9 harrbäälor i Valsörarna-Malskär arkipelagen under fältsäsongen 2004. Nya harrbäälor uppkom under provtagningsperioden våren 2004.

På västra sidan av Holmögadd observerades harrbäälor under fältsäsongen 2004. I videoupptagningarna, som gjordes under dykningarna 2003 kan man också särskilja liknande "fläckar" i botten alldeles i närheten av de första observationerna av 3 st harryngel år 2004.

I bottenmaterialet, som var grus, från harrbäälor på finska sidan hittades varken rom eller romskal. Vi har inte kunnat verifiera eller kullkasta Helmer Westergårds uppgifter att harrarna vaktar dessa platser. För att skydda området från lekfiske publiceras inte kartan med harrbäälor.

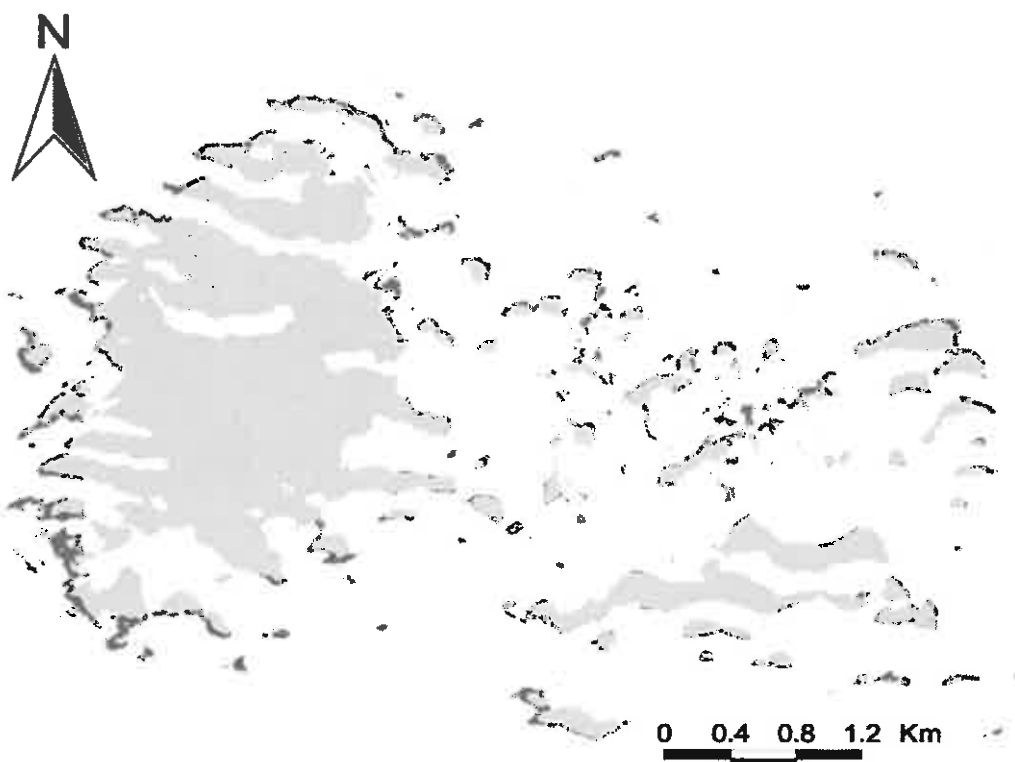


Figur 26. "Harrbäilo" våren 2004 i Valsörs-Malskärsarkipelagen. Fläcken är ren från alger och drift. Av figuren framgår också den starka påväxten av trådalger i strandvattnen på den finska sidan av Kvarken.

2.5. GIS-modell av harr yngelproduktionsområdena i norra Kvarken

2.5.1. Valsörarna-Malskärsarkipelagen

Potentiella harr yngelproduktionsområden fanns i Valsörs-Malskärsarkipelagen i områden som vätte mot havet (figur 27). För att förenkla behandlingen användes fetchvärden > 10 mil. Vikar och mikrosund framträdde inte som potentiella harr yngelproduktionsområden.



Figur 27. GIS-modell över potentiella harr yngelproduktionsområden (förstärkt svart kontur) i Valsörarna-Malskär där fetchen > 10 mil, grundområden och temperaturen under c. 10°C på Landsatscenen från 9.5.2002. Förutsättningen är att platsen utgörs av ren stenstrand. Stenstranden skall inte vara blockstrand.

2.5.2. Kvarken

Också i den modell, som täcker hela Kvarken utgick vi ifrån fetchvärden > 10 mil. Eftersom de enskilda små områdena inte framträder på en textside presenteras vår GIS-modell på en bilagd CD (bilaga 1). De enskilda delområdena bör zoomas in för att framträda. Observera att vid tolkningen av GIS-modellen bör villkoret ren stenstrand fyllas. Alltså vid prövning av modellen: Om ett område i modellen framträder som ett potentiellt område för harr yngel i fas I-II skall också villkoret "ren stenstrand, helst av knytnäve till huvudstora stenar" fyllas. De potentiella harr yngelområdena fanns företrädesvis i yttre skärgården eller på fastlandet där platserna vätte mot öppet hav. Ingenstans fanns stora sammanhängande områden utan ofta framträder de potentiella lokalerna som en enda eller ett fåtal pixlar. På finska sidan fanns de största sammanhängande potentiella områdena i Nykarleby. På svenska sidan i Hörnefors. (Obs, kravet stenstrand torde inte fyllas. Se diskussion avsnitt 3).

2.6. Bifångster och observationer av års yngel av snarlika arter ss. siklöja och havssik.

Sommaren 2003 observerades yngel av siklöja på släta rena berghällar på Tavastögern. Trots att de var ganska skygga kunde en del av dem filmas på video. Inne i hamnbassängen på Holmön på ren sandstrand observerades små stim av sik yngel 18.6.2003.

3. DISKUSSION

3.1. De första observationerna av nykläckta harryngel i havet

De enda observationerna av harryngel i de tidiga utvecklingsstadierna 1 och 2 (Penaz 1975), gjordes alla i Holmögaddarkipelagen. Dessa observationer med vidlådande biotopbeskrivningar är de första vi känner till från havsmiljö. Den information om habitatval som fanns från älvar (ex. Nykänen & Huusko 1991, 2001) och insjöar (Sundell muntl.) var inte direkt tillämpbar för inventeringar i havsområdet. Inventeringsarbetet måste utan ingångsinformation därför ta i beaktande många olika typer av miljöer.

Harrynglen, som observerades sommaren 2004 var längre utvecklade än de, som undersöktes 2005. Detta kan vara en följd av att harrynglen byter habitat redan ganska tidigt under första sommaren. I älvar sker också ett habitatskifte redan de första veckorna (Sempenski & Gaudin 1995, Nykänen 2004). De inbrytande vågorna på fyndplatserna 2005 gjorde att de yngre stadiernas yngel uppträdde på betydligt mer turbulenta ställen än de längre hunna 2004, vilket är tvärt emot vad de gör i älvarna.. Detta kan förstås vara en indikation på närheten till kläckningsplatsen och att ynglen inte ännu simmat till mindre turbulenta ställen. Ynglen 2005 måste dock flytta till djupare ställen pga. att havsvattnet sjönk i den starka nordanvinden under observationsdygnen. Också efter denna utvandring observerades ett flertal yngel på samma typ av habitat, som blottlagts högre upp, vilket indikerar att det studerade habitatet var det habitat yngel i denna tidiga utvecklingsfas prefererar.

Våra iakttagelser över beteendet avviker också från iakttagelserna i Saimen (Sundell et al.2001 och Sundell muntl.). Vi observerade ingen stor ansamling av yngel i stim utanför grundområdena. Vågenergin i områden med så stor fetch, som i Holmögadd, torde vara för stor för att stora koncentrationer av yngel skulle kunna hållas samlade. Däremot påminner lekplatsen och leksubstratet, som avbildas i figur 2 och 3 (Sundell et al 2001) nästan fullständigt om det observerade yngelhabitatet på Holmögadd. Detta kan antyda att de yngel vi observerade sommaren 2005 troligen var mycket nära själva lekplatsen och kläckningsplatsen. Detta stöds ju också av att en del av ynglen fortfarande hade gula i gulesäcken. Också storleken hos de uppmätta ynglen är i jämförelse med Sundell et al (2001) liten och indikerar också det att våra observationer gjorts tidigt, strax efter att ynglen lämnat kläckningsplatsen sommaren 2005.

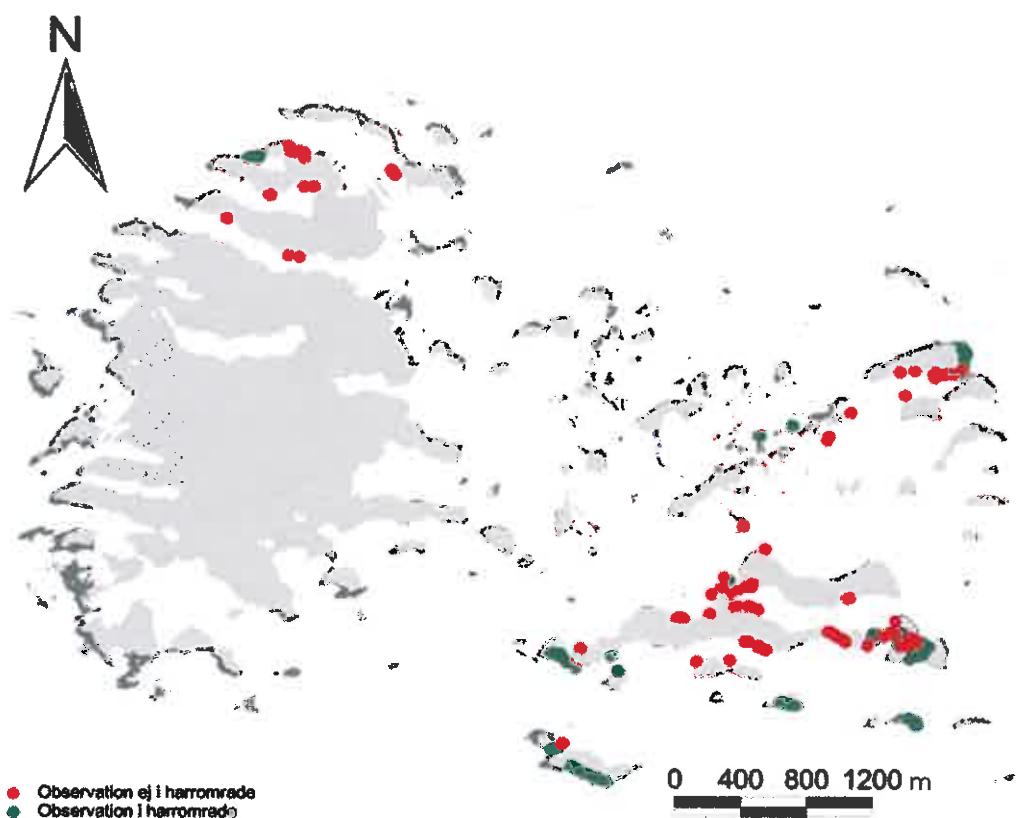
3.2. Harryngelbiotoperna

Avsaknaden av harryngel i bäckar och flador i Holmö - Holmögadd arkipelagen visade tillsammans med fynden 2005 på Holmögadd att yngeluppväxtområdena i Kvarken inte är i tillrinnande vattendrag. Eftersom det också fanns ett samband mellan yngelförekomsten och kalla områden kan också flador och vikar uteslutas. De miljöerna värms ju tidigare på våren och är varma i förhållande till exponerade stränder eller öppet hav. Om leken skulle ske enbart i tillrinnande vattendrag skulle detta förmodligen vara känt och antaget stöds således inte heller av den allmänna uppfattningen. Inte heller i Karås & Hudd (1991) finns

belägg för förekomst av harr yngel i småbäckar eller flador vare sig i Holmö- eller Valsörsarkipelagerna.

I en kartläggning över sik yngelförekomsten och -habitatet i Bottniska viken (Leskelä et al. 1991) undersöktes ett flertal kustavsnitt. Harr yngel observerades inte på sandstränder, som är typiska för den havslekande sikens yngel i tidiga stadier fram till en längd på åtminstone c. 40 mm (Hudd et al. 1992). Harr yngel har inte heller observerats inne i varma skärgårdsområden, fastän provtagningarna inte varit så särskilt långt från kända lekplatser (Hudd & Kålax 1999).

Förekomstbiotoperna kunde beskrivas i avseende å bottensubstrat, djup, påväxt, drift och exponering. Fyndlokalerna var så pass konforma att man med största sannolikhet kan slå fast att det beskrivna habitatet är havsharrrens biotop strax efter kläckningen i utvecklingsfas 1 och 2. Om man bortser från påväxt och drift är den typen av habitat vanliga på båda sidor om Kvarken. Om man placerar in våra observationsplatser i relation till modellen för Valsörarna-Malskär (figur 28) så täcks ett flertal potentiella områden. Villkoret för lämplig stenstrand fylls också. Däremot är det vår åsikt att avsaknaden av påväxt inte fylls. Stenstränderna med lämpligt stora stenar är täckta av stora trådalger ex. fig. 26. Påväxten av stora trådalger har ökat (Hudd pers. kom.) och har redan nu nått sådana dimensioner att det kan vara av avgörande betydelse för havsharr yngelns överlevnad. Orsakerna till havsharrrens nästan totala försvinnande från finska sidan av Kvarken var inte detta projekts uppdrag, men den kraftiga påväxten av stora trådalger är definitivt en faktor, som borde undersökas, som en direkt eller sekundär orsak till havsharrrens beståndskrasch.



Figur 28. Våra fältobservationer i förhållande till potentiella harr yngelproduktionsområden i Valsörarna och Malskär (de svarta konturerna). Röda symboler = potentiella

harryngelområden. Gröna = observationer, som inte varit förlagda på potentiella harryngelområden. Observera att provtagningarna i rörelse inte är medtagna i bilden.

3.3. GIS-modell på potentiella yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken

Om vi skulle ha haft möjlighet att fullfölja vårt upplägg och inleda studierna i Holmögaddområdet skulle projektet ha haft bättre förutsättningar att bygga inventeringarna på en stratifiering som skulle ha byggt på riktiga observationer. Vi skulle ha kunnat inrikta arbetet på justering och verifiering av modellen tidigare. Den version, som nu presenteras, bör betraktas som preliminär tills dess den har verifierats.

Djupet i vattenstranden är inte lodat och tillräckliga mätningar för att tillfredsställande kunna kartlägga de grundaste områdena var omöjligt att skaffa inom ramen för detta projekt. Fastän exakt djup inte kan uppskattas ses dock grundområdena någorlunda bra från satellitscener. Förhållandet mellan olika spektras ljus användes, som nödlösning och har föreslagits bl.a. av Yang et al.(1996) för att tolka vattendjupet.

De kalla områdena uppskattades från två skilda Landsatscener beroende på molnförekomst på svenska sidan 9.5.2002. Spatialt ojämn temperaturutveckling kan ha påverkat modellen. Detta kan inte korrigeras annat än med en studie över längre tid med många molnfria satellitscener tagna under olika temperaturförhållanden helst samtidigt med själva fältarbetet. Vi hade tillgång till 2 st Landsatscener.

Fjärrkarteringsdata och GIS-analys data med olika resolution, vilket berörs i kapitel 1.2.5.2.1., hade betydelse också i uppskattning av parametrarna i modellen. Ex. när uppskattningen av grundområden gjordes. Trots vattenstrandens olika storlek framträder grundområden antingen som minst en pixel breda eller inte alls. Det är alltså en chimär att djupförhållandena runt alla stränder vore lämpliga för harryngel, osv.

Moln framträder som kalla och kan också tolkas som grynnor eller land eftersom ljuset inte tränger tillräckligt igenom dem. I de tillgängliga satellitscenerna gjorde molnförekomst på den svenska sidan (figur 29) att tolkningsfel uppstod i tre större områden. På finska sidan tolkades grumligt vatten i en del älvmyningar som grundområden trots ett känt vattendjup på flera meter (figur 29).

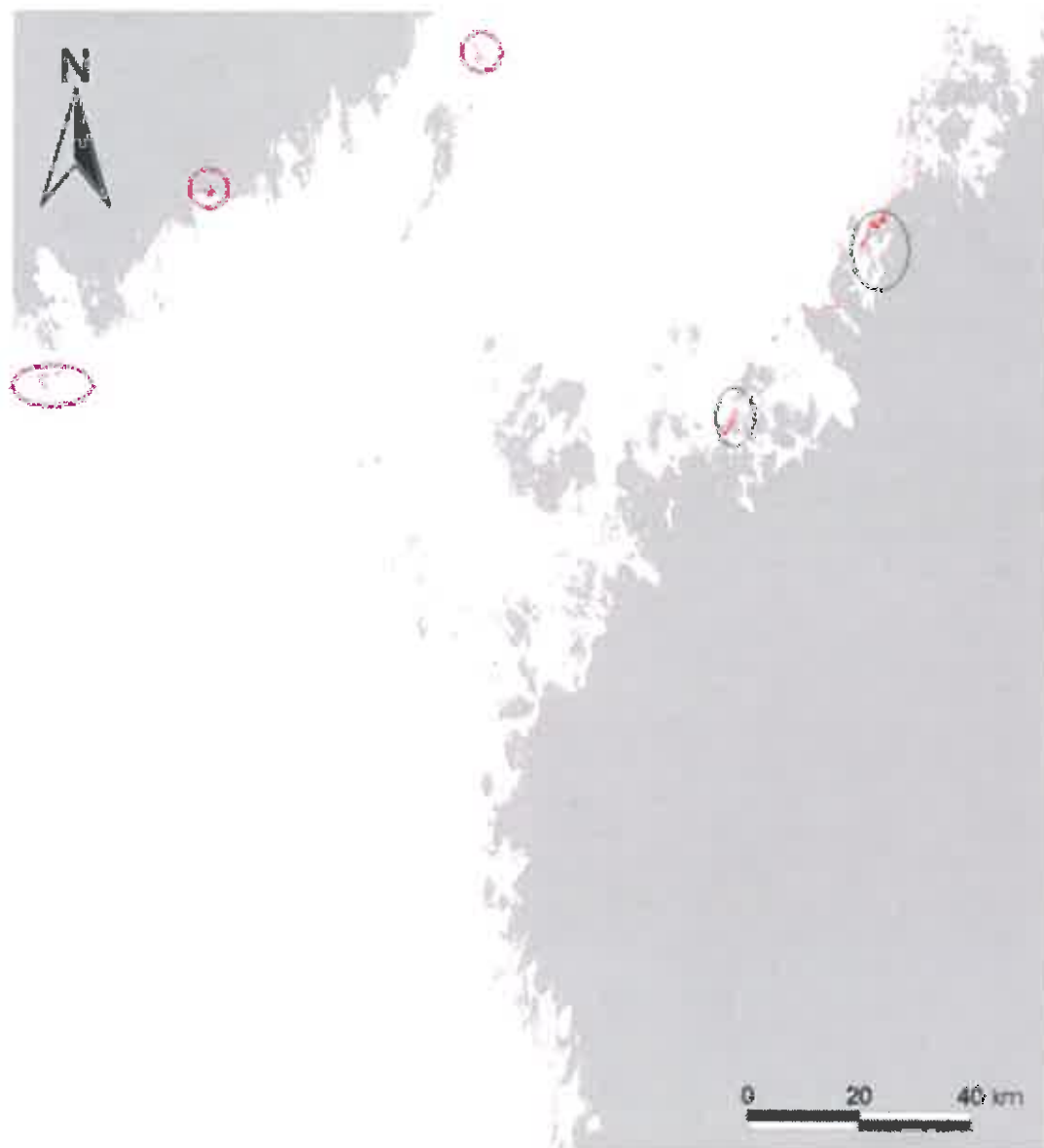
3.3.1. De potentiella yngelproduktionsområdena

Trots att vår modell förmodligen såväl förstorar som mångfaldigar de potentiella yngelproduktionsområdena kan man klart se att de är begränsade. Områdena är inte heller stora sammanhängande enheter. Därtill kommer villkoret på bottenstruktur eller strandtyp, vilket också, i verkligheten, gör dem ännu mer fåtaliga och begränsade än vad modellen visar. Med GIS-analys kan vi tills vidare inte urskilja de olika strandtyperna. Resolutionen i satellitbilderna räcker inte till för det. Eventuellt kunde resolutionen ökas med flygfotografering, men det är kostsamt och inte realistiskt att genomföra inom ramen för detta projekt.

De olika strandtyperna, för att användas i gis-modellering, skulle eventuellt kunna importeras från geologisk modellering och inventering. Även detta skulle kräva mer ground-truthing än våra fältprovtagningar möjliggör.

Eftersom det inte finns observationer av nykläckta harr yngel i havet tidigare är det omöjligt att verifiera modellen annat än genom fältinsatser. Om man jämför till information om lekplatser kan dock följande noteras:

- Enholm (1937) anger Hällgrund, Märaskär och Rödgrynnorna, som lekområden. Av dessa framträder Hällgrund nästan i sin helhet, som ett potentiellt yngelproduktionsområde. Enligt modellen finns ganska få potentiella områden i Märaskär men i Rödgrynnorna finns ett flertal potentiella yngelproduktionsområden.
- I Maxmo skärgård-Harapois- Mickelsörarna-stöds modellen av flera intervjuvar från fiskeriutredningarna i Kyrö älvs influensområde (VFFI opublicerat)
- I Närpes, i de sydligaste delarna av Landsat-scenen och egentligen utanför Kvarken, stöds modellen åtminstone på ett ställe av kommunens naturinventering (Granlund 1979).
- I Holmö- Holmögadd-arkipelagen stöder intervjuerna, trots det svaga statistiska sambandet (figur 25) modellen.



Figur 29. Feltolkningar, som uppstått pga moln (röda ringar) och grumligt vatten i mynningsområden (gröna ringar) i gis-modellen.

3.4. Provtagningar och insamlingsmetodik

Förhandsuppdelningen av undersökningsområdet i olika strata på basen av fjärrkarterad temperatur och fetch (figur 8) påverkade inte vare sig val av områdestyper i provtagningen (tabell 7) och hade förmodligen ingen effekt på resultaten. De bruna och gröna områdestyperna är i verkligheten mycket små till och med så små att de är svåra hitta i terrängen. Eventuellt kan de till och med ha uppstått pga. resolutionsproblem i bildtolkningen. Ett större kvalitetsproblem än den rumsliga och habitatmässiga fördelningen av provtagningen är den tidsmässiga fördelningen (figur 6). Det första årets insatser inföll förmodligen allt för tidigt för att ge resultat. Orsaken, landstigningsförbudet för uttryckligen yngelundersökningspersonalen, berördes redan i början av detta kapitel.

Tabell 7. Fördelningen av fältinsatserna enligt områdestyper eller strata. Åren 2003 och 2004 utan förhandsuppdelning på basen av fetch och temperatur gjord i GIS. År 2005 med förhandsfördelning. Färgerna på siffrorna i områdestyperna motsvarar färgsättningen på de enskilda områdena i figur 3.

	Områdestyp								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Holmöarkipelagen 2003	X			X	X	X	X	X	X
Valsörarna 2003									
Tillsammans 2003	X			X	X	X	X	X	X
Holmöarkipelagen 2004	X			X	X	X	X	X	X
Valsörarna 2004	X			X	X		X	X	X
Tillsammans 2004	X			X	X	X	X	X	X
Holmöarkipelagen 2005	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Valsörarna 2005	X			X	X		X	X	
Tillsammans 2005	X	X	X	X	X	X	X	X	X

3.5. Harrbäälor

Vi kunde inte slå fast vad de s.k. harrbäälorna var. Deras närhet till angivna lekplatser stöder att det kunde röra sig om lekgropar. De påminner mycket om lekplatser beskrivna av ex. Sempeski & Gaudin (1995): "Spawning sites were easily identified because cleaned substrate created small and oval light spots.....och As egg deposition causes gravel removal and creates a small depression, thus modifying physical habitat characteristics,.....". Bäälornas betydelse kan inte lösas annat än genom vidare studier.

4. KÄLLOR

4.1. Litteratur

- Ekeboom, J., Laihonen, P. & Suominen, T. 2002. Measuring Fetch and Estimating Wave Exposure in Coastal Areas. *Littoral* 2002: 155 - 160.
- Enholm, G 1937. En undersökning av skärgårdsharren, *Thymallus thymallus* (L.), i Kvarken. *Acta Soc.pro Fauna et Flora Fenn.* 60: 454 -477.
- Fabricius, E. & Gustafson, K.J. 1955. Observations on the spawning behaviour of the grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 36: 75-103.
- Finlaysson, D. 2004. Weighted Mean Significant Wave Height Rasters for Hood Canal, WA.
- Granlund, M-B1979. Naturinventering i Närpes 1978-79. Miljövårdsnämnden i Närpes. 51 sid. + 24 kartbilagor.
- Gönzi, A.P. 1989. A study of physical parameters at the spawning sites of European grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Regulated Rivers: Research & Management* 12: 155- 169.
- Hudd, R., Hilde'n, M., Urho, L., Axell, M-B., & Jåfs, L-A. 1984. Fiskeriundersökning av Kyro älvs mynnings- och influensområde 1980-1982. *Vesihallitus. Tiedotus* 242B.277 sidor.
- Hudd, R., Jonsson, P. & Urho, L. 2004. Pilotstudie om användning av undervattensvideoteknik för studier av fiskyngelsproduktionsområden och deras tillstånd. Rapport 2004 för Nordisk arbetsgrupp för fiskeriforskning. 41 sid + DVD.
<http://www.norden.org/fisk/sk/publikationer.asp>
- Hudd, R. & Kålxax, P. 1999. Fiskyngelförekomst och fiskbestånd i Kyro älvs mynning 1980-1997. *Miljön i Finland* 293. 37 sid.
- Hudd, R., Leskelä, A., Wiik, T. & Lehtonen, H. 1992. The food of whitefish (*Coregonus lavaretus widegreni*) larvae and fry; factors which influence year-class strength in the southern Bothnian Bay. In: Todd, T.N. and Luczynski, M. (eds.) 1992. *Biology and management of Coregonid Fishes.* *Pol. Arch. Hydrobiol.* 39 (3,4):473-478.
- Hudd, R., Urho,L. & Lehtonen,H. 1987. Fiskeriutrdning över MS Eiras oljeutsläpp i Kvarken . I:Koivusaari, J. (red.) 1987. *Miljöeffekter av oljeutsläpp från MS Eira i Kvarken* 1984. 472 sid. Miljöministeriets miljö- och naturvårdsavdelning; serie A/62/1987. sid. 129 - 343 + bilagor
- Jääskeläinen, V. 1940. Eräitten kalojemme poikasten nuoruusasteista. *Harjus. - Thymallus vulgaris.* *Suomen Kalastuslehti* 47: 87 -89.

- Kallergis, I. 2001. Processing Satellite Images-Oasis Project. Report-Presentation of this stage. Democritus University of Thrace. 18 pp.
- Karås, P. & Hudd, R. 1993. Reproduction areas of fresh-water fish in the Northern Quark (Gulf of Bothnia). *Aqua Fennica* 23,1:39-49.
- Leskelä, A., Hudd, R., Lehtonen, H., Huhmarniemi, A. & Sandström, O. 1991. Habitats of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.) s.l.) larvae in the gulf of Bothnia. *Aqua Fennica* 21, 2:145 - 151.
- Nykänen, M. 2004. Habitat Selection by Riverine Grayling *Thymallus thymallus* L. Jyväskylä studies in Biological and Environmental Science 140. Diss. 40 pp. ISBN 951-39-1757-6.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 1999. Harjuksen elinympäristövaatimukset virtavesissä. Kirjallisuuselvytys. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimuksia - Fiskundersökningar 156. 23 siv.
- Nykänen & Huusko 2001. Suomalainen harjus kutee yleiseurooppalaiseen tyyliin. *Suomen kalastuslehti* 105(6):14-16.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 2002. Suitability criteria for spawning habitat of riverine European grayling. *Journal of Fish Biology* 60:1351-1354.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 2003. Size-related changes in habitat selection by larval grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Ecology of Freshwater Fish* 12: 127 -133.
- Penaz, M. 1975. Early development of the grayling *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758). *Acta Sc. Nat. Brno* 9(11):1-35.
- Sempeski, P. & Gaudin, P. 1995. Size related changes in the diel distribution of young grayling (*Thymallus thymallus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 52: 1842-1848.
- Sundell, P. 2002. Harjusistukkaiden luonnoravintolammikkoviljelyn kehittäminen. Yhteenveto tutkimuksista vuosilta 1997-99. Jyväskylän yliopisto Ympäristökeskus. Tiedonantoja 154. 56 siv. + liitteet.
- Sundell, P., Niemi, A. & Veijola, H. 2001. Etelä-Saimaan harjus. Yhteenveto tutkimuksista vuosilta 1985-99. Jyväskylän Yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tiedonantoja 153. 50 siv. + liitteet.
- Yang, M-D, Merry C.J., & Sykes R.M. 1996. Adaptive short-term water quality forecasts using remote sensing and GIS. *Awra symposium on GIS and water resources. Sept 22-26, 1996 Ft. Lauderdale, FL.*
<http://www.awra.org/proceedings/gis32/yang/>
- Österbottens Fiskarförbund 1976. Fiskeriutredning i kustkommunerna i Sydösterbotten (Nykarleby - Kristinestad) år 1974. Totalplan för vattens nyttjande i Österbottens södra del. Vasa Vattendistrikts Vattenbyrå. 70 sid. + bilagor.

4.2. Filmer och DVD-presentationer

Hudd, R., Ahlqvist, J. & Urho, L. 2005. Larvae of the Sea Spawning Grayling (*Thymallus thymallus*) in the Quark. Kalantutkimuspäivät. Vaasa 15-16.11.2005. DVD.

Sjödén, P., Norman, L. & Skoog, K. 1997. Levande vatten. Spegelfilm/AV-Media Jämtlands län AB

4.3. Muntliga källor

Namn	bakgrund
Aarnipuro Lasse	fritisdfiskare, Umeå
Björkman Anton	direktör, Björköby
Brändström Torsten	yrkesfiskare, Holmön
Carlsson Ulf	fiskeribiolog, Umeå
Eriksson Lars-Ove	professor, Umeå
Håkansson Lars	professor, Uppsala
Kaarto Jarl	yrkesfiskare, Björköby
Lundberg Henry	yrkesfiskare, Köklot
Nousiainen Kyösti	fiskmästare, Korsholm
Sundell Pekka	forskare, Jyväskylä
Söderblom Are	yrkesfiskare, Särkimo
Westergård Helmer	yrkesfiskare, Björköby
Åvik Erik †	fiskerikonsulent, Töjby,
Österqvist Harri	sjöbevakare, Björköby

4.4. Hemsidor

Havsforskningsinstitutet. www.fimr.fi, 2006-03-15

NASA. Landsat 7 Science Data Users Handbook - chapter 11 - Data Products
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.html, 2006-03-16

4.5. Databaser och positioneringsservice

Havsforskningsinstitutet. Temperaturuppgifter från Valsörarna 2000-2005.

Lantmäteriverket. Kartdatabasen.

Lantmäteriet. Ortofoton.

Sjöfartsstyrelsen BEACON

Umeå universitet, Umeå Marina Forskningscentrum. Temperaturuppgifter från Norrby 2000-2005.

4.6. Opublicerade intervjumaterial, som insamlats till andra utredningar

VFFI opublicerade intervjumaterial i anslutning till fiskeriutredningarna i Kyro älvs influensområde. Se: Hudd et al. 1984.

VFFI opublicerade intervjumaterial i anslutning till fiskeriutredningarna efter M/S Eiras oljeutsläpp i Kvarken 1984. Se: Hudd et al.1987.

4.7. Program

Arc-View GIS 3.2

ER-mapper 7

Microsoft Visual Studio 6.0

Office 2000

Systat 10.2

5. TILLKÄNNAGIVANDE

Harryngelstudierna har gjorts som del i Kvarken-Mittskandia Interreg IIIA projektet Kvarkenharr. Projektet har erhållit den nationella motfinansieringen via Västra Finlands Miljöcentral

Västra Finlands Miljöcentral gjorde planeringen och genomföringen dykningarna i Holmöarkipelagen sommaren 2003 under ledning av Hans-Göran Lax.

6. TACK

Temperaturuppgifter: Personalen på havsforskningsinstitutet, sjöbevakningen och Norrby forskningsstation.

Konsultering i statistisk och matematisk modellering: Jakob Kjellman WSP-Environmental

Konsultering i Fjärrkarterings- och GIS-computer science: Mikael Holm Pieneering Vasa

EU-byrokrati och redovisning: Riitta Pikkumäki (VFFI-Vasa) & Ingela Lindström (LSU-Umeå)

Deltagare i VIPS-projektet: Peter Jonsson Lunds Tekniska Högskola

VIPS-projektet: Nordiska rbetsgrupp för fiskeriforskning. Nordiska

"Intervjuoffer": Under flera tiotals år har otaliga skärgårdsbor, fiskare, båtfolk och biologer utsatts för intervjuer om harrlekplatser, harrfiskeplatser, harrrens mystiska försvinnande och harrrens mystiska väsen. Alla dessa intervjuade personer har inte omnämnts i texten, men TACK i alla.

Sommararbetare och Åbo Akademis Arbetsforum: Varje år har Åbo Akademis sommarpraktikanter deltagit i fältarbeten. De har gjort ett toppenjobb och hållit reda

på prylar, foton och anteckningar. Duktiga studeranden! Tack också för det goda samarbetet med Åbo akademis arbetsforum.

7. BILAGOR

Bilaga 1a-d. översiktstbilder över potentiella harr yngelproduktionsområden i Kvarken.

Bilaga 2. Karta i texten förekommande ortnamn.

Bilaga 1a. Översiktstbild av potentiella harr yngelproduktionsområden i vid den Svenska kusten av Kvarkenområdet. Röda symboler indikerar potentiella harr yngelområden.



Bilaga 1b. Översiktstbild av potentiella harr yngelproduktionsområden i vid den Finska kusten av Kvarkenområdet norr om Vasa. Röda symboler indikerar potentiella harr yngelområden.



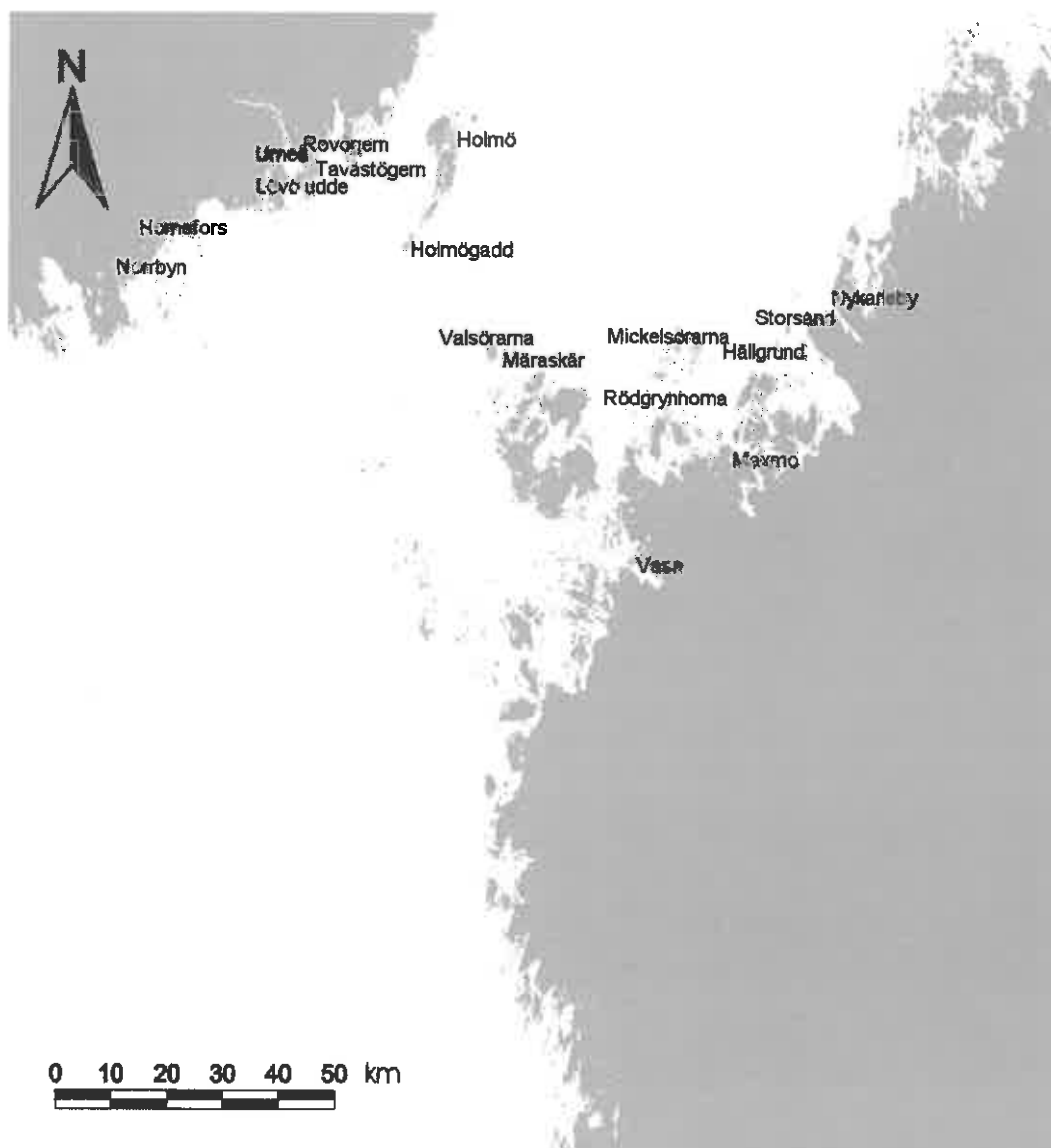
Bilaga 1c. Översiktstbild av potentiella harr yngelproduktionsområden i vid den Finska kusten av Kvarkenområdet. Vasa med skärgård. Röda symboler indikerar potentiella harr yngelområden.



Bilaga 1d. Översiktstbild av potentiella harr yngelproduktionsområden i vid den Finska kusten av Kvarkenområdet söder om Vasa. Röda symboler indikerar potentiella harr yngelområden.



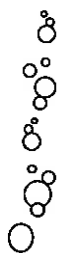
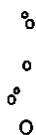
Bilaga 2. Karta över ortnamn i texten. Kartan gjord på Landsat satellitfoto.





Slutrapport Projekt Kvarkeharr

Anders Alanära, Richard Hudd, Jan Nilsson, Lars Ljunggren,
Hans-Göran Lax & Ulf Carlsson



Vattenbruksinstitutionen
Rapport 55
Umeå 2006



Projekt Kvarkeharr har fått stöd av



Europeiska unionen
Euroopan unioni

INTERREG KVARKEN-MITTSKANDIA



Västra Finlands Miljöcentral



**Länsstyrelsen
Västerbotten**

Slutrapport projekt Kvarkeharr

Anders Alanärä¹, Richard Hudd², Jan Nilsson¹, Lars Ljunggren³, Hans-Göran Lax⁴ & Ulf Carlsson⁵

¹Vattenbruksinstitutionen, SLU, 901 83 Umeå.

²Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, Korsholmanpuistikko 16, 651 00 Vasa.

³Kustlaboratoriet, Fiskeriverket, Box 109, 740 71 Öregrund.

⁴Västra Finlands Miljöcentral, PB 262, 651 01 Vasa, Finland.

⁵Länsstyrelsen i Västerbotten, 901 86 UMEÅ.

© SLU

Vattenbruksinstitutionen

901 83 Umeå

Tel. 090 - 786 84 83

Fax. 090 - 12 37 29

E-post. vabr@slu.se

Hemsida. <http://www.vabr.slu.se/>

Rapport nr 55, 2006.

ISSN 1101-6620

ISRN SLU-VBI-R--55--SE

SAMMANFATTNING

Syftet med projektet har varit att ta fram ett åtgärdsförslag för skötsel och bevarande av harr i Kvarkenregionen som bygger på kunskap om såväl den havslekande som den havsvandrande harrens biologi och livsmiljöer. I projektet kartlades harrens lekområden, samt de områden som ynglen nyttjar under första delen av sitt liv. Därtill kartlades släktskapen inom och mellan populationerna, som leker i havet kontra Kvarkenområdets älvar. Information om harrens yngelproduktionsområden och släktskap är viktig information om t.ex. återintroducering eller restaureringsåtgärder skall vidtas. Projektet var ett samarbetsprojekt inom Interreg IIIA Kvarken-Mittskandia. Samarbetsparterna var Vattenbruksinstitutionen vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet Finland, Västra Finlands Miljöcentral, Länsstyrelsen i Västerbottens län och Kustfiskelaboratoriet vid Fiskeriverket i Sverige.

YHTEENVETO

Hankkeen tarkoituksena on ollut tuottaa Merenkurkun harjusta koskeva toimenpide-ehdotus, joka perustuu tietoon sekä merikutuisen että jokikutuisen harjuksen biologiasta ja elinympäristöistä. Hankkeessa kartoitettiin harjuksen kutu- ja poikastuotantoalueita sekä merikutuisten ja jokikutuisten populaatioiden välisiä ja sisäisiä sukulaisuussuhteita. Tieto harjusten poikastuotantoalueista ja sukulaisuussuhteista on tärkeää esimerkiksi istutuksia ja ennallistamistoimenpiteitä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Hanke toteutettiin osana Interreg IIIA Kvarken-Mittskandia ohjelmaa. Yhteistyökumppaneina toimivat Ruotsin maatalousyliopiston vesiviljely-yksikkö, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Länsi-suomen ympäristökeskus, Länsipohjan lääninhallitus ja Ruotsin Fiskeriverket.

ABSTRACT

The purpose with this project was to suggest measures for the management and conservation of Arctic grayling (*Thymallus thymallus*) in the Kvarken region, which is built on knowledge of both sea spawning and anadromous populations. The spawning areas of sea spawning grayling and the habitats of newly hatched fry was investigated and described. In addition, the population genetics of the most important sea spawning and anadromous grayling populations was examined. Knowledge on spawning habitats and how different populations are related to each other are important for different measures to be taken like reintroduction and the restoration of disturbed habitats. The project was a part of the Interreg IIIA Kvarken-Mittskandia program. Partners collaborating in the project were the department of Aquaculture at the Swedish University of Agricultural Sciences, the Finnish Game and Fisheries Research Institute, the western Finnish Environment Centre, the County Administration of Västerbotten, and the institute of coastal research within the Swedish Board of Fisheries.

Bakgrund till projektet Kvarkeharr

Syftet med projektet har varit att ta fram underlag till ett åtgärdsprogram för harren i Kvarken som bygger på kunskap om såväl den havslekande som den havsvandrande harrens biologi och livsmiljöer. I projektet kartlades harrens lekområden, samt de områden som ynglen nyttjar under första delen av sommaren. Därtill kartlades släktskapen inom och mellan populationerna, som leker i havet kontra strömmande vatten. Information om harrens yngelproduktionsområden och släktskap kan ligga till grund för en skötselplan för harren i Kvarken. En sådan plan kan till exempel innehålla förslag och rekommendationer för återintroduktion av harr, fiskeregler och förslag till restaureringsåtgärder. Projektet var ett samarbetsprojekt inom Interreg IIIA Kvarken-Mittskandia. Samarbetsparterna var Vattenbruksinstitutionen vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet Finland, Västra Finlands Miljöcentral, Länsstyrelsen i Västerbottens län, samt Kustfiskelaboratoriet vid Fiskeriverket.

Havslekande harr - en unik företeelse

Att det finns harr, som lever i havet har varit allmänt känt under lång tid, men några egentliga bevis för att ynglen växer upp i havet har tidigare saknats. Under sommaren 2004 skedde ett genombrott vad gäller bevis om havslekande harr. Tre yngel hittades i Holmögadd-arkipelagen (figur 1). Sommaren 2005 observerades harrnygel regelbundet på tre skilda lokaler i Holmögadd-arkipelagen¹. Observationerna av harrnygel varierade från flera tiotal upp till flera hundra yngel inom en och samma lokal. Ett fåtal mindre samlingar om 10-50 individer observerades, men vanligast var solitära individer som ej uppvisade något territoriellt beteende. DNA som tagits från lekmogen harr fångad i maj 2005 vid olika lokaler på Holmön överensstämmer mycket väl med DNA taget från yngel i slutet av juni vid samma platser. Detta samband bevisar att lekmogen harr som rör sig runt Holmön i maj är där för att leka. Detta gör kvarkenregionens harr unikt mångsidig. Faktiskt finns här fyra typer av harr som i avseende på fortplantning och beteende har olika strategier. Här finns populationer som:

- lever hela sitt liv i havet
- leker och växer upp i rinnande vatten men där de vuxna fiskarna lever i havet
- lever hela sitt liv i rinnande vatten
- lever större delen av sitt liv i sjöar men leker i tillrinnande vattendrag.

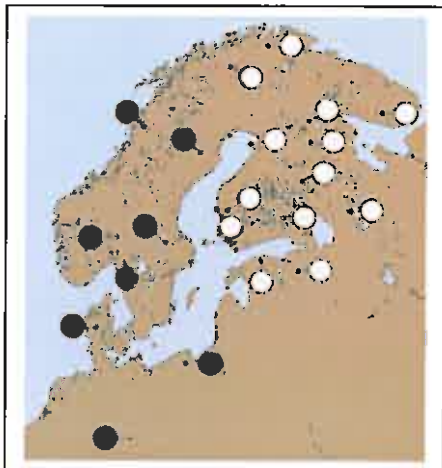
¹ Hudd, R., Ahlqvist, J., Jensen, H., Urho, L. & Blom, A. 2006. Lek- och yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken. Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, 901 83 Umeå. Rapport 53.



Figur 1. Harryngel som precis förbrukat sin gulesäck och startat en mer aktivt födosök. Vid denna tidpunkt är ynglen ca 20 mm långa. Ynglen har konserverats i formalin och ser därför lite annorlunda ut i färgen jämfört med levande yngel (Foto Lauri Urho).

En art - två ursprung

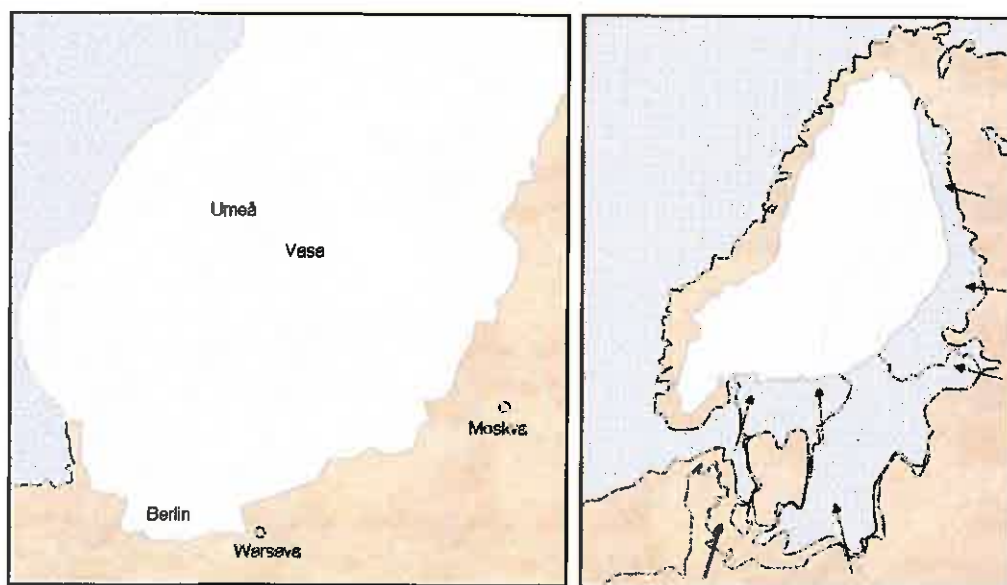
Genom att jämföra genetisk information från ett speciellt sorts DNA, som kan sägas lagra släktskap årtusenden bakåt i tiden, fann en grupp finska, ryska och svenska forskare² att harren i Norra Europa i huvudsak har två ursprung. Populationer i Sverige, Norge, Danmark, Polen och Tyskland har ett gemensamt ursprung, medan populationer i Finland, Ryssland och Estland har ett annat ursprung (figur 2). Skillnaden är mycket tydlig och det finns nästan inget genetiskt överlapp alls.



Figur 2. Genetiska studier av harrens ursprung i norra Europa. Svarta cirklar representerar harr som under istiden troligen befunnit sig söder om Skandinavien och grå cirklar fisk från öster (modifierat efter Koskinen m fl. 2000).

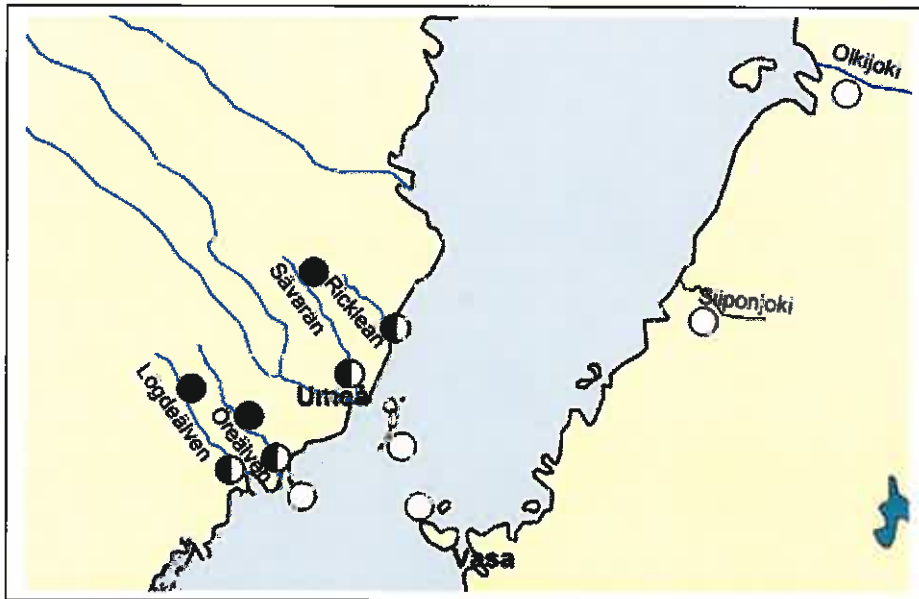
² M. T. Koskinen, E. Ranta, J. Piironen, A. Veselov, S. Titov, T. O. Haugen, J. Nilsson, M. Carlstein and C. R. Primmer. Genetic lineages and postglacial colonization of grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses. *Molecular Ecology* (2000) 9, 1609-1624. Den "historiska" genen som använts i denna studie kommer från cellens mitokondrier, så kallat mitokondrie DNA. Det unika med detta DNA är att det endast nedärvs via honorna och kan således inte "förorenas" eller förändras med DNA från hanar härstammande från andra områden. Det nedärvs från hona till avkomma utan att förändras via annat än mutationer.

Förklaringen till harrrens olika ursprung finns troligen att söka i perioden under istiden. Den senaste istiden startade för ungefär 70 000 år sedan och hade sin största utbredning för ca 20 000 år sedan då den nådde en bra bit ned i norra Tyskland och Polen (figur 3). När sedan isen började smälta för ca 10 000 år sedan kunde harrpopulationer återvandrade till områden som tidigare legat under snö och is. Troligen skedde en invandring från söder som gav ursprung i den Svensk-Norska stammen, samt en från öster som gav upphov till den Finsk-Ryska stammen (figur 3).



Figur 3. Kartan till vänster visar den senaste istidens största utbredning för ca 20 000 år sedan. Kartan till höger visar isläget för ca 10 000 år sedan, det så kallade Yoldiahavet. Isen hade då smält bort så mycket att en kanal över Mellansverige öppnades och saltvatten trängde in och bildade ett stort område med bräckt vatten. Denna period varade ungefär i 800 år innan landhöjningen gjorde att havsförbindelsen bröts. Pilarna indikerar harrrens återvandringmönster, en population som kom från söder - sydväst och en från öster.

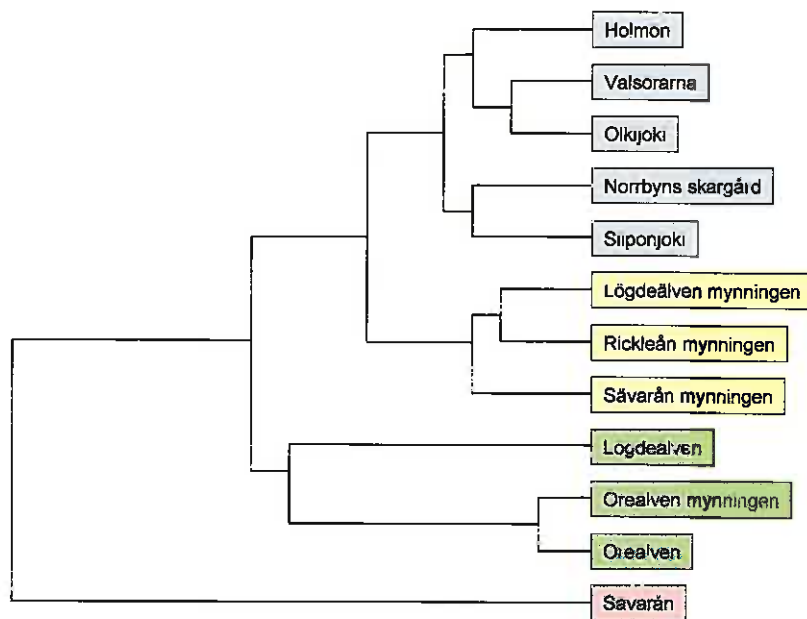
Hur ser då ursprunget ut för de harrar som lever i Kvarkenregionen? Harr som i projektet fångats i havet vid Holmön och Norrbyns skärgård i Sverige, samt Valsörarna i Finland har sitt ursprung i den Finsk-Ryska stammen (figur 4). Detsamma gäller för de harrar som fiskats i de finska vattendragen Olkijoki och Siiponjoki norr om Vasa. I de svenska vattendragen framträder dock ett spännande mönster. Harr som fångats någon mil uppströms mynningen i Sävarån, Öreälven och Lögdeälven har alla sitt ursprung i den Svensk-Norska stammen, medan de som fångas i närheten av mynningsområden består av en mix av bägge (figur 4). Mynningsområdena utgör alltså mötesplatsen där de olika ursprungena blandas. Mycket intressant är också att det östliga ursprunget inte tagit sig längre uppströms än de nedersta delarna av älvarna trots att vandringsvägarna har varit öppna i mer än 6000 år.



Figur 4. Karta över Kvarkenregionen. Grå cirklar representerar populationer med ett ursprung i den Finsk-Ryska stammen och svarta cirklar populationer med ett ursprung i den Svensk-Norska stammen. Cirklar till hälften svarta och grå representerar områden där de bägge ursprungena blandats.

Förutom de gener som visar på ett historiskt ursprung så finns det gener som visar på släktskap i mer modern tid. I figur 5 nedan visas Kvarkenharrens släkträd för vissa i projektet utvalda områden. Intressant att se är att det nutida släktskapet verifierar det historiska. De förmodade havslekande populationerna vid Holmön, Norrbyns skärgård och Valsörarna är mycket närbesläktade. Till detta släktskap hör även harr som fångats i de Finska vattendragen Olkijoki och Siijonjoki. Alla dessa hör historiskt till den Finsk-Ryska stammen. Harr fångade i de nedersta delarna av Rickleån, Sävarån och Lögdeälven utgör en annan närbesläktad gruppering. Dessa är faktiskt mer närbesläktade med havsharr än harr fångade uppströms mynningen. Den tredje grupperingen utgörs av harr från Öreälven och uppströms liggande områden i Lögdeälven. I Öreälven är harr fångade i närheten av mynningen och uppströms mycket närbesläktade. Trots skillnader i historiskt ursprung så indikerar detta att det numera sker ett utbyte av gener och att de tillhör samma population. Harr fångad i de övre delarna av Sävarån är å andra sidan släktskapsmässigt helt skild från samtliga övriga populationer.

De genetiska undersökningarna visar att harren i Kvarkenområdet har en mycket speciell och delvis komplicerad genetisk bakgrund som till stor del avspeglar skeenden långt tillbaka i tiden. Undersökningarna ger ett underlag som bör beaktas vid åtgärder som kan förändra den naturliga genetiska sammansättningen av bestånd (t ex utplanteringar). Frågor som berör vad som ur bevarandenaspekt är lämpligt att utföra har här ett datamaterial som ger god vägledning för beslut om åtgärder.



Figur 5. Harrens släkträd för vissa utvalda havsområden och vattendrag i Kvarkenregionen.

Var i havet leker harren och var finns de nykläckta ynglen?

I projektet har vi inte lyckats att "med egna ögon" observera harrlek i havet. Våra provfisker på möjliga lekplatser gav inte heller något resultat. Därför har vi inte kunnat beskriva lekplatsernas egenskaper. Däremot så har vi som tidigare nämnts funnit nykläckta yngel på ett antal områden. Vår bedömning är att dessa yngel med största sannolikhet inte förflyttat sig nämnvärt sedan de kläcktes och att lekområdena därför är de samma eller finns alldeles i närheten.

Ynglen som observerats fanns på mycket grunda och exponerade stenstränder¹. I satellitbildstolkning framträder områdena som temperaturmässigt kalla och de avviker på så sätt från de flesta andra av våra fiskarters uppväxtområden för yngel. Stranden betecknades som stenstrand med en del inslag av sand eller grus mellan stenarna, samt spridda små block (figur 6). Stranden var mycket långgrund, nästan platt och i vattenbrynet fanns små sänkor som bildade små gölar, i vilka de flesta harr ynglen fanns. Gölarna kunde vara upp till någon kvadratmeter stora. Gölarna sköljdes över av vågsvallet men var skyddade för de värsta bränningarna. Stenarna låg direkt mot botten och var oftast mellan knytnävs- och huvudstora. På inga ställen där harr yngel observerades kunde någon tydlig vattenström, förutom vågsvall, noteras. Andra fiskarter som spigg och elritsa saknades nästan helt.

Med hjälp av uppgifter om miljön där ynglen hittades har en modell över potentiella uppväxtområden för yngel och troligen lekområden skapats. Med denna modell är det möjligt att hitta andra områden av liknande karaktär där harren leker eller som skulle kunna vara lämpliga för nyintroduktion¹.



Figur 6. Bilden till vänster visar strandlinjen vid det yngeltätaste stället på Holmögadd sommaren 2005. Bilden till höger visar bottenstrukturer på en harrangelbiotop.

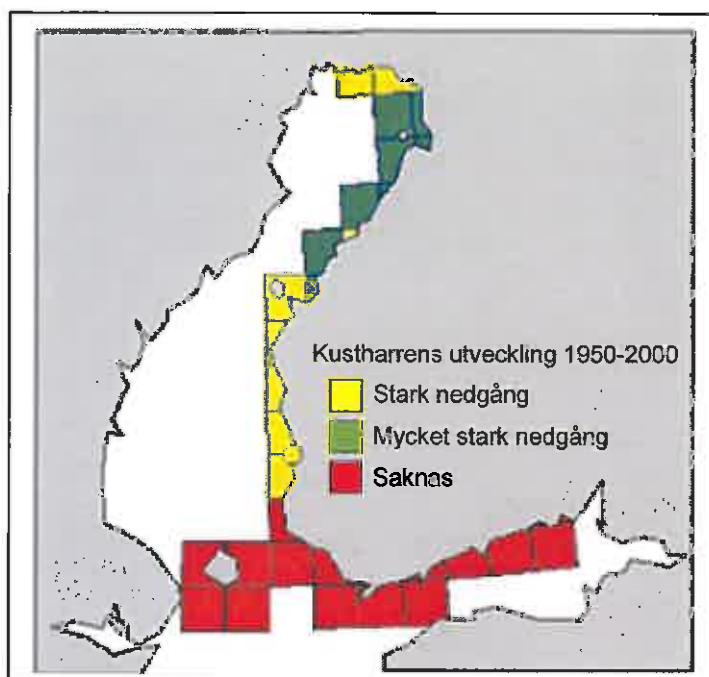
Är den havslekande harren utrotningshotad?

All dokumentation, som finns om harrbestånden i Bottniska viken, visar på att situationen för havslekande harr är mycket kritisk. Bestånden uppfyller alla kriterier för att vara "kritiskt hotad", som är den högsta hotgraden i IUCN:s³ klassificering för ännu existerande hotade organismer på jorden. Följande steg är utrotad i naturen. Fastän det inte finns någon riktig uppföljning av bestånden kan man säga att havsharren har minskat i numerär och utbredning, samt att största delen av delbestånden redan är försvunna. Det enda riktade monitoringprogrammet för havsharr misslyckades redan i mitten av 1980-talet med att fånga fisk på områden som var kända för harr på den finska sidan om Kvarken. De omfattande provfisken, som genomfördes i Kvarkeharrprojektet för att studera förekomst under leken stöder till fullo uppfattningen om en dramatiskt nedåtgående utvecklingen.

Av de havsvandrande harrbestånden finns på den finska sidan om Kvarken bara tre till fyra kvar. Dessa är svaga. På den svenska sidan finns havsvandrande harr i samtliga större älvar, men dess status är okänd.

Vid intervjuer med forskare, fiskeförvaltare, fiskeorganisationer och fiskhandlare om deras syn på fiskbeståndens utveckling längs den finska kusten ansåg alla att harrpopulationerna har kraschat i Finland (figur 7, Kjellman opubl.).

³ http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria2001

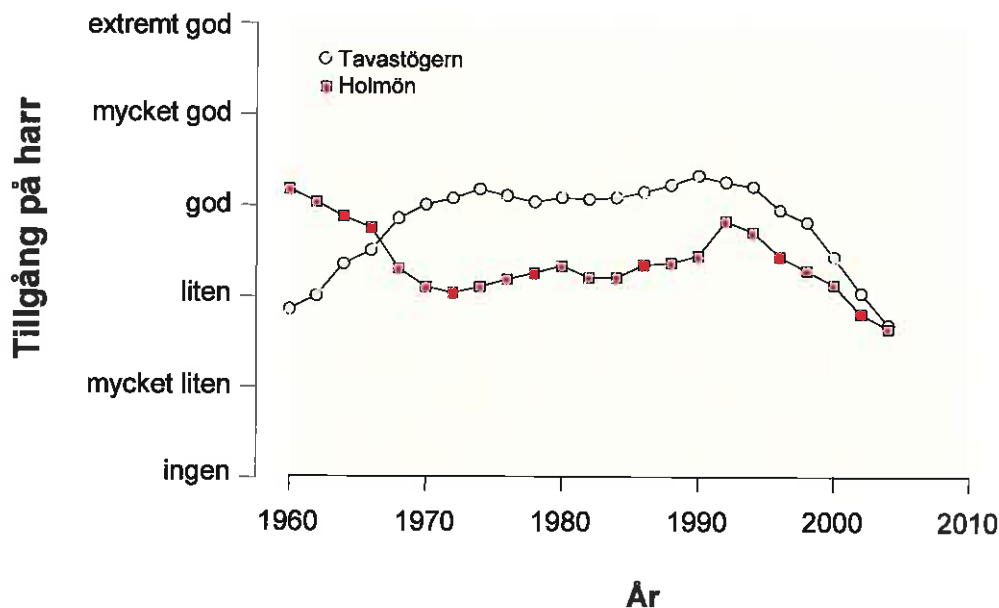


Figur 7. Utvecklingen i havsharrbestånden längs den finska kusten enligt en temaintervju gjord för att kartlägga forskares, förvaltares, fiskefunktionärers och handelns uppfattning om fiskbestånden från 1950-talet fram till 2000-talet (Kjellman opublicerad).

I figur 8 visas hur fritids-, husbehovs- och yrkesfiskare uppfattar att tillgången på harr förändrats under perioden 1960 till 2004 vid Tavastögern och Holmön i Sverige. Det samlade intrycket också här är att förekomsten av harr i dessa områden avsevärt minskat under de senaste 10 åren⁴.

Våra inventeringar visar att det sker lek vid Holmön och möjligen i Norrbyns skärgård. Däremot verkar de havslekande populationerna i Finland mer eller mindre utrotade. Inom ramarna för detta projekt har det ej varit möjligt att skatta mängden harr, men allt tyder på att den havslevande harren i Kvarkenregionen är starkt hotad. Det värsta scenariot är att det endast finns mycket små populationer kvar vid Holmön och eventuellt Norrbyns skärgård.

⁴ Jensen, H. & Alanärrä, A. 2006. Harrfiskets omfattning och karaktär vid kusten i Kvarkenregionen. Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, 901 83 Umeå. Rapport 45.



Figur 8. Fritids-, husbehovs- och yrkesfiskares uppfattning om hur tillgången på harr förändrats under perioden 1960 till 2004 vid Tavastögen och Holmön. Informationen bygger på svar från 13 uppgiftslämnare med omfattande och lång erfarenhet av harrfiske vid dessa områden.

Finns det någon koppling mellan miljön och nedgången i harrpopulationerna?

Till projektets åtaganden hörde inte att utreda orsakerna till den dramatiska nedgången i harrbestånden. Vi kan i detta skede bara spekulera i att det finns en koppling mellan artens miljökrav och den dramatiska beståndsutvecklingen. Bland annat har den allmänna övergödningen av Bottenhavet och Bottenviken ökat tillväxten av alger. En del av strandzonens alger anses av en del forskare till och med som giftiga. Sådana alger är tämligen vanliga i områden typiska för harrlek och kan därmed vara toxiska under harrrens tidiga utvecklingsstadier. När algerna dör och bryts ner försämras dessutom ynglens uppväxtmiljö. Drivande ruttande algmassor är idag en allmän syn vid stränderna, speciellt längs den Finska kusten.

Täta algbestånd gynnar också storspiggen, som kan vara en allvarlig predator på nykläckta harrnygel. Vid inventeringen av yngelhabitat framgick att spigg mer eller mindre saknades i områden där det fanns harrnygel. En ökad utbredning av alger kan således gynna storspigg och försämra överlevnaden för harrnygel.

Försurningen, framför allt där älvarna rinner genom områden med sura leror, kan också vara en bidragande orsak till beståndskraschen. Sådana vattendrag återfinns framförallt i Bottniska viken. Eftersom älvvattnet flyter ovanpå havsvattnet kan det försurade vattnet också nå långt ut i havet. I det försurade vattnet finns rikligt med metaller, som är speciellt giftiga just i brytningen mellan sött och bräckt vatten. Aluminium är en sådan metall som även är starkt giftig för fisk. Tyvärr finns det alltför

litet forskning om vad som händer i dessa brytningszoner där sura metallrika älvvatten och havsvatten möts eller där vattnen möter fiskars eller deras romkorns ytor. Rent kemiskt är fenomenet dock känt.

Kan man göra något för att förbättra situationen för den havslekande harren?

Freda harren från fiske under lekperioden

För att minska bifångsterna av öring vid annat fiske i Bottenviken, införde Fiskeriverket i Sverige från och med 1 juli 2006 ett förbud att fiska med nät på vatten grundare än 3 meter under perioderna 1 april – 10 juni och 1 oktober – 31 december. Eftersom harrens lek sannolikt sker på mycket grunda områden och harren också i övrigt uppehåller sig på grundområdena innebär detta fiskeförbud även ett möjligt skydd för den havslekande harren vid den svenska kusten i Kvarkenregionen. Vår bedömning i projektet är att detta är tillräckligt för att skydda harrbestånden från nätfiske. Eftersom en stor del av fisket på harr utgörs av spöfiske bör en undersökning göras av fångstuttaget i detta fiske och därefter utvärdera om eventuella ytterligare åtgärder kan behövas.

I Finland har harren enligt lag varit fredad under leken sedan 1951. En uppluckring skedde 1982 då fritidsfiskeredskap undantogs från fredningen. Därtill kommer att det under 1970 och 1980-talen skedde radikala förändringar i fisket som mer eller mindre totalt upphörde på grunt vatten (t ex Hudd & Leskelä 1998)⁵ där harrarna uppehåller sig under våren. Fisketrycket och därmed fiskedödligheten på harr från kommersiellt fiske vid den Finska sidan om Kvarken har således sedan länge upphört. Ändå kraschade bestånden! Detta indikerar att andra faktorer än fisket har varit av större negativ betydelse för kustharrrens populationsutveckling i Finland.

Olika former av förbud eller fredningar har ofta varit ett sätt att reglera fisket utan att man behövt känna till underliggande faktorer för förändringar i bestånden. Då man använt förbud och fredning har man tagit för givet att fisket varit den huvudsakliga faktorn som reglerar beståndsstorleken och inte andra orsaker som påverkar exempelvis rekryteringen. Genom att reglera fisket förlorar vi delvis den kontinuerliga uppdateringen av harrbeståndets utveckling. Denna informationsgång bör i så fall ordnas genom riktad inventering.

Plantera ut harrnygel

En vanligt förekommande åtgärd i förvaltningen av fiskpopulationer är att återplantera fisk i områden där den ursprungliga populationen av olika skäl försvunnit eller kraftigt reducerats. I projektet har vi erhållit en ökad kunskap om de områden den havslekande harren nyttjar för lek, samt de miljöer ynglen nyttjar under den första tiden efter kläckning. Dessutom har vi en god bild av hur olika harrpopulationer är släkt med varandra, där havslekande populationer är mycket närbesläktade. Den havslekande

⁵ Hudd, R. & Leskelä, A. 1998. Acidification-induced species shifts in coastal fisheries off the River Kyrönjoki, Finland: a case study. *Ambio* 27(7), p. 535-538.

populationen vid Holmön i Sverige skulle t ex kunna vara möjlig att använda för återplantering i både kustområden och rinnande vatten i Finland. Tillsammans ger denna information goda förutsättningar för försök till återetablering av harr i områden som tidigare haft lekande harr eller områden som skulle kunna vara lämpliga för nyintroduktion. Vid återintroduktion har det i många fall visat sig vara mest effektivt att plantera ut rom eller att sätta ut nykläckta yngel. Fördelen är att de präglas till området och därmed ökar chansen att de som vuxna återvänder till samma område för lek. En annan fördel är att man kan, eftersom de nykläckta ynglen är billigare att producera och lättare att transportera, öka antalet utsättningsplatser och också plantera yngel på platser dit det annars är svårt nå.

Hur många föräldrafiskar behövs det för att säkra den genetiska variationen i en nyskapad harrpopulation? Genetiska teorier föreslår att det effektiva antalet föräldrar bör vara minst 50 för att inavelsökningen ej skall vara mer än 1% per generation. Med ett effektivt antal föräldrar om 50 menas att det krävs 25 honor som befruktas av 25 hanar och att befruktningarna ska genomföras med en hona och en hane. Om ett för litet antal föräldrafiskar används riskerar vissa arvsanlag att elimineras och den genetiska beredskapen inför förändringar i miljön minskar. Inavelsgraden ökar vilket på sikt kan få negativa konsekvenser för överlevnad och reproduktion.

För att inte riskera att vi beskattar de nuvarande populationerna så kraftigt att deras fortlevnad riskeras föreslår vi att man undersöker och värderar möjligheterna att bygga upp en levande genbank. Denna metod är bra för att kunna säkra kontinuitet i utsättningarna och minimerar ett överuttag av vild köns mogen fisk. Eftersom vi saknar kunskap om de havslekande populationernas storlek och livskraftighet skulle ett alltför stort uttag av lekfisk för romtäckt kunna vara negativ. Därför bör också denna åtgärd göras kontrollerat och eventuellt med tidsintervall. En noggrann uppföljning av effekter och av resultat bör också ombesörjas.

Biotopvårdande åtgärder och skyddsåtgärder

Det finns ingen samlad kunskap om biotopvårdande åtgärder riktade mot fisk i havsmiljö i Bottniska viken. Åtgärder som riktar sig mot skärgårdens och kustens kallvattenarter saknas helt. Därför kan vi inte specificera hur sådana åtgärder skall göras. Vi kan bara ge exempel på fenomen som man bör försöka hitta lösningar på. Fastän konstgjorda åtgärder kan vara framgångsrika är de ofta lokala och kortvariga. Det viktigaste vore att med alla medel bevara och skydda den miljö harren kräver för att överleva. Då det gäller habitatet bör de på lokal och regional skyddas med strikta direktiv om muddring, dumpning, kanalisering, etablering av vindkraft, strandbyggnation osv.

Drivande ruttnade alger och onormal alg tillväxt har fångat vår uppmärksamhet nästan överallt i Kvarkenområdet. Med säkerhet känner vi inte den mekanism, förknippad till dessa, som gör att harr ynglen inte trivs, men en biotopvårdande åtgärd vore att på något sätt rengöra lämpliga stenstränder från algmassorna. För att snabbt ta reda på hur åtgärden lyckas kunde man efter rengöringen kombinera åtgärden med stödutplantering av nykläckta yngel.

Eftersom en del harrpopulationer, som lever i havet har sin fortplantning i tillrinnande vattendrag, på samma sätt som vandringslik, havsöring och lax, kan man

anta att stödåtgärder i rinnande vatten skulle kunna få positiva effekter också i havet. På svensk sida har t ex utplanteringar av harr genomförts i olika vattendrag med föräldrafisk från framförallt Rickleån, men det finns inga uppföljningar av resultatet. På finska sidan har dock inga åtgärder hittills gjorts för att återställa eller öka de vandrande harrbestånden. I litteraturen finns mycket uppgifter om harrens biologi i rinnande vatten varför åtgärder kan genomföras omgående. Man kunde t ex starta med stödutplanteringar eller återintroducering för att under fiskarnas vandringsår i havet åtgärda habitaterna för de återvandrande lekfiskarna. Åtgärder föreslås för såväl små, medelstora som stora vattendrag. I Österbotten finns ett flertal små bäckar, åar och älvar som tidigare haft harr, t ex Harrström å, där harren till och med gett namnet åt hela byn Harrström. Ett annat exempel är Perho å norr om Karleby. Den har nyligen fått en omfattande restaureringsplan som bör kunna gynna den havsvandrande harren. Försök med utsättningar av harr kan där inledas omgående eftersom det ursprungliga beståndet är utrotat. Uppföljningen av effekterna bör dock organiseras samtidigt som åtgärderna verkställs. Av intresse kunde också vara att försöka nyttja de bäckar vars vattenföring och vattenkvalitet är god, men vars fiskfauna för tillfället inte hyser harr. Ett sådant vattendrag kunde t ex vara Strömkvarnbäcken i Petalax söder om Vasa.

Hur har de havslevande harrpopulationerna hanterats till dags dato?

Finland

Havsharrens situation i Finland har diskuterats i såväl forskarkretsar (ex. Seppovaara 1982)⁶, i populärvetenskapliga sammanhang (Hudd 1987), i uppslagsverk (Koli 1990)⁷ och i fiskekretsar (Heusala 1954, i artikeln ställs förväntningar på lagen om fiske 1951, som fredade lekfisket på harr)⁸. Westman (1974)⁹ föreslog redan 1974 att Kvarkens havslekande harr bör räddas i den Finska statliga fiskodlingen eftersom den är hotad.

Förutom att Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet har en harrpopulation från Krunnit i Bottenviken bevarad i odling och den lokala fiskemyndigheten beviljade anslag för romtäckt i Kvarken ett antal år på 1980-talet har inga krafttag tagits för att rädda harren. Utplanteringar av rom och yngel på 1980-talet har varit resultatlösa, förmodligen beroende på fel valda utsättningslokaler.

⁶ Seppovaara, O. 1982. Harjuksen (Thymallus thymallus L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. (Summary: Distribution, biology, fishery and management of the grayling (Thymallus thymallus L.) in Finland). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto monistettuja julkaisuja 5. Helsinki. 88 siv.

⁷ Koli, L. 1990: Suomen kalat. (övers. Finlands fiskar). Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo. ISBN 951-0-16337-6. 357 siv.

⁸ Heusala, J. 1954. Harjuksen väheneminen meressä. (övers. Minskningen av harr i havet) Suomen kalastuslehti 61:110-111.

⁹ Westman, K. 1974. Uhanalaiset kalalajimme ja kalakntamme, sekä niiden suojelu ja säilyttäminen. (Threatened fish species and fish stocks in Finland and their protection and conservation.). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos Kalantutkimusosasto 3:1-24.

Harren har oftast fallit mellan "stolarna". I förvaltningen har fiskerimyndigheterna ansett att den är en naturskyddsangelägenhet, inte en fiskeangelägenhet. Naturskyddsmyndigheten har å sin sida har hållit den för en fiskeangelägenhet och har således kunnat förbigå den. Projektet Kvarkeharr kunde komma till stånd tack vare att Interreg Kvarken-Mittskandia stod utanför denna typ av förvaltningsbelastning.

Sverige

Den havslevande harren har ej vart föremål för något större intresse från svenska miljö- och fiskerimyndigheter. De undersökningar som gjorts har främst haft andra arter i fokus.

Sedan 1992 bedriver Fiskeriverkets kustfiskelaboratorium ett standardiserat provfiske med nät på två lokaler vid Holmön, Västra och Östra Halörsskatan. Provfisket är dock riktat mot att följa populationsförändringar för så kallade varmvattensarter som abborre och mört. Lokalerna ligger således inomskärs i grunda och varma havsvikar. Trots att harr är relativt vanlig runt Holmön så har endast tre fiskar fångats under perioden 1992-2003, vilket visar att lokalerna ej är typiska för harr.

I rinnande vatten genomför Länsstyrelsen i Västerbotten regelbundet provfisken där resultaten visar att harr är vanligt förekommande och återfinns i de flesta medelstora till stora kustvattendrag i Västerbotten. Ett urval av provfiskelokaler i de nedersta delarna av Sävarån, Rickleån och Lögdeälven visar på relativt höga tätheter av årsungar på hösten. Harr ett år eller äldre saknas dock helt på de flesta motsvarande lokaler. Detta indikerar att harrpopulationer som leker i de nedersta delarna av vattendragen till stor del vandrar ut i havet efter bara ett år. Müller och Karlsson (1983)¹⁰ visade dessutom att avkomman från harr som lekt i de nedre delarna av Ångerån till viss del vandrade ut i havet under hösten efter bara en sommar i ån vid en storlek av ca 10 cm.

I likhet med Finland så saknas i dag kunskap om den havslevande harren i Sverige, samt åtgärdsförslag som syftar till att bevara och stärka denna unika population. På myndighetsnivå är det Fiskeriverket som har det huvudsakliga ansvaret. I sina föreskrifter (FIFS 2004:36) om fiske i Skagerrak, Kattegatt och Östersjön har man bland annat infört ett minimimått på 30 cm för harr.

Internationella institutioner och organ

HELCOM (Anon 2005)¹¹ har så sent som 2005 listat alla fiskarter inom HELCOM:s verksamhetsområde och kategoriserat dem i relation till deras status och hotbild. Harren finns inte ens uppräknad som en av arterna som förekommer i detta område! Detta är igen ett av exemplen på hur harren fallit mellan byråkratiernas stolar. Det är av stor vikt att harr förs in på HELCOM:s artlista därför att det är en fisk som:

- är ursprunglig i området
- funnits i hela Bottniska viken (Östersjöns största delområde),

¹⁰ Müller, K och Karlsson, L. 1983. The biology of the grayling, *Thymallus thymallus* L., in coastal areas of the Bothnian sea. *Aquilo Ser. Zool.*, 22: 65-68.

¹¹ Anon 2006. (Fricke, R. coordinator). List of threatened and declining species of lampreys and fishes of the Baltic Sea. Helcom habitat 8/2006. Document code 5.1/3. 31 pp.

- varit mycket allmän ända in till stadsgränserna,
- varit och är en populär sportfisk,
- varit viktig i yrkesfisket
- har endemiska taxon inom verksamhetsområdet
- har omnämnts och dess belägenhet berörts i flera böcker, rapporter och vetenskapliga uppsatser
- fiskeorganisationer månat om att skall återintroduceras
- kategoriserats som hotad och kräver insatser i utredningar och rapporter

Åtgärdsförslag för Kvarkenharren

Nästan all information som samlats inom projektet om den havslekande harren är helt ny för vetenskapen. Det är därför klart att det fortfarande finns stora kunskapsluckor, som borde fyllas för att man skall kunna ge hållbara åtgärdsförslag. Åtgärdsförslag, som skall vara både effektiva och verkligen ha gynnsam effekt för t.ex. bevarande av denna alldeles speciella, kritiskt hotade, endemiska form av fisk. Då det gäller de älvlekande bestånden finns mera information att utgå från om vi antar att de havsvandrande harrarnas yngelbiologi är likartad med de älvstationära beståndens. Men inte ens detta vet man med säkerhet.

Vi ger i listform och efter angelägenhet ett antal förslag för såväl den havslekande som den havsvandrande harren (tabell 1). Det är vår förhoppning att listan skall leda till diskussion och åtgärder för den potentiella men hotade resurs havsharren utgör. Ett av åtagandena i projektet var att utreda möjligheterna för ett utvecklat turistiskt fiske på havsharr. På basen av den nuvarande hotbilden är svaret att det inte finns förutsättningar för en stor del av Kvarkenområdet. Dock finns det områden där ett turistiskt fiske kan utvecklas. Detta måste då göras med stor försiktighet och uttaget av harr hållas på en låg nivå. Alla föreslagna åtgärder kräver uppföljning för att mäta effekten och beständigheten av dem. Observera att våra förslag är på skilda nivåer och har skild målgrupp. Med målgrupp avses till vem initiativet skall riktas och vem, som skall finansiera åtgärden. De verkställande parterna kan förstås vara andra aktörer.

Tabell 1. Åtgärdsförslag för havsvandrande och havslekande harr i Kvarkenregionen.

Prio	Åtgärdsförslag	Målgrupp (F=berör speciellt Finland, S=berör speciellt Sverige)
1	Info om den havslevande harren och dess status	allmänheten, WWF, IUCN, HELCOM, European Grayling association, de nationella naturskydds- och fiskeorganisationerna och myndigheterna (F), Fiskeriverket och Naturvårdsverket (S)
1	Fastställande av myndighetsansvar	miljömyndigheterna på riksnivå (F)
1	Säkra beståndet från Holmögadd i odling/genbank	Fiskeriverket (S)
1	Bevaka att harr förs in på HELCOMS:s lista över hotade arter/bestånd	de nationella naturskydds- och fiskeorganisationerna och myndigheterna (F), Fiskeriverket (S)
1	Undersöka de havslevande harrarnas livshistoria och ekologi	VFFI (F), Universiteten, Fiskeriverket (S), FORMAS
2	Ordna kontinuerlig uppföljning av yngelproduktion och -habitat	miljömyndigheterna på regional nivå (F), Fiskeriverket (S)
2	Ordna heltäckande inventeringar av harrbestånden i Bottniska viken	miljömyndigheterna på regional nivå (F), Fiskeriverket, Jord- och skogsbruksministeriet (F), Fiskeriverket (S)
2	Starta försök med restaurering av habitat i potentiella produktionsområden för yngel, samt uppföljning av åtgärd	fiskerimyndigheterna på regional nivå (F), Fiskeriverket (S)
2	Säkra fler bestånd av havslekande harr i odling/genbank	miljömyndigheten och fiskeri-myndigheten på riks- och regional nivå (F), Fiskeriverket (S)
2	Inventera hela Bottniska vikens potentiella produktionsområden för yngel	miljömyndigheten och fiske myndigheten på nationell nivå (F), Fiskeriverket (S)
3	Planera och ordna stödutsättningar av harr, samt uppföljning av åtgärden	miljömyndigheten och fiske myndigheten på nationell och regional nivå (F), Fiskeriverket (S)
3	Bedöma fiskedödligheten och reglera fisketrycket	fiskemyndigheten på nationell och regional nivå (F), Fiskeriverket (S)
3	Bedöma om den negativa utvecklingen i harrbestånden delas av andra kallvattensarter t ex havslekande sik, anadrom siklöja och havslekande siklöja och om det finns nya hotbilder som t ex klimatförändringar, som kan förvärra utvecklingen	Miljö/fiskemyndigheten på nationell nivå (F), Fiskeriverket (S)