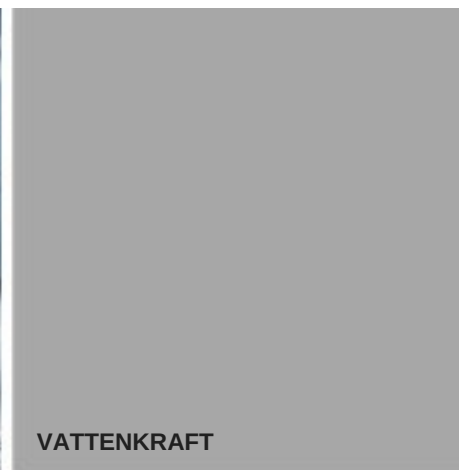


UTVÄRDERING AV MÅLEN FÖR PROGRAMMET KRAFTTAG ÅL

RAPPORT 2015:103



Utvärdering av målen för programmet Krafttag Ål

WILLEM DEKKER & HÅKAN WICKSTRÖM

ISBN 978-91-7673-103-1 | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Programmet Krafttag ål bedrevs under 2011 – 2014 i samarbete mellan ett antal vattenkraftföretag och Havs- och vattenmyndigheten. Det bestod av två delar, en del med konkreta åtgärder och en del med forsknings- och utvecklingsprojekt. För mer information se krafttagal.se. Programmet följdes av en styrgrupp med representanter från Vattenfall vattenkraft AB, Havs- och vattenmyndigheten, E.ON Vattenkraft Sverige AB, Fortum Generation, Holmen Energi, Statkraft Sverige AB, Tekniska Verken i Linköping AB och Elforsk/Energiforsk.

Rapporten innehåller en utvärdering av de mål som fanns uppsatta för åtgärderna inom programmet Krafttag ål. Att målen för åtgärderna skulle utvärderas vid programmets slut beslutades redan när programmet startade, år 2011. Syftet var att få en genomlysning och dokumentation av måluppfyllelsen.

Projektledare och ansvariga för utvärderingen var Håkan Wickström och Willem Dekker, vid Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU.

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten.

Stockholm mars 2015

Sara Sandberg
Energiforsk AB

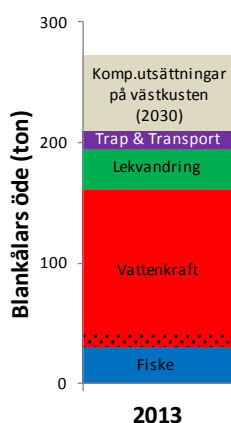
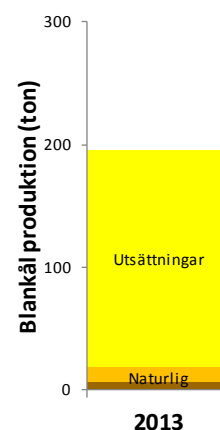
Sammanfattning

Den här rapporten utvärderar utfallet av programmet "Krafttag Ål", ett program som pågick som ett samarbetsprojekt mellan Havs- och vattenmyndigheten och ett antal vattenkraftsföretag under åren 2011-2013. Syftet med programmet var att öka antalet lekvandrande ålar som oskadda kan lämna vårt land och det genom att på olika sätt minska den dödlighet som är förknippad med passage av vattenkraftverk. Resultaten visar att produktionen av lekvandrande ål kommer att öka till de antal som överenskommits, även om merparten i praktiken inte produceras förrän om ca 15 år från idag. Däremot har inte den



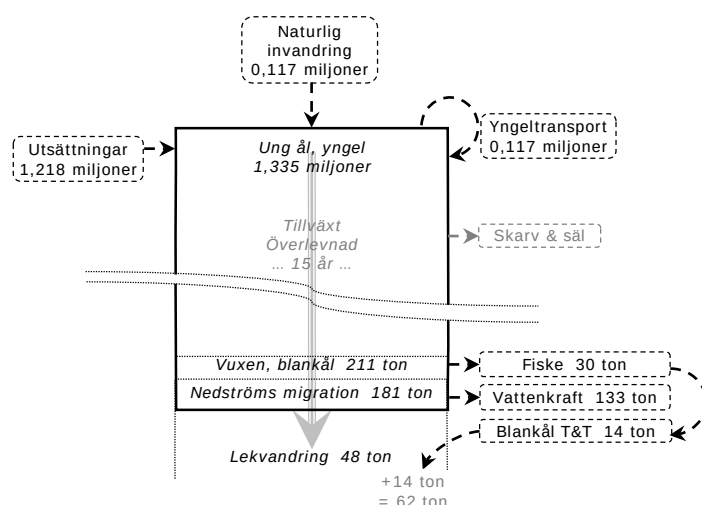
överenskomna nivån för det direkta skyddet (genom ökad överlevnad vid kraftverkspassage) nåtts och kan inte heller nås med de åtgärder som vidtagits. Rapporten ger rekommendationer om hur programmet på ett bättre sätt kan samordnas med de nationella och internationella ansatser som görs för att skydda ålbeståndet och hur ett adekvat uppföljningsprogram bör tas fram.

Det europeiska ålbeståndet har sedan lång tid minskat över hela utbredningsområdet. EU beslutade 2007 om en rådsförordning (EG) nr 1100/2007 om åtgärder för återhämtning av beståndet. Målet är att minst 40 % av biomassan av blankål tar sig ut till havet, för att leka i Sargassohavet på andra sidan Atlanten. Sveriges Ålförvaltningsplan bygger på fyra olika åtgärder: inskränkningar i fisket, minskad turbindödlighet, stödutsättningar samt en utökad kontroll. Våren 2010 undertecknade dåvarande Fiskeriverket ett samarbetsavtal med sex större vattenkraftbolag om att på frivillig väg reducera den nuvarande totala turbinförlusten i svenska vattendrag till högst 60 % (dvs. 40 % överlever). Följande åtgärder föreslogs: inrättande av fiskväg förbi kraftverk; skonsam drift under blankålsvandring; fångst och nedtransport förbi kraftverk (Trap & Transport), och kompensatorisk utsättning av ålyngel (de första två åtgärderna har ännu inte använts inom programmet). 2011 startades programmet "Krafttag Ål", och den här rapporten utvärderar programmet. Mål 1 var "Den genomsnittliga turbindödligheten ska halveras för utvandrande blankål i de prioriterade vattendragen där undertecknade kraftbolag äger vattenkraft"; och Mål 2 "Vidtagna åtgärder ska motsvara en ökning med 100 000 blankålar till 2013 som når havet".



2013

För att bedöma påverkan från vattenkraften på ålbeståndet och effekten av skyddsåtgärder, så behövs kunskap om hur mycket ål det finns uppströms och hur stor del av dessa



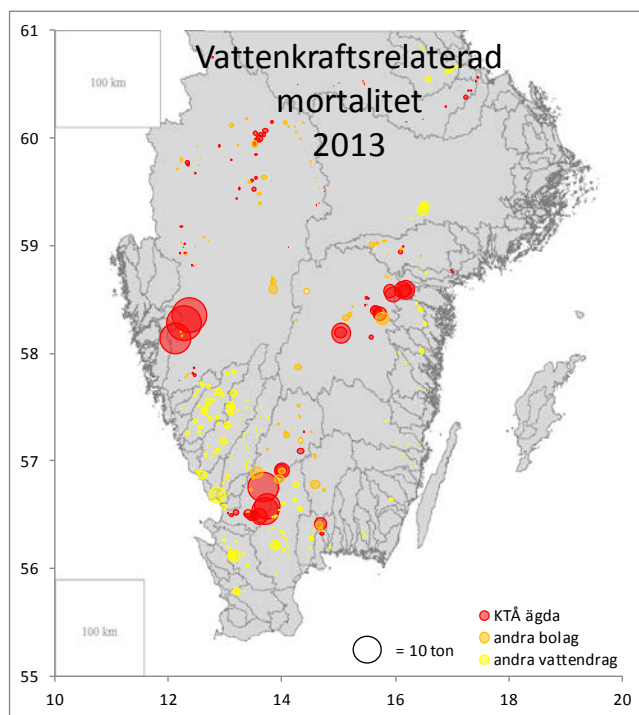
som förolyckas vid kraftverkspassage. I avsaknad av ett lämpligt uppföljningsprogram inom Krafttag Ål, så har vi rekonstruerat hur beståndet borde se ut genom att använda historisk information om hur mycket ål som vandrar in till sötvatten och hur mycket ål som sätts ut. Vidare har rapporterad kommersiell fångst och uppgifter om dödlighet i ett antal

vattenkraftverk ingått i beräkningarna. Lekvandrande ålar är normalt gamla (5-30 år eller mer, i medeltal 15 år), och därför behövs långa tidsserier. Än mera viktigt är att det är åtgärder som gjordes runt år 2000 som idag bestämmer utfallen, och att dagens åtgärder får full effekt först 2030. Mål 1 (dödlighet) fokuserar på direkta effekter, medan Mål 2 (ökad lekvandring) beaktar de långsiktiga effekterna av dagens åtgärder.

Den totala produktionen av blankål, i de av KTÅ prioriterade vattendragen (Dalälven, Nyköpingsån, Motala ström, Mörrumsån, Lagan och Göta älv), uppskattas för 2013 till närmare 200 ton, varav 90 % härrör från utsättning av ålyngel (från åren strax före 2000). År 2013 var den kommersiella fångsten av ål i de prioriterade vattendragen 30 ton, förlusterna relaterade till vattenkraften 133 ton och 48 ton vandrade vidare för lek. Från Trap & Transport tillkom 14 ton (från fisket) och år 2030 kommer dagens kompensatoriska utsättningar på

Västkusten att producera ytterligare 63 ton. På grund av det långa tidsspannet mellan rekrytering och lekvandring i kombination med osäkerhet i ålarnas överlevnad under dessa 15 år, så är våra uppskattningar inte så precisa. För att verifiera och/eller förbättra våra resultat så rekommenderas att ett särskilt uppföljningsprogram, som kvantifierar beståndet, överlevnaden och de olika faktorer som påverkar beståndet, tas fram.

Om man jämför målen med de resultat som nåtts, så visar analysen att Mål 1 (att halvera dödligheten) inte har nåtts, men att inom en 20-



årsperiod så kommer 2013-års åtgärder medföra att Mål 2 nås (en ökning med 100 000 blankålar $\approx$ 86 ton). Ett utökat Trap & Transport program ger en omedelbart ökad överlevnad, men även om insjöfiskets hela fångst skulle tas i anspråk så skulle inte Mål 1 nås fullt ut genom bara en sådan åtgärd.

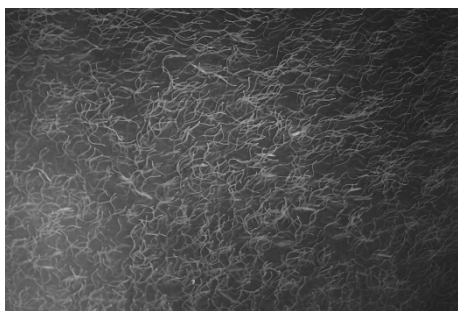
Mål 1 motsvarar 40 %-målet i EU:s Ålförordning, men det krävs en högre överlevnad för att beståndet skall öka och återhämta sig på lång sikt. Den svenska Ålförvaltningsplanen har satt upp en högre ambitionsnivå, nämligen 80-90 % överlevnad, och dagens internationella vetenskapliga råd är att reducera all dödlighet till ett absolut minimum. Med tanke på de olika mål och ambitionsnivåer som figurerar, rekommenderar vi att målen uppdateras och omvärderas.

År 2013, härrörde 90 % av ålproduktionen från ålar, som sattes ut runt år 2000 med syfte att ge underlag för ett yrkesfiske. Idag däremot, syftar utsättningarna till att bygga upp beståndet, och de görs mest i system med fria vattenvägar på Västkusten. Vätern utgör dock ett viktigt undantag, då stora utsättningar görs uppströms tre vattenkraftverk. På grund av denna förändrade utsättningspolicy, från exempelvis Mälaren utan vandringshinder (men mynnar i Östersjön), till Vätern med tre kraftverk, (men som vetter mot väster), så ökar faktiskt den totala vattenkraftsrelaterade dödligheten. De olika målen, att ge underlag för ett fiske, att bygga upp beståndet och att minska vattenkraftens påverkan är således intrikat sammanvävda. Utan utsättning skulle det knappast finnas någon ål kvar i många sötvatten och utan ett kommersiellt fiske skulle förutsättningarna för Trap & Transport vara små. Vi rekommenderar att utvärdera och diskutera utsättningar och deras rumsliga fördelning med ansvariga myndigheter, och att stämma av mot de olika intressenternas mål och åtgärder.



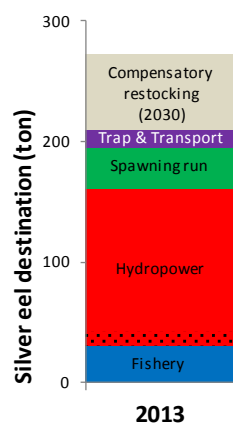
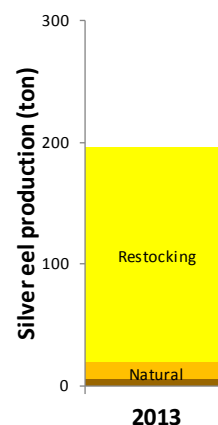
Summary

In this report, the 2011-2013 program 'Krafttag Ål' is post-evaluated, which was jointly operated by the Swedish Agency for Marine and Water Management and a number of hydropower electricity companies, aiming at protection of the eel in Swedish inland waters. Results indicate that the run of silver eels from inland waters will be increased by the agreed amount, even though most of



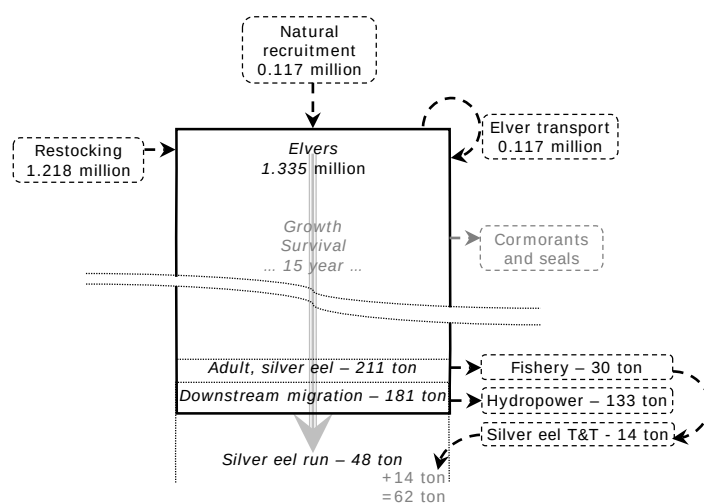
these eels will be produced nearly fifteen years from now. The agreed level of immediate protection has not been and cannot be achieved by means of the measures taken. Recommendations are given for better embedding of this program in the national and international eel protection policies, and for the development of an adequate monitoring for future post-evaluation.

The European eel stock is in a decadal decline, all over its distribution. In 2007, EU decided on a stock protection and recovery plan, Regulation (EG) nr 1100/2007. The objective is to protect 40 % of the silver eel, escaping to the sea towards its spawning places in the Sargasso Sea, on the other side of the Atlantic Ocean. The Swedish Eel Management Plan includes four different actions: restrictions on the fishery, reduction of hydropower related mortality, restocking, and intensified control. In spring 2010, the former Fiskeriverket signed a memorandum of understanding with the six larger electricity companies, to reduce the hydropower impact to max 60 % (i.e. 40 % survival) on a voluntary basis. To this end, one could apply: installation of bypasses at hydropower stations; free spilling of water during the migration season; Trap & Transport along power stations; or compensatory restocking; (the first two options have actually not been applied within the current program). In 2011, a joint program "Krafttag Ål" was started, and this report now provides an evaluation of that program. The



two objectives for this program were: first, 'to half the current average hydropower mortality for silver eel in the rivers where signatories own the hydropower'; and secondly, 'by 2013, the measures taken should correspond to an increase of 100 thousand silver eels escaping freely towards the sea'.

To assess the impact of the hydropower and to evaluate protective measures, the abundance of eel upstream of the power station must be quantified, and the relative mortality when passing a station. In the absence of a dedicated monitoring effort for this program, we reconstruct the stock abundance using historical information on the number of elvers recruiting/released into our waters, the catch



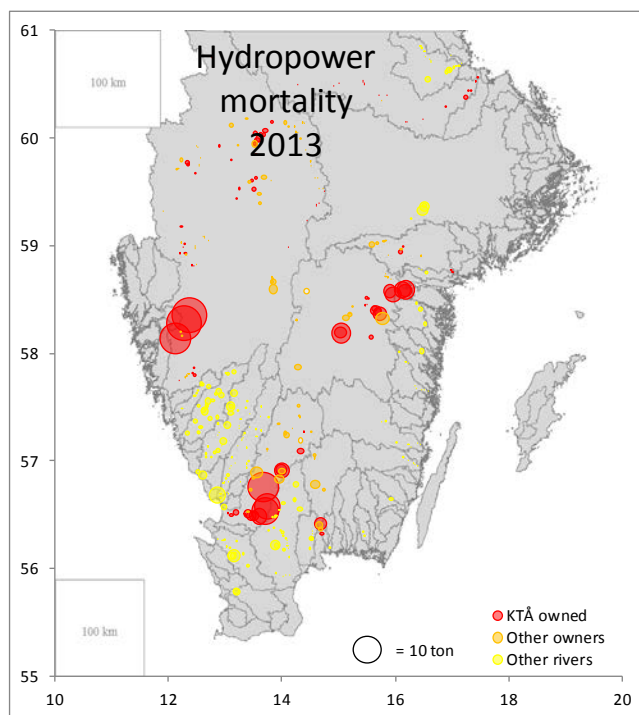
registered by fishers and on indices of hydropower related mortality estimated for a number of stations. Because of the high age of adult eels (5-30 years or more, mean 15), this requires the availability of long data series. More importantly, actions taken around the year 2000 determine today's results, and today's actions will only have full effect by 2030. Objective

1 (mortality) focuses on immediate effects, while objective 2 (increased silver eel run) considers the long-term effects of today's actions.

For the 6 rivers prioritised in this program (Rivers Dalälven, Nyköpingsån, Motala ström, Mörrumsån, Lagan and Göta älv), the total production of silver eel in 2013 is estimated at almost 200 ton, 90 % of which is derived from restocking (done shortly before 2000). In 2013, the fishery took 30 ton, hydropower killed 133 ton and 48 tons escaped – Trap & Transport added 14 tons and by 2030, compensatory restocking will produce an additional 63 ton on the West Coast. Due to the long time span between recruitment and escapement, and the imprecisely known survival over these 15 years, these figures are not very accurate. To verify and improve these results, it is recommended to develop a dedicated monitoring program, quantifying stock abundance, survival and impacts.

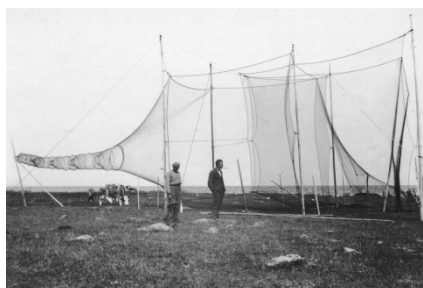
Comparing the aims to the achievements, current results indicate that objective 1 (to half current mortality) has not been achieved, while over the coming twenty years, the 2013 management measures will just achieve objective 2 (an increase of the silver eel run with 100 thousand eels $\approx$ 86 tonnes). Increasing the Trap & Transport program can improve survival immediately, but involving even the whole fishery in that will not achieve objective 1 completely.

Objective 1 corresponds to the 40 % target of the Eel Regulation, but a higher survival will be required to



achieve a recovery in the long run. The Swedish Eel Management Plan has set a higher ambition (80-90 % survival), and international scientific advice has actually indicated to reduce all mortality to the absolute minimum. Different targets, diverse ambition levels, varying levels of achievement – we recommend to update and revise the objectives.

In 2013, 90 % of the eel production was derived from restocking, done around the year 2000 with the objective to support the fishery. Nowadays, restocking is more focused on recovery of the stock, mostly in free-flowing rivers on the West Coast, though the prime location – Lake Vänern - actually has 3 power stations downstream. Due to the shift in restocking locations (predominantly from Lake Mälaren, no hydropower downstream, but eastward opening – towards Lake Vänern, three stations downstream, westward opening), the overall hydropower-mortality is actually increasing. The objectives to support/maintain the fishery, to restore the stock and to reduce hydropower mortality are intricately interwoven. Without restocking, there would hardly be an eel stock left in inland waters; without the fishery, there would be little opportunity for Trap & Transport. We recommend to evaluate and discuss the restocking programs and their spatial distribution with all responsible agencies, in order to synchronise objectives and actions.



Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Nedgången i det europeiska ålbeståndet	1
1.2	EU:s Ålförordning	1
1.3	Sveriges Ålförvaltningsplan	1
1.4	Avsiktsförklaringen	1
1.5	Programmet Krafttag Ål	2
2	Uppdraget	2
2.1	Mål 1	2
2.2	Mål 2	2
3	Bedöma påverkan och utvärdera åtgärder	2
3.1	Bedömningsmetodik	2
3.2	Vattenkraftsrelaterad dödlighet	4
3.3	Utvärdering av de åtgärder som gjorts inom Krafttag Ål	5
3.4	Tidsaspekter	5
4	Redovisning av data	7
4.1	Rekrytering av ålyngel	7
4.2	Utsättning	7
4.3	Fångst	9
4.4	Trap & Transport av blankål	12
5	Analys och Resultat	13
5.1	Produktion av blankål i inlandsvatten	13
5.2	Insjöproducerade blankåls öde	15
5.3	Relativ påverkan från vattenkraftsproduktion på blankål producerad i inlandsvatten	16
5.4	Uppskattade effekter av åtgärder inom KTÅ	16
5.5	Påverkan per vattenkraftstation	18
5.6	Kvalitetskontroll av ålar som använts för Trap & Transport 2012 och 2013.	20
6	Resultat rörande fällorna i Mörrumsån och Lagan	21
6.1	Skeen	21
6.2	Granö	24
7	Antaganden och osäkerheter	26
8	Målsättning och resultat	31
9	Rekommendationer för kommande åtgärder inom KTÅ	33
10	Rekommendationer för övervakning och beståndsanalys	34
11	Referenser	35

1 Introduktion

1.1 Nedgången i det europeiska ålbeståndet

Den europeiska ålen har sedan lång tid tillbaka minskat över hela utbredningsområdet. Det gäller såväl i antal rekryterande småålar som når Europa och Nordafrika som beståndet av uppväxande ålar i söt- och kustvatten. Minskningen i rekrytering till kontinentala Europa accentuerades runt 1980. I Sverige har en minskning i ålbeståndet uppmärksamats åtminstone sedan slutet av 1800-talet. Därmed har också produktionen av lekvandrande blankålar minskat kraftigt. Orsakerna till nedgången är i stort okända, men ett högt fisketryck, vandringshinder, minskade uppväxtarealer, miljögifter samt ogynnsamma oceanografiska förhållanden brukar nämnas som tänkbara orsaker, sannolikt i kombination.

1.2 EU:s Ålförordning

EU beslutade 2007 om en rådsförordning (EG) nr 1100/2007 om åtgärder för återhämtning av beståndet av europeisk ål. Förordningen kräver att varje medlemsstat upprättar en eller flera förvaltningsplaner. Målet för varje medlemsstats förvaltningsplan(er) för ål ska vara att minska den mänskligt orsakade dödligheten av ål så att minst 40 % av biomassan av blankål med stor sannolikhet tar sig ut till havet, i förhållande till den utvandring som skulle ha funnits om inte antropogena faktorer hade påverkat det historiska beståndet. Medlemsstaterna har att regelbundet rapportera till EU om implementeringen och utfallet av sina planer. En första rapport lämnades 2012 och nästa skall lämnas sommaren 2015. Den utvärdering som Sverige lämnade 2012 (Landsbyggsdepartementet Dnr L2012/1703; Dekker 2012) visade att vi hade uppfyllt de kortsiktiga målen (att reducera dödligheten), men att ålbeståndet fortfarande var långt under målnivån. Det var stora skillnader inom landet, där det tidigare hårda fisket på Västkusten stängdes våren 2012 och att beståndet sedan börjat återhämta sig. På Ostkusten har fiskets inverkan minskat från 10 % till 7 %, men då beaktas inte påverkan i de länder varifrån ålarna kommer, dvs. från hela Östersjöområdet. I inlandsvattnen var den kombinerade effekten av fiske och vattenkraftsrelaterad dödlighet långt över målen, tillika ökande, något som till stor del beror på tidigare förändringar i utsättningspolicyn vad avser val av platser och mängder.

1.3 Sveriges Ålförvaltningsplan

Sveriges Ålplan lämnades in i slutet av 2008. Planen bygger i stort på fyra olika åtgärder, nämligen: inskränkningar i fisket, förbättrade utvandringsskillnader för blankål (minskad turbindödlighet), stödutsättningar samt en utökad kontroll. Planen tillgodoräknar sig alla åtgärder som gjordes från 2007.

I Ålplanen från 2008 uppskattades ålproduktionen i sötvatten till 299 666 blankålar (ca. 240 ton), av vilka ca. 83 000 (ca. 112 ton) fiskades upp och 280 000 (ca. 170 ton) förolyckades i vattenkraftverk. Talen summerar uppenbart inte till den angivna totalsumman (se Dekker 2012 där detta diskuteras).

1.4 Avsiktsförklaringen

Som ett steg för att implementera en av åtgärderna ovan, nämligen att minska turbindödligheten, undertecknade dåvarande Fiskeriverket våren 2010 ett samarbetsavtal med sex större vattenkraftbolag. Samarbetet dokumenterades i en "Avisktsförklaring" där man enades om att på frivillig väg reducera den nuvarande totala turbinförlusten i svenska vattendrag till högst 60 % av den potentiella produktionen av blankål ovanför det första kraftverket i vattendragen.

För att nå målet finns flera tillgängliga metoder och valet av metod kommer att bero av de lokala betingelserna. I huvudsak har man att välja mellan följande metoder:

- inrättande av fiskväg förbi kraftverket
- skonsam drift under perioder med stor blankålsvandring
- fångst och nedtransport förbi kraftverk
- kompensatoriska åtgärder (t.ex. utsättning)

Avsikten är att nå målet 40 % överlevnad vid utvandring på fem års sikt efter den nationella ålförvaltningsplanens trädde i kraft år 2009.

1.5 Programmet Krafttag Ål

För att omsätta tanken med, och målen från Avsiktsförklaringen startades 2011 programmet "Krafttag Ål" med representanter från respektive kraftbolag och från dåvarande Fiskeriverket. Programmet administreras av Elforsk. I och med att Fiskeriverket lades ned sommaren 2011 övergick myndighetsansvaret till Havs- och vattenmyndigheten. Programmet skulle pågå i tre år för att sedan utvärderas med avseende på dess målfyllelse.

2 Uppdraget

Föreliggande rapport redovisar en utvärdering av målen för programmet "Krafttag Ål". Beställningen från Elforsk daterad 2013-12-20 anger två huvudsakliga mål som skall uppfyllas inom projektperioden för "Krafttag Ål", dvs. under åren 2011-2013. Målen ges nedan. I uppdraget efterfrågas även en utvärdering av två utvandringsfällors effektivitet (se Kapitel 6).

2.1 Mål 1

"Den genomsnittliga turbindödligheten ska halveras för utvandrande blankål i de prioriterade vattendragen där undertecknade kraftbolag äger vattenkraft". En halvering av dagens genomsnittliga turbindödlighet motsvarar enligt Ålförvaltningsplanen att överlevnaden ökar från <10 % till 40 %.

2.2 Mål 2

"Vidtagna åtgärder ska motsvara en ökning med 100 000 blankålar till 2013 [som når havet]". Ålförvaltningsplanen uppskattade den årliga turbindödligheten till 280 000 blankålar. Hälften av dessa, dvs. 140 000 skall enligt planen räddas. Krafttag Ål avser att ansvara för 100 000 av dessa, då de bolag som deltar i programmet inte kontrollerar mer än ca hälften av de kraftverk som orsakar dödligheten av utvandrande blankål.

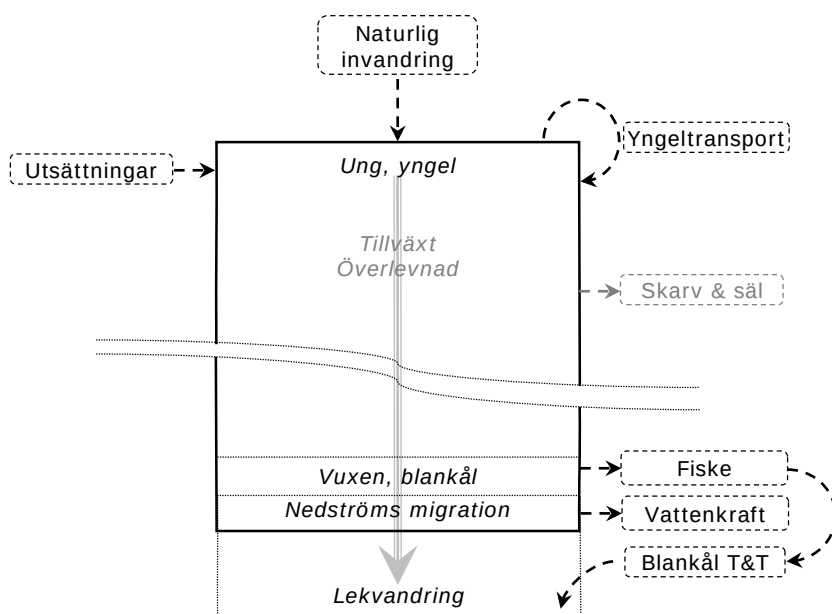
3 Bedöma påverkan och utvärdera åtgärder

3.1 Bedömningsmetodik

För att bedöma påverkan av vattenkraftsbaserad elproduktion på vårt ålbestånd och effekten av skyddsåtgärder, så behövs kunskap om hur mycket ål det finns uppströms, hur stor del av dessa som förolyckas vid kraftverkspassage samt den kvantitet som på olika sätt klarar sig ner till havet. Detta kapitel beskriver hur dessa tre mängder beräknas. En mera utförlig beskrivning, inklusive detaljer runt beräkningarna, finns i Dekker & Wickström (som manuskript). Ål förekommer i alla typer av vatten, såväl stora som små, samt i sjöar och rinnande vatten. Förekomsten varierar stort från någon enstaka ål i norrländska vatten till mer än en ål per m² i vissa vattendrag i de västra och södra delarna av landet. Pågående övervakningsprogram (elfiske och nätprovfisken) täcker endast en bråkdel av alla dessa vatten, och kanske viktigare är att ål sällan ingår i de programmen. Ål fångas inte vid provfisken med nät och elfisken. Elfisken är i sig är effektiva för ål, men de görs oftast

(endast) i mindre rinnande vattendrag. Förövrigt påverkas förekomst och täthet av ål av vandringshinder, ålutsättning och andra mänskliga aktiviteter. Resultat från övervakning av ålbeståndet på några enstaka platser säger inte mycket om hur beståndet ser ut i övriga delar av landet. Därmed är också vår kunskap om det totala antalet ålar i Sverige högst bristfällig. Det finns emellertid ett annat angreppssätt, som medger en uppskattning av såväl beståndet som påverkan av vattenkraftsproduktion och de skyddsåtgärder som görs.

Ålen är en katadrom fiskart. Ålyngel, födda i Sargassohavet på andra sidan Atlanten, vandrar upp i våra åar, älvar och till sjöar för att växa till. En stor del av ålynglen stannar också, hela eller delar av uppväxten, i våra kustvatten. Efter många år i söt- eller brackvatten återvänder de vuxna ålarna som blankål till havet för att sedan vandra vidare till Sargassohavet för lek. Även om vi inte precis kan ange antalet ålar i våra vatten vid en viss tidpunkt, så vet vi ganska väl hur mycket unga ålar som tillförts inlandsvattnen i form av upptransporterade ålyngel från ålyngelledare eller som importerade ålyngel. Utifrån analys och åldersbestämning av blankålar från relevanta områden kan vi också uppskatta hur lång tid de tillförda ålynglen behöver för att nå blankålsstadiet (ca 15 år) och vid vilken storlek de då har (65 – 95 cm, beroende på breddgrad). Vi har även en uppfattning om deras tillväxthastighet (4.4 cm/år) och dödlighet (ca 10 % per tillväxtår – i kapitel 7 analyseras konsekvenserna av eventuella osäkerheter i denna senare parameter). Därmed kan vi också beräkna när, och hur många blankålar som ett vattensystem borde producera. Genom fångstdata från det kommersiella ålfisket vet vi sedan hur många ålar som torde finnas kvar efter fiskets uttag och som vill vandra nedströms, för att sannolikt behöva passera ett eller flera vattenkraftverk på sin väg mot havet. Med vetskap om var de rekryterande småålarna kommer in i systemet, så vet vi också vilka och hur många kraftverk de resulterande blankålarna har att passera på sin väg mot havet. Därmed kan vi också uppskatta hur många blankålar som torde finnas uppströms varje enskilt vattenkraftverk och hur stor den ackumulerade dödligheten på väg ner mot havet blir. De ålar som inte dött genom fiske eller vid kraftverkspassager är därmed tillskottet till lekvandringen mot Sargassohavet.



Figur 1 En schematisk presentation av bedömningsmetodik, där processerna som bidrar till beståndet av unga ålar visas överst, övergången från yngel till vuxen ål inne i rutan och de processer som påverkar den vuxna ålen nederst i rutan. Ingångsvärden (överst) och utgångsvärden (nederst) är kända i tid, rum och kvantitet. Det som styr och påverkar processerna mellan yngel och vuxen ål är mindre kända, men vi kan göra rimliga antaganden. Genom att beräkna mängden blankål som produceras (i tid och rum) och sedan subtrahera kända förluster genom fiske, vattenkraft och Trap & Transport, så kan vi uppskatta mängden blankålar som återstår och kan nå havet.

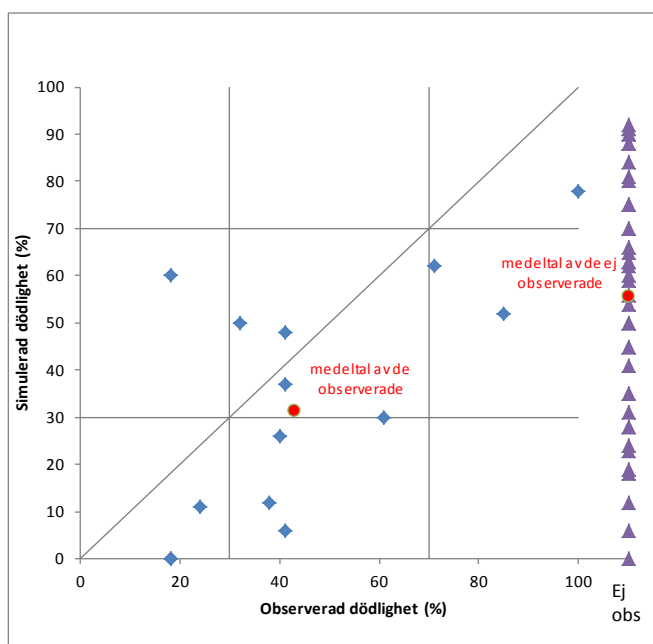
3.2 Vattenkraftsrelaterad dödlighet

Vi vet inte tillräckligt om vilken dödlighet ålar, som passerar svenska vattenkraftverk, utsätts för. Av de 1505 vattenkraftverk som Kuhlin (2014) listar, så är 519 stationer relevanta för vår beståndsuppskattning (dvs. det finns ål uppströms kraftverken). Calles and Christianson (2012) listar empiriskt funna dödligheter från 15 stationer. Leonardsson (2012) utvecklade en simuleringsmodell för turbinpassager, som relaterar dödligheten till turbintyp och specifika karakteristika för respektive station. Calles and Christianson (2012) applicerade sedan den simuleringsmodellen på totalt 56 kraftverk (se Figur 2, där vi använt deras data) och vi har jämfört de modellerade skattningarna med fältobservationer. Medan modellen nästan konsekvent underskattar dödligheten i de turbiner varifrån uppmätta data finns, (genomsnittlig dödlighet, observerad = 43 %, simulerad = 31 %, $R^2 = 0.46$, och i 12 av 15 fall är den observerade dödligheten större än den simulerade), så var den simulerade dödligheten från kraftverk där inga observationer gjorts betydligt högre än från stationer där dödligheten verkligen var testad (genomsnittlig simulerad dödlighet: observerade stationer = 31 %, stationer utan verkliga data = 56 %), dvs. observationerna kommer företrädesvis från de fall (turbiner) där simuleringen förutspår en låg dödlighet. Förmodligen har observationerna av olika skäl gjorts på kraftverk där den faktiska dödligheten är lägre än den genomsnittliga. Istället för att värdera och försöka korrigera för det urval som gjorts, har vi valt att testa några olika nivåer av dödlighet.

Den svenska Ålförvaltningsplanen (Anonymous 2008) använde sig av en "standarddödlighet" om 70 % för alla vattenkraftverk, oberoende av turbintyp och lokala karaktäristika, dvs. ett högre värde än både de observerade och simulerade värdena. Såväl de observerade som de simulerade värdena antyder en betydligt lägre dödlighet, så låg som 31 %. I föreliggande rapports beståndsuppskattning (Kapitel 7) använder vi oss av tre olika alternativ (i nämnd prioriteringsordning), nämligen:

- a- en bästa uppskattning baserad antingen på observerad dödlighet, simulerad dödlighet eller standardvärdet om 70 % (i den prioriteringsordningen);
- b- en konstant dödlighet om 70 %;
- c- en konstant dödlighet om 30 %.

De tre olika alternativen testar hela vidden av föreslagna dödlighetstal, där det första alternativet fokuserar på att använda befintliga data på bästa sätt. I kapitlen 5 och 6 baserar sig resultaten på det första alternativet, dvs. bästa möjliga användning av befintliga data, medan det i kapitel 7 undersöks hur utfallen varierar beroende på vilket av alternativen som anammas.



Figur 2 Förhållandet mellan observerade och simulerade turbindödligheter, av oss åskådliggjorda data från Calles & Christianson (2012), som applicerat Leonardsons (2012) simuleringsmodell.

3.3 Utvärdering av de åtgärder som gjorts inom Krafttag Ål

Några av de åtgärder som gjorts inom KTÅ kräver en extra diskussion.

Upptransport av ålyngel från ålyngelsamlare och flyttning av blankål inom Trap & Transport-programmet innehåller båda moment där ålarna först fångas på en plats och sedan sätts ut på en annan plats. I beståndsuppskattningen har de transporterade ålarna hanterats som först ett uttag och sedan som ett tillskott till beståndet, dvs. beståndet påverkas vid två tillfällen eller om man så vill, på två sätt. Det faktum att T&T-ålar ibland har inkluderats i den kommersiella fångsten och ibland inte, är en felkälla som måste elimineras i framtiden.

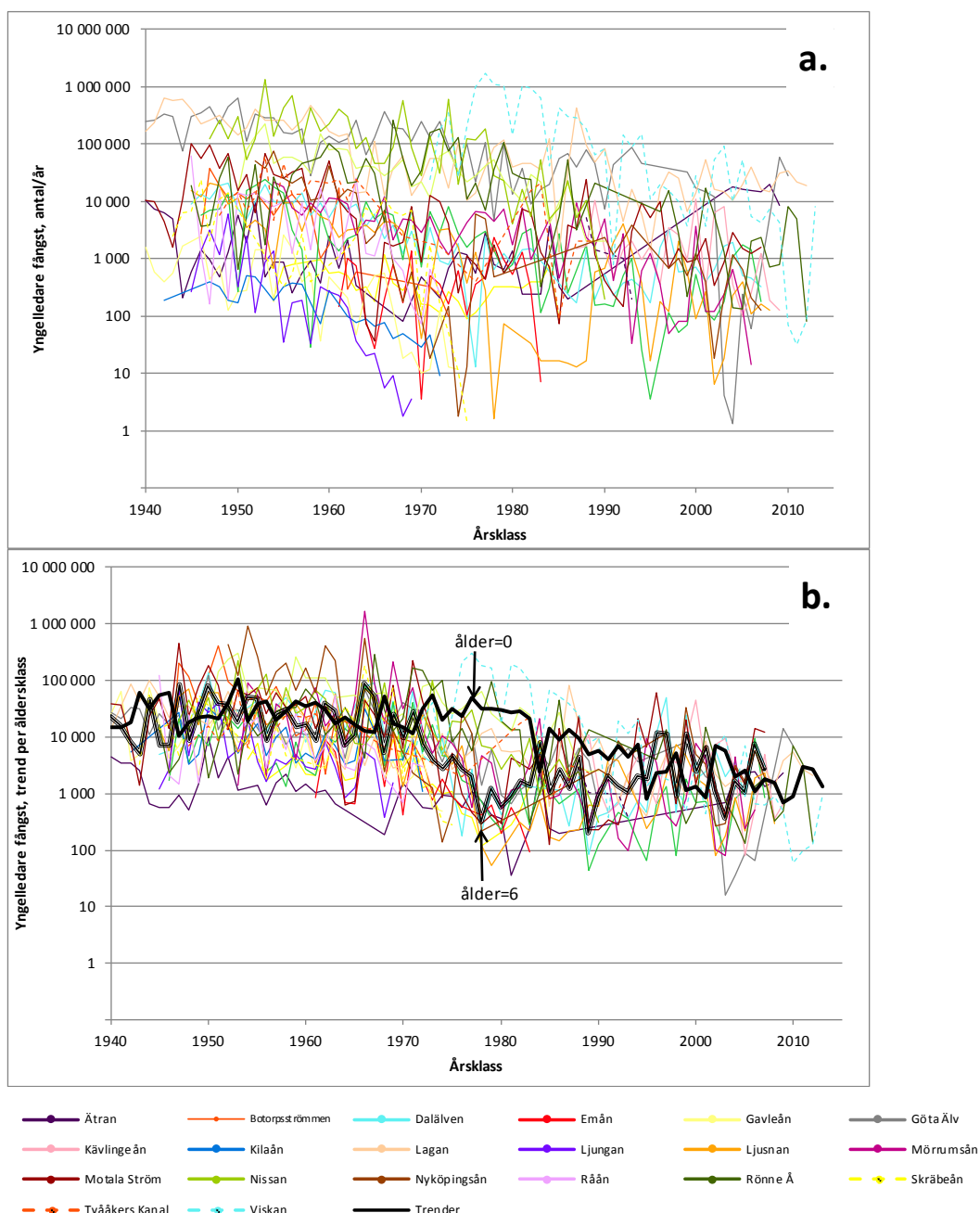
En stor åtgärd inom KTÅ har varit utsättning av importerade ålyngel på Västkusten. Utsättning har setts som en kompensation för de ålar som påverkas i insjövattnen, men i praktiken torde de till största del stanna och växa upp på kusten. Som en konsekvens ingår de ålarna inte i vår beståndsuppskattning för insjövattnen. För att möjliggöra en utvärdering av åtgärderna inom KTÅ så har emellertid en ytterligare beståndsuppskattning gjorts av bara de på Västkusten utsatta ålarna. Den uppskattningen tar hänsyn till antal ålar, förväntad dödlighet, ålder vid "könsmodnhet" etc., men inte till andra processer på Västkusten, som andras utsättningar, naturlig rekrytering och stängningen av ett tidigare fiske. När så är befogat presenteras denna ytterligare uppskattning i tabeller och figurer, parallellt med resultaten från insjövattnen, även om det egentligen inte finns någon koppling mellan dem. Underförstått antas dagens utsättningar på kusten inom KTÅ:s ram inte interagera med de naturligt rekryterade ålarna eller andra utsatta ålar, t.ex. genom täthetsberoende processer. Det är emellertid inte heller sannolikt att utsättningarna, vid dagens låga rekrytering, har några sådana effekter. Om och när den naturliga rekryteringen ökat till historiskt höga nivåer, gäller detta inte längre. Under de allra senaste åren tycks den naturliga rekryteringen avsevärt ha ökat från de historiskt sett lägsta nivåerna runt 2000, men vi är fortfarande mkt långt från de historiskt höga nivåerna i rekrytering.

3.4 Tidsaspekter

Avsiktsförklaringen antogs 2010, och KTÅ:s åtgärder startade sedan under 2011. Föreliggande utvärdering gjordes våren 2014 och hade att beakta såväl åtgärder fokuserade på blankålar som föddes för minst ca 15 år före 2010, som på åtgärder rörande dagens rekryterande ålar, som i sin tur kommer att bli blankålar först om 15 år eller mer efter 2013. Analysen nedan baserar sig på dataserier från 1930 tills idag, och förutsäger effekter för de kommande 20 åren. Landningsdata från sötvattensfisket efter ål före 1986 är långt från kompletta.

Produktionen och "lekflykten" av blankål visas därför from 1990 och framåt (även om tidigare

rekrytering påverkat resultaten). För att se den faktiska effekten av dagens ålutsättningar redovisar vi resultat fram till 2030, dvs. tills utsättningarna haft sin maximala effekt. Dessa projektioner in i framtiden förutsätter att dagens påverkan i form av fiske och kraftverksrelaterad dödlighet ligger kvar på samma nivå samt att dagens naturliga rekrytering (inkl ålyngelsamlare) och utsättningar av importerat ålyngel också är oförändrade. Det betyder att våra prognoser för framtiden ger en realistisk bild av effekten av dagens åtgärder, även om förutsättningar som naturlig rekrytering och implementerade åtgärder sannolikt kommer att förändras. När vi presenterar beståndsuppskattningen, så redovisas dagens utsättningar som blankålsproduktion de år det faktisk sker, men i själva utvärderingen av KTÅ:s åtgärder räknas dessa framtida tillskott programmet till godo som om de skedde idag.



Figur 3 Trender i rekrytering av ålyngel fångade i ålyngelsamlare.

Horisontell axel: "årsklass" visar det år respektive ålyngel skulle ha varit en glasål, dvs. en sexårig ål 2006 och en ettårig dito 2001 visas båda som rekryterande glasålar 2000. Vertikal axel: antal på en logaritmisk skala.

a. Faktiska antal som observerats i fällorna på som mest 24 olika lokaler.

b. Samma data men efter korrektion för vattendragets storlek (flöde) och positionen för respektive ålyngelsamlare (latitud, avstånd in i Östersjön och avstånd från mynningen). I b visas trenden för en genomsnittlig ålyngelsamlare som fångar de yngsta ålarna, respektive sexåriga ålar.

4 Redovisning av data

4.1 Rekrytering av ålyngel

Invandringen av unga rekryterande ålar till våra vattendrag har följts på som mest 24 lokaler spridda längs kusten i den södra delen av landet (Figur 3.a). Idag är det dock bara ett tiotal ålyngelsamlare som vi får uppgifter från. På många platser är kraftverksägare och andra dammägare enligt vatten- och miljödomar, skyldiga att underlätta fiskars uppströmsvandring förbi kraftverk och dammar. När det gäller ål så görs det numera oftast genom att hålla en s.k. ålyngelsamlare, där småålar vandrar upp för att sedan fångas i ett samlingslåda (sump). Ålyngelsamlare är ofta placerade vid nedersta vandringshindret i ett avrinningsområde. Ålarna vägs sedan och i vissa fall räknas de även innan de sedan distribueras till uppströms liggande vatten. Journalförda data från dessa ålyngelsamlare används sedan för att kvantifiera uppvandringen.

Fångstuppgifter från sådana ålyngelsamlare har använts för att analysera trender i rekrytering av ål, i både tid och rum. Resultaten indikerar att den mängd rekryterande ål som fångas på en viss lokal är en funktion av vattendragets storlek (flöde) och geografisk placering (latitud, avstånd in i Östersjön och avstånd från mynningen). Om man korregerar för de sambanden (Figur 3.b), så indikerar den återstående trenden att medelåldern på ålynglen är avgörande. För fållor som fångar "årsyngel" (ex Viskan), så var fångsterna stabila tills ca 1980, men minskade sedan sakta men säkert. Från fållor som fångar lite större, äldre (ca sex år) ålyngel på uppvandring, som i Dalälven, Mörrumsån och Ljungan, så började nedgången mycket tidigare (1950, och mer utpräglat sedan 1970), men den har planat ut sedan 1980.

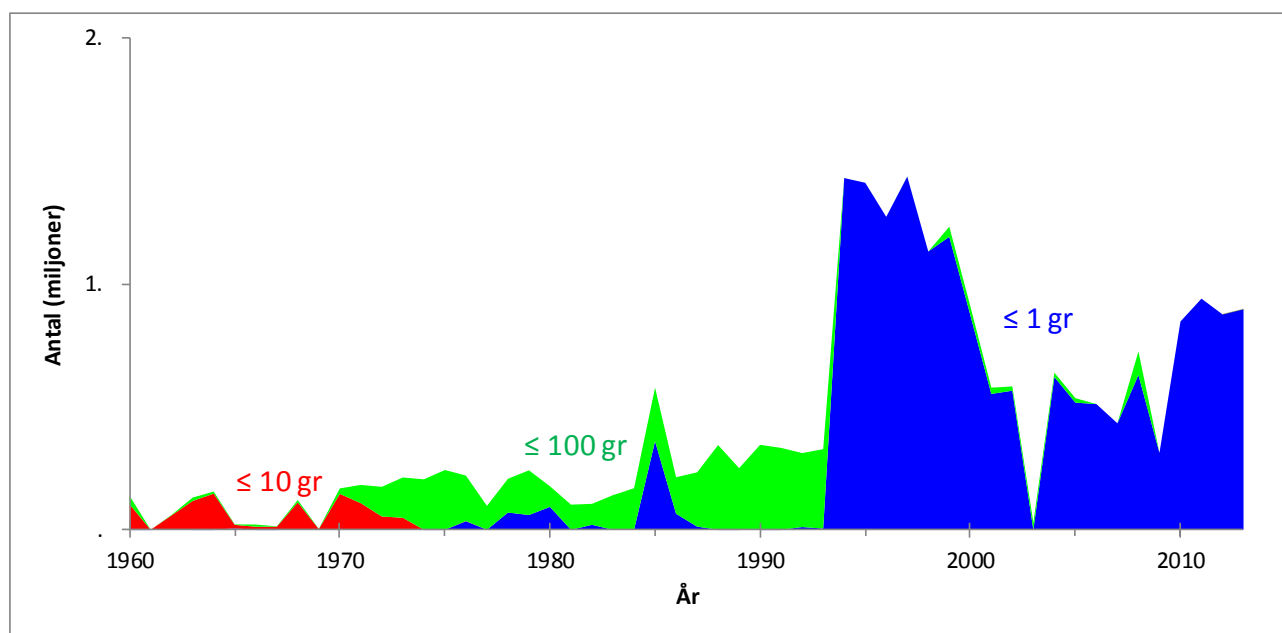
Resultaten från de analyser som gjorts har sedan använts för att rekonstruera antalen ålar som borde rekryteras till de avrinningsområden där inga ålyngelsamlare finns, dvs. varifrån vi inte har några data. I och med att de rekonstruerade värdena exakt följer samma trend som i de ålyngelsamlare modellen baserar sig på, så redovisas de resultaten inte i detalj. Figur 11 visar bl.a. den prognosticerade blankålsproduktion som dessa naturliga rekryter borde ge upphov till.

4.2 Utsättning

Från och med 1960 ökade användandet av "sättål", dvs. halvstor gulål (≤ 100 g) från svenska Västkusten och från danska vatten som utsättningsmaterial för våra insjövatten. Den utvecklingen kulminerade med årliga utsättningar motsvarande ca 2 miljoner glasålar (Figur 5). Under 1990-talet ersattes sättålen av importerade glasålar från England och Frankrike. Till en början sattes det ut ca 2.5 miljoner glasålar per år, ett antal som sedan minskade till 1 miljon 2000. När den svenska ålförvaltningsplanen trädde ikraft ökades utsättningarna till närmare 3 miljoner glasålskvivalenter per år.

Under tidigt 1990-tal sattes det ut som mest sättål. De ålarna var redan 5-10 år gamla när de sattes ut och de blev blankålar ungefär 5-10 år senare (dvs. de var ca 15 år gamla som blankål). Glasål sattes också ut under tidigt 1990-tal, men de nådde blankålsstadiet först några år senare än de sättålar som sattes ut under samma år. I Figur 5, visas den faktiska årsklassen, dvs. utsättningen är förlagd till det år respektive ål kom till Sverige som glasål. En sådan presentation visar tydligt vilken effekt utsättning har på produktionen av blankål och när den infaller. I tidigare rapporter visades motsvarande data som det år ålarna faktiskt sattes ut (som i ex Dekker *et al.* 2012). Notera att i tidigare rapporter så har "Trollhätteålen" som fångades i Göta Älv för att sättas ut i Väneren (och i övriga delar av landet) inkluderats i motsvarande figurer som här. I föreliggande rapport är Trollhätteålen istället inräknad bland övriga ålyngelsamlingsdata (sektion 4.1, ovan).

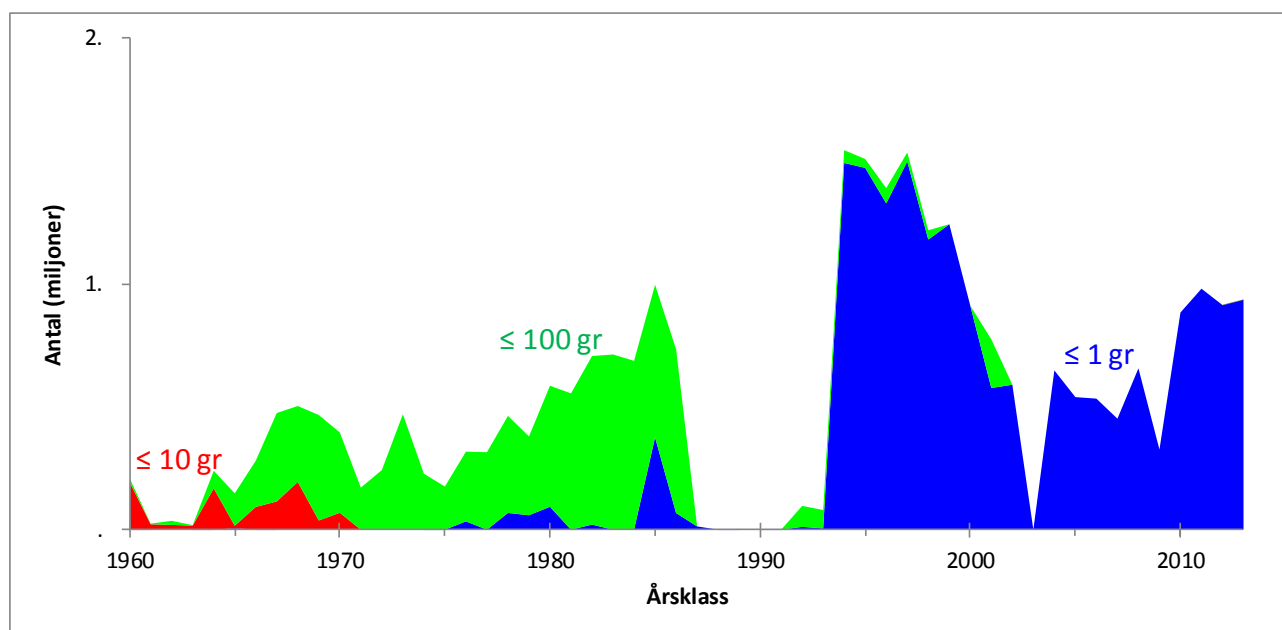
I de prioriterade vattendragen sattes årligen ca 0,3 miljoner sättålar ut fram till 1993, representerande årsklasserna före 1986. Från och med 1994 sattes mer än en miljon glasålar ut, dvs. från årsklasserna efter 1993. I och med den direkta övergången från sättål till glasål från ett år till nästa, så kan man säga att så gott som inga ålar från årsklasserna 1986 till 1993 sattes ut i de prioriterade vattendragen. Som en konsekvens av detta så kan man förvänta sig en minskning i blankålsproduktion ca 15 år senare (runt 2005) i dessa vatten. Utanför de prioriterade vattendragen så var övergången mellan utsättningsmaterialen inte så abrupt och därmed kan en mer gradvis förändring i blankålsproduktion förutspås.



Figur 4 Trend i antal utsatta ålar i prioriterade vattendrag, fördelat på storleksklasser.

Horisontell axel: utsättningsår, dvs. det år när de faktiskt sattes ut.

Vertikal axel: antal, dvs. de faktiska antal som sattes ut.

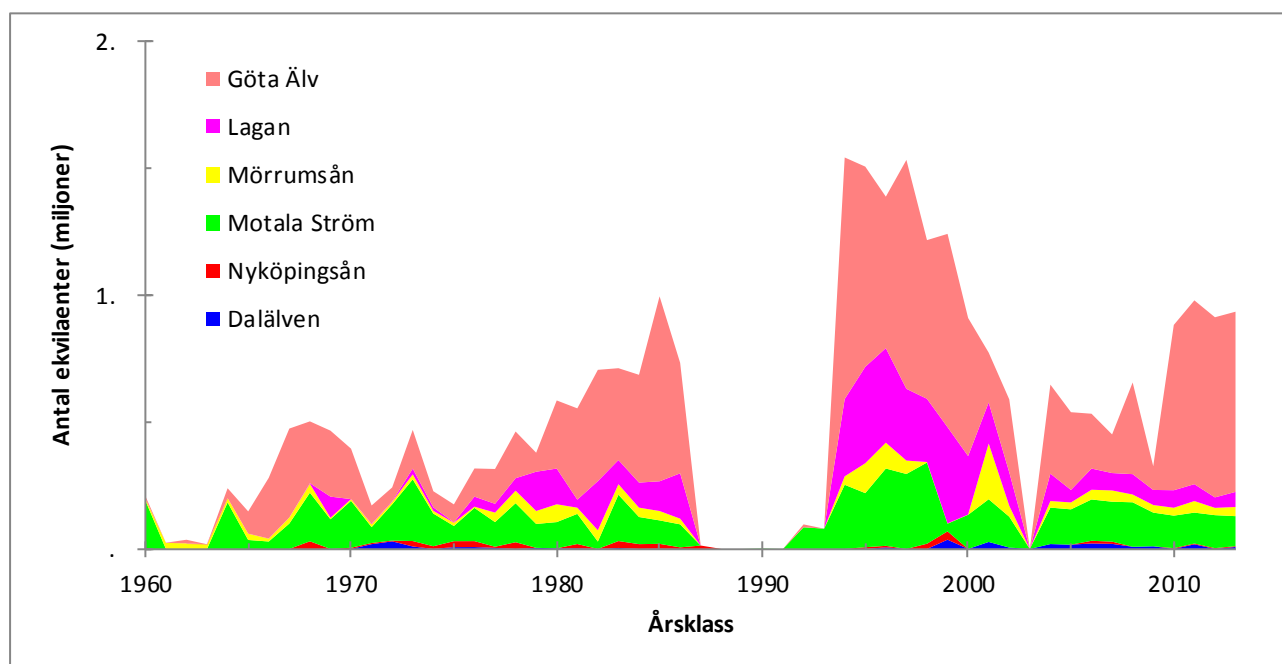


Figur 5 Trend i antal utsatta ålar i prioriterade vattendrag, fördelat på storleksklasser.

Figuren visar samma data som i Figur 4, men antalen är omräknade till glasålskvivalenter.

Horisontell axel: årsklass, dvs. det år när respektive ål kom till Sverige som glasål (som i Figur 3). De största ålarna (100 gr) hade därmed, men fiktivt satts ut flera år tidigare.

Vertikal axel: "glasålskvivalenter", dvs. det antal glasålar som skulle krävas för att producera faktiskt antal utsatta ålar efter det att den naturliga dödligheten mellan glasål och faktisk utsättningsstorlek beaktats.



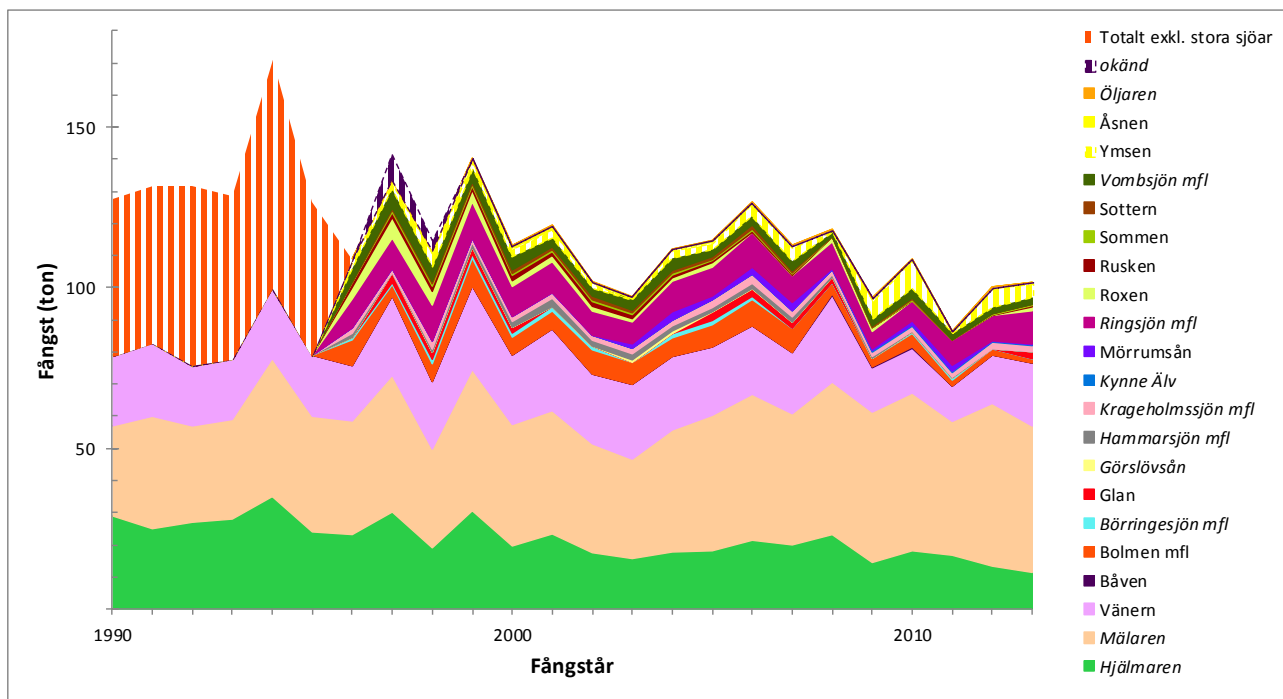
Figur 6 Trend i antal utsatta ålar per prioriterade vattendrag, i glasålekvivalenter per år. Observera luckan i realiserade utsättningar på grund av övergången från sättål till glasål.

4.3 Fångst

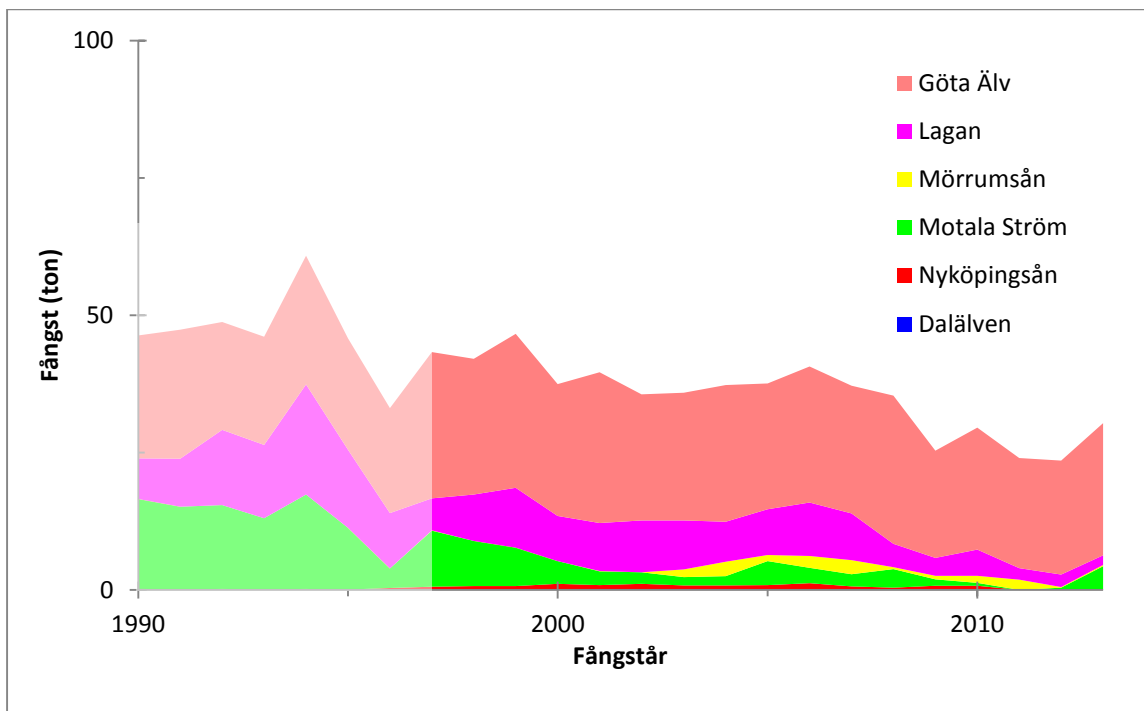
Statistik över fångst och landningar i yrkesfisket har förts sedan 1914, men tidsserierna är långt ifrån kompletta och rapporteringssystemet har förändrats flera gånger. Fram till 1980-talet baserade sig statistiken på detaljerade rapporter från länens fiskerikonsulenter; sedan den tiden har avräkningsnotor från handlare samlats in. Numera tas fångststatistik från insjöfisket främst in via "fångstrapport för inlandsfiske" alternativt "sötvattensjournal".

Vi har fått tillgång till mer och detaljerade fångstdata från inlandsvatten före 2000 än de som Dekker *et al.* (2012) baserades på, men fortfarande saknas data och/eller data har inte kvalitetssäkrats. Figur 7 är baserad på den mest uppdaterade information vi har idag.

I fångststatistiken har sjöar aggregerats i logiska enheter och ibland har även historiska data grupperats, ibland i olika udda kombinationer. Vår egen gruppering är utformad för att passa merparten av de olika sätt som statistiken tidigare presenterats i. Varje grupp innehåller sjöar som tillhör samma huvudflodområde, utom för "Hammarsjön mfl" (Hammarsjön, Råbelövsjön, Ivösjön, Levräsjön, Oppmannasjön, dvs. Skräbeån och Helge ån sammantagna) och "Krageholmssjön mfl" (Ellestadsjön, Håckebergasjön, Krageholmssjön, Nybroån, Skönadalssjön, Snogeholmssjön, Sövdesjön, dvs. Kävlingeån och smååar i syd är också sammantagna).

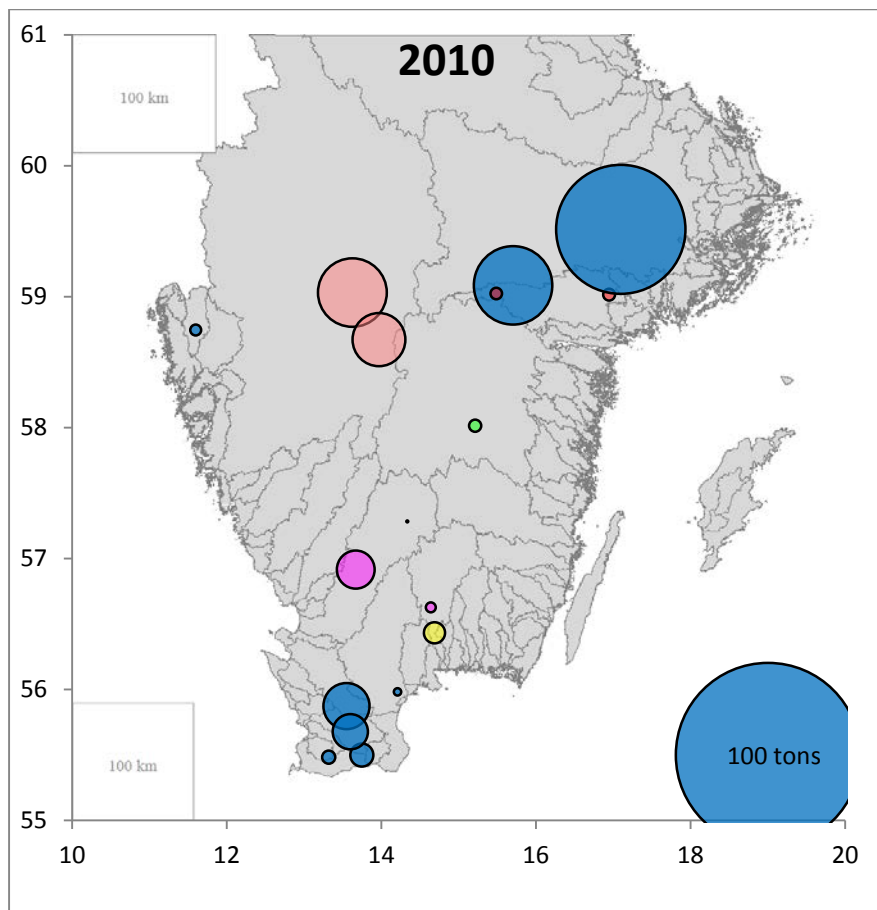


Figur 7 Ålfångster per sjö och år. De sjöar som inte omfattas av KTÅ:s åtgärder är kursiverade. För de mindre sjöarna presenteras bara den sammantagna fångsten fram till 1995, dvs. utifrån för oss tillgängliga data.



Figur 8 Årliga ålfångster i de prioriterade vattendragen. Data från före 1996 är rekonstruerade på basis av den totala fångsten för alla (små) sjöar sammantagna och den uppskattade produktionen per sjö.

Totalfångsten av ål minskade under 1990-talet från ca 125 ton till 100 ton och har legat mer eller mindre stabilt sedan dess. Efter verkställandet av Ålförvaltningsplanen 2009 så har ålfångsterna minskat ytterligare, till strax under 100 ton. Bland de stora sjöarna så har Hjälmaren visat en stabil men långsam minskning i ålfångst.. Från Mälaren ökar fångsterna av ål över tid, om än långsamt, medan Vänern ligger stabilt.



Figur 9 Ålfångster per sjö 2010. De blå bubblorna avser icke prioriterade vattendrag. Kartan visar även avrinningsområden.

4.4 Trap & Transport av blankål

Sedan 2010, så har ålar som fångats uppströms vissa vattenkraftverk transporterats levande till nedströms liggande lokaler, varifrån de haft fri passage till havet. På så sätt undviks den dödlighet på vägen till havet som kan kopplas till vattenkraft. Ofta har de annars att passera en serie av kraftverk mellan uppväxtområdet och havet. Tillvägagångssättet kallas populärt för "Trap & Transport".

I föreliggande rapport behandlar vi Trap & Transport som en kombination av två processer, för det första är ålen fångad på en viss plats (dvs. den avlägsnas från beståndet), sedan är den utsläppt på en annan plats (dvs. ett tillskott till beståndet). Fångsten är inkluderad i fiskedata, även om det ibland är en del av den normala fångsten av ål, ibland en del av ett för ändamålet utökat fiske (ex över tid) eller härrör från ett specifikt Trap & Transport-fiske. Den offentliga fångststatistiken har inte alltid lyckats skilja de olika typerna av fångst åt, och uppgifterna från 2011 och 2012 är sannolikt inte helt korrekta.

Ålarna släpps ofta ut på en nedströmslokal mer eller mindre nära kusten. Sådana lokaler kan knappast sägas ingå i begreppet inlandsvatten och har svag koppling till de vattendrag varifrån de fångats. Tanken bakom Trap & Transport är dock att undvika dödlighet i vattendraget. För att behålla kopplingen till ett specifikt vattendrag så ingår dessa ålar i vår analys som om de utvandrat från vattendraget i fråga.

Tabell 1 ger en översikt av de mängder ål som använts för Trap & Transport, baserat på data från KTÅ och de enskilda kraftbolagen.

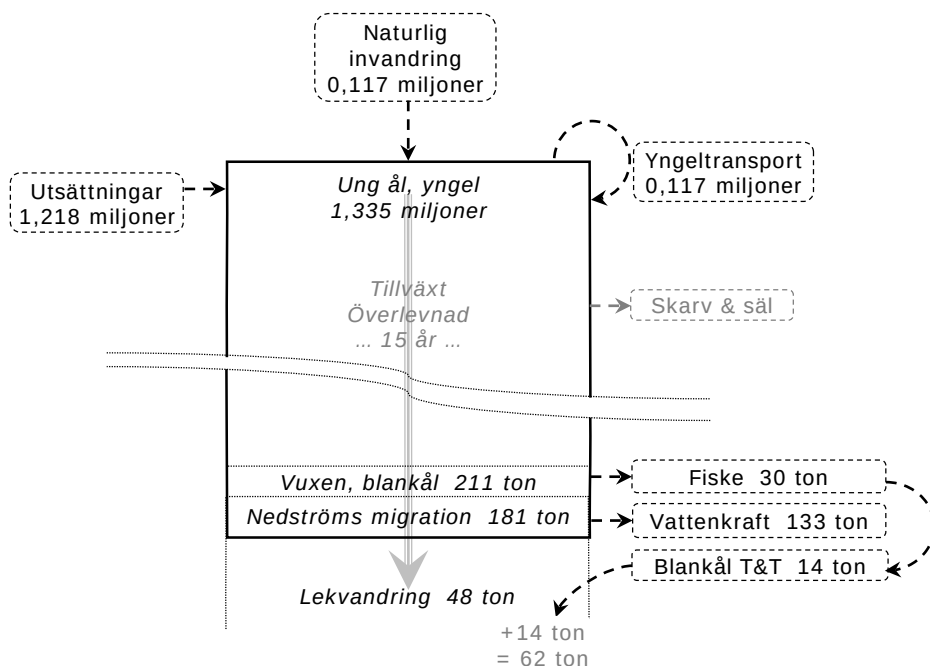
Tabell 1 Trap & Transport 2010-2013 (data utöver KTÅ programmet är kursiverade).

	2010		2011		2012		2013	
	<i>Antal</i>	<i>Vikt</i>	<i>Antal</i>	<i>Vikt</i>	<i>Antal</i>	<i>Vikt</i>	<i>Antal</i>	<i>Vikt</i>
Motala Ström			546	676	930	1 283	2 531	3 167
Mörrumsån			1 616	1 883	135	154	212	269
Lagan	423	365	653	367	72	110	932	921
Ätran					369		120	
Göta Älv	4 590	4 841	4 250	4 499	7 803	8 237	9 039	9 393
Totalt	5 013	5 206	7 065	7 425	9 309	9 784	12 834	13 750

5 Analys och Resultat

De resultat som presenteras i detta kapitel baseras på ett antagande a. för vattenkraftsrelaterad dödlighet, en bästa uppskattning baserad antingen på observerad dödlighet, simulerad dödlighet eller standardvärdet om 70 % (se sektion 3.2). I kapitel 7 redovisas även resultaten utifrån ett mer extremt och ett mer konservativt antagande. I kapitel 6 diskuteras specifikt förhållandena i Lagan och Mörrumsån.

Figur 10 visar en förenklad översikt över resultaten från de prioriterade vattendragen. De unga ålarna utgörs i detta exempel av årsklassen 1998, och de som avser blankålar är de som vandrar ut 2013, dvs. 15 år senare. Även om resultaten varierar mycket mellan år så torde figuren ge en snabb överblick över de relativa storleksordningarna för de olika faktorerna.

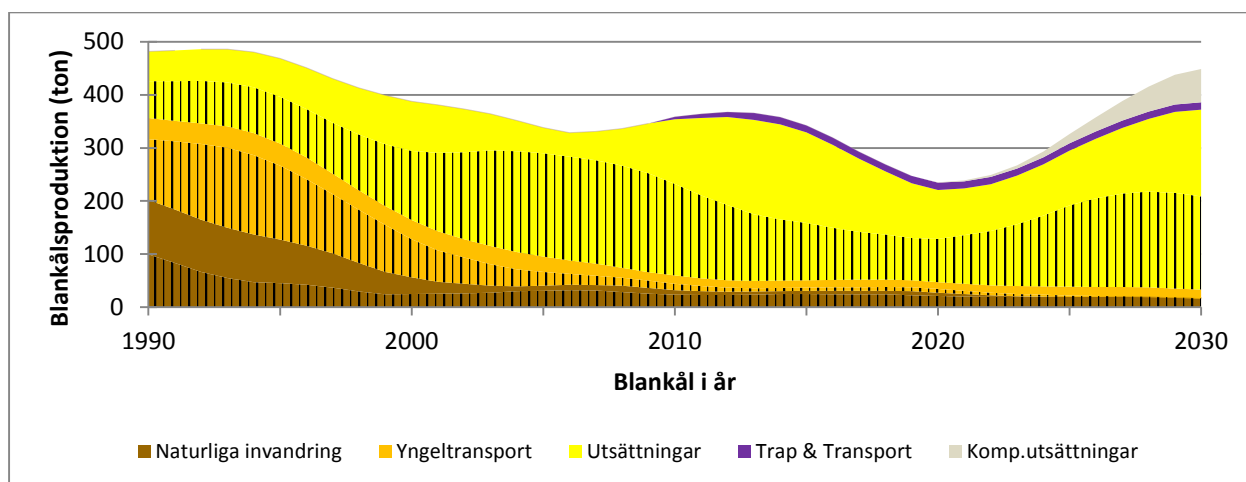


Figur 10 En översikt som förenklat visar situationen 1998 (för yngel) och 2013 (för blankål).

5.1 Produktion av blankål i inlandsvatten

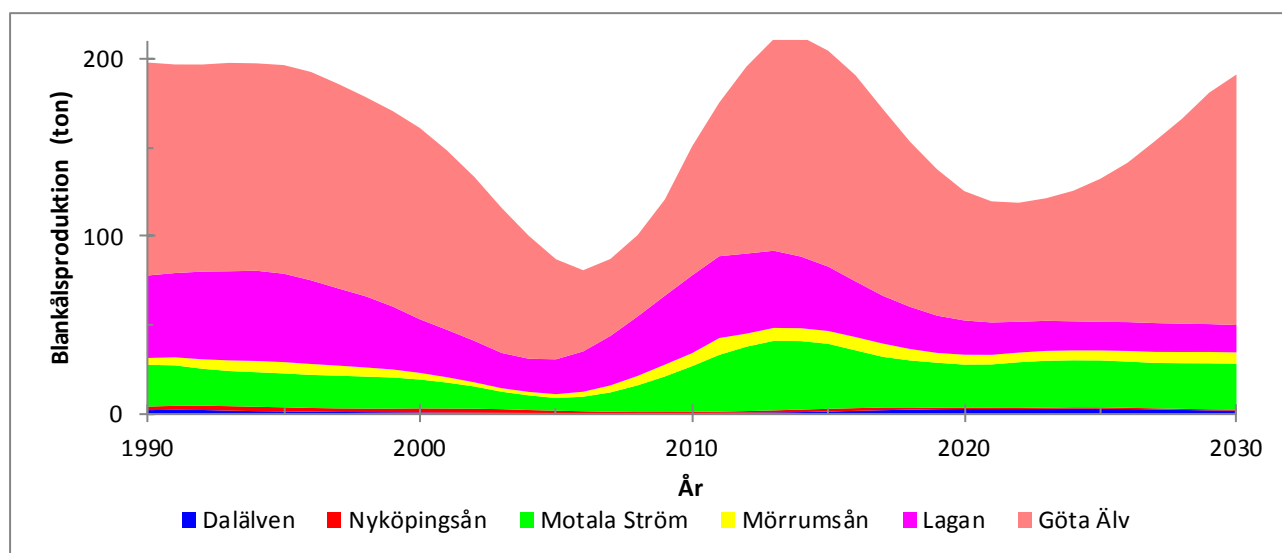
Beståndet av ål i inlandsvatten härrör från naturligt rekryterade ålar och av sådana som samlats in och flyttats upp från nedströms liggande ålyngelsamlare samt utsatta (importerade) ålyngel. Den naturliga rekryteringen till inlandsvatten har minskat över tid, men har till en stor del kompensats genom utsättningar. Trap & Transport ger ett litet bidrag till utfallet medan utsättningarna på kusten kommer att ge ett större bidrag.

Den totala produktionen 2013 uppskattas till ca 350 ton, varav 200 ton är producerade i de prioriterade vattendragen. De minskade utsättningarna under tidigt 2000-tal förväntas resultera i en minskande produktion fram till år 2020 (221 ton, varav 112 ton i de prioriterade vattendragen). Därefter förväntas produktionen öka till 372 ton (varav 178 ton i prioriterade vattendrag).



Figur 11 Uppskattad produktion av blankål i inlandsvatten samt Trap & Transport och KTÅ:s kompensationsutsättningar av ålyngel i kustvatten, fördelat på källor av ål. Obruten färg: prioriterade vattendrag; streckat: övriga vattendrag.

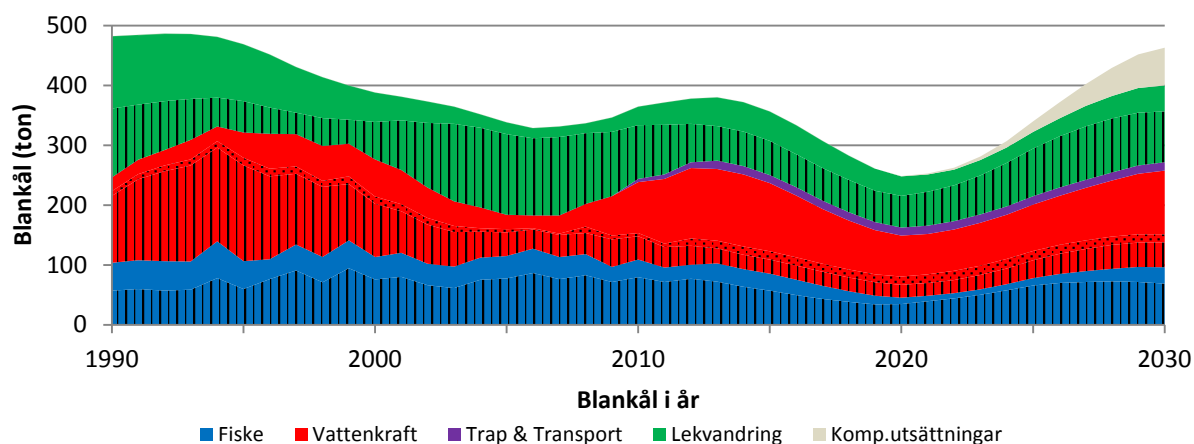
Notera att nedgången runt 2005 är en effekt av förändringar i utsättningar, utjämnad över tid på grund av olika ålars tillväxt och storlek vid övergång till blankålsstadiet. Nedgången under tidigt 2020-tal är på motsvarande sätt en konsekvens av minskade utsättningar runt 2005.



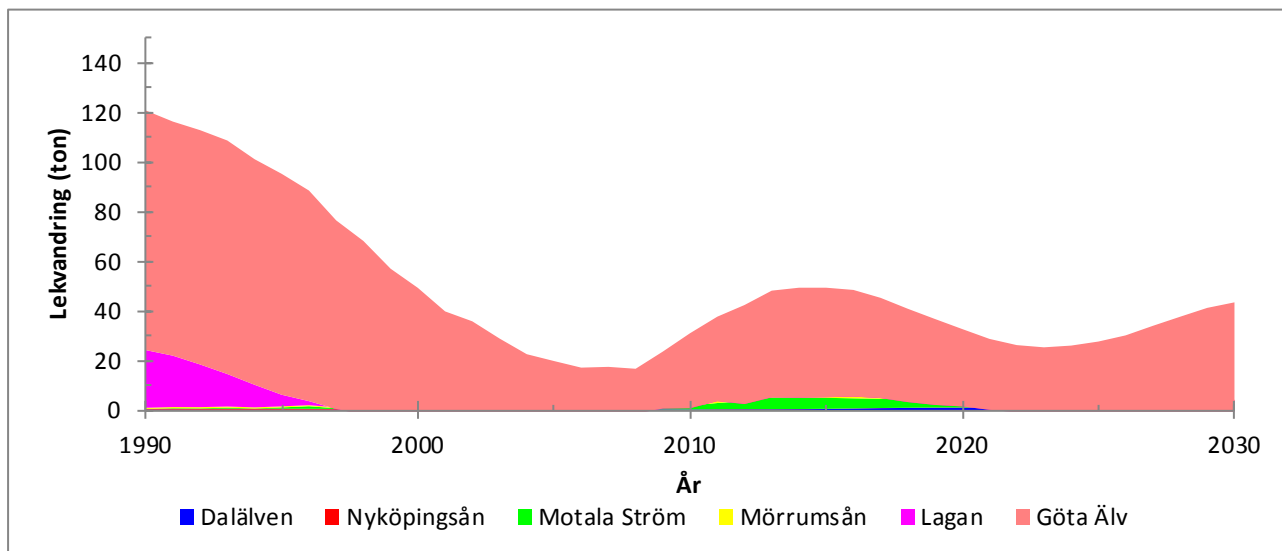
Figur 12 Uppskattad produktion av blankål per prioriterat vattendrag. Produktionen är baserad på naturlig rekrytering, utsättning av insamlade yngel samt på utsättning av importerade yngel.

5.2 Insjöproducerade blankåls öde

Den ål som produceras i inlandsvatten kan bli fångad i ett fiske, förolyckas i vattenkraftsanläggningar eller framgångsrikt påbörja sin lekvandring till havet. Som en konsekvens av var och när utsättningar gjorts, så har andelen ål som förolyckas i vattenkraftverk varierat över tid. Även andelen ål som dör i av KTÅ representerade kraftbolag varierar över tid, även det som en konsekvens av ändrad utsättningsstrategi, där merparten av de utsättningar som inte regleras enligt vattendom flyttats från exempelvis Mälaren (utan vattenkraftverk) till de västra delarna av södra Sverige, inklusive kustområden och Väner (den senare med tre vattenkraftverk nedströms). Den förändrade utsättningsstrategin baserar sig på beslut av ansvarig myndighet, som menade att förutsättningarna för en utsatt ål att hitta åter till lekområdet i Sargassohavet borde vara större om de sätts ut i kustnära vatten eller direkt på kusten i de västra delarna av Sverige. Fisket i de prioriterade vattendragen tar en förhållandevis liten del av hela produktionen (Figur 13).



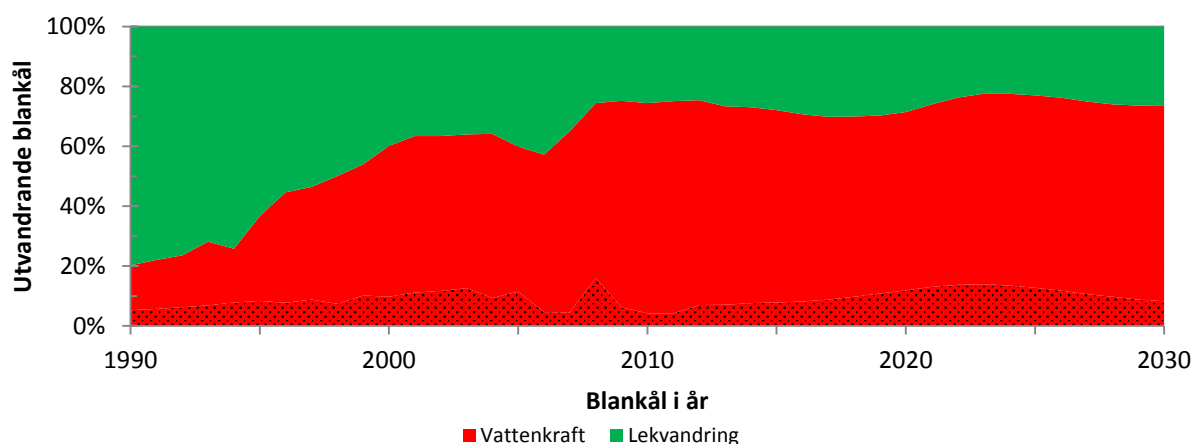
Figur 13 Uppskattat öde för blankål som producerats i inlandsvatten (och KTÅ:s kompensationsutsättningar i kustvatten). Obruten färg: prioriterade vattendrag; streckat: övriga vattendrag. Förluster i kraftverk i prioriterade vattendrag (i rött) som inte kontrolleras av bolagen representerade i KTÅ visas som prickat.



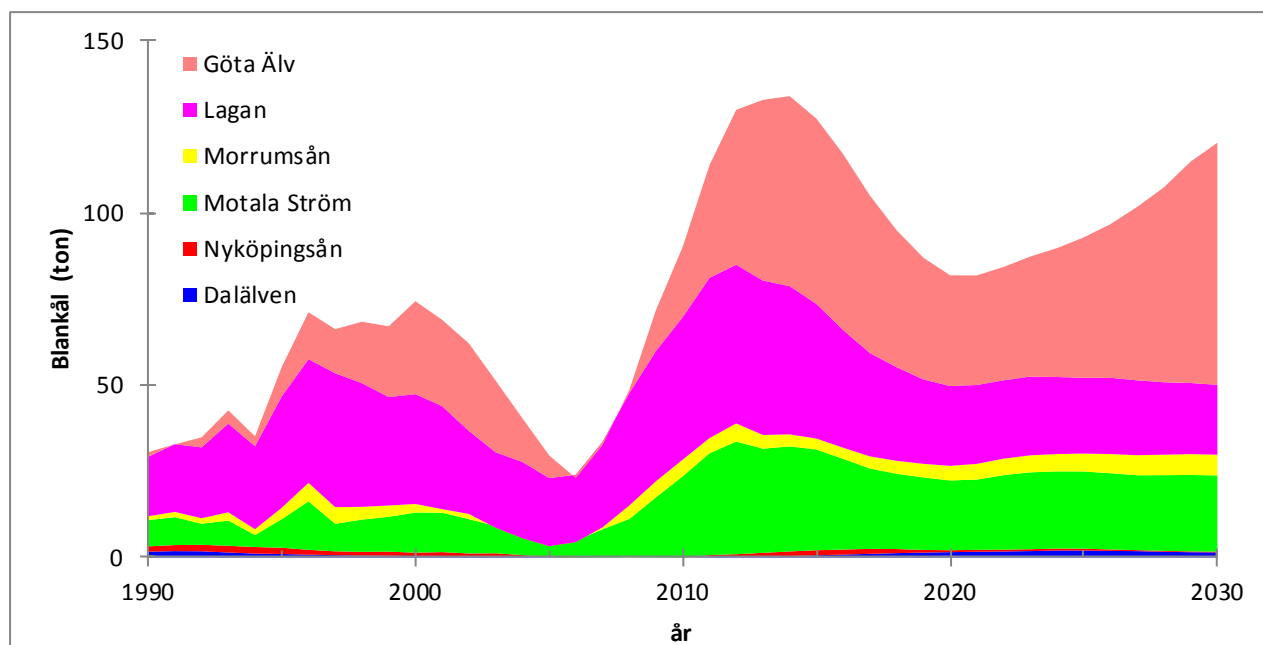
Figur 14 Uppskattad lekvandring av blankål per prioriterat vattendrag. Uppskattningen baserar sig på naturlig rekrytering, uppsamlad yngel samt utsättning av importerat yngel. Ålar från Trap & Transport är inte inkluderade i den här figuren.

5.3 Relativ påverkan från vattenkraftsproduktion på blankål producerad i inlandsvatten

De blankålar som återstår efter det kommersiella fisket vandrar nedströms. En del av dessa förolyckas sedan i vattenkraftsanläggningar (Figur 15), och de resterande lyckas nå havet för sin lekvandring. En allt större andel utvandrande ålar från de prioriterade vattendragen förolyckas i kraftverk som ägs av de i KTÅ representerade bolagen (Figur 15). Att relationen mellan bolag representerade i KTÅ och andra bolag ökat något beror på en kombination av stora utsättningar under 1980 och 90-tal samt en geografisk omfördelning av utsättningarna under senare år.



Figur 15 Relativ påverkan från vattenkraftsproduktion på blankålsvandringen i de prioriterade vattendragen. Obrutet rött: kraftverk som ägs av bolag representerade inom KTÅ; prickat rött: kraftverk ägda av andra bolag; grön: överlevande, utvandrande ål.



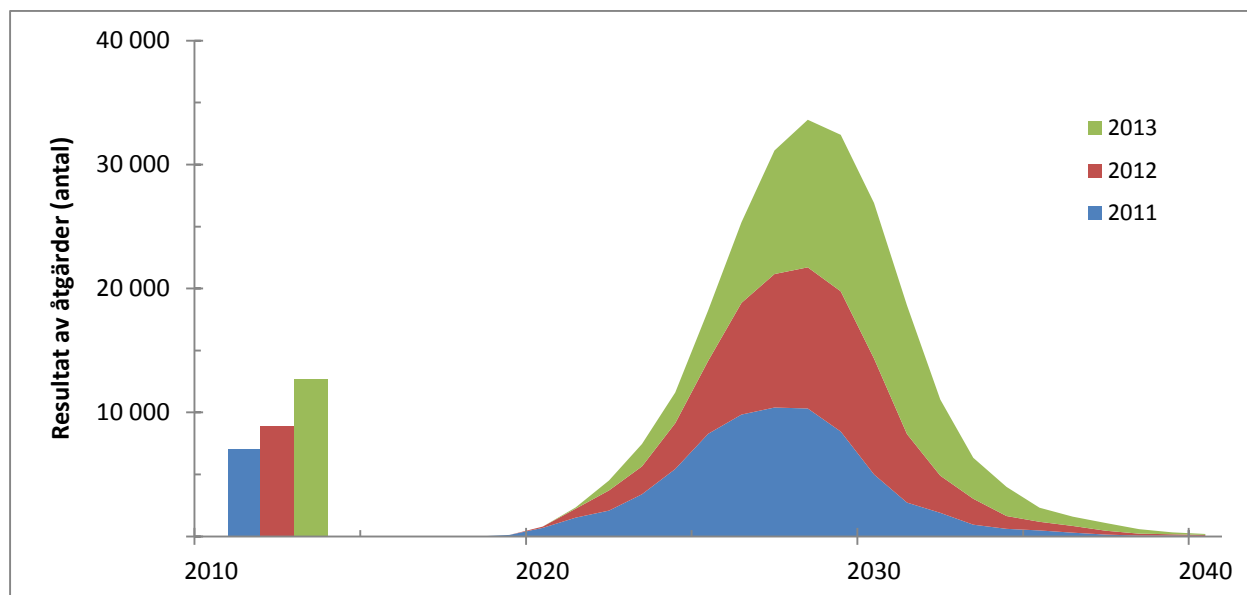
Figur 16 Kraftverksrelaterad dödlighet (biomassa) i de av KTÅ-programmet omfattade kraftverken.

5.4 Uppskattade effekter av åtgärder inom KTÅ

Under åren 2011-2013, har åtgärder gjorts inom KTÅ, inkluderande kompensations-utsättningar av ålyngel på Västkusten och Trap & Transport av blankål på väg mot havet från

sina uppväxtområden i uppströms liggande sjöar. Omlöp och skonsam drift (som båda nämns i Avsiktsförklaringen som tänkbara åtgärder) är åtgärder som ännu inte genomförts.

I Figur 17 och Tabell 2 ges en översikt av KTÅ:s kompensationsutsättningar och Trap & Transport (Annex Tabell 6 ger den detaljerade bilden över tid). Inom 30 år beräknas de åtgärder som genomförts under 2011-2013 resultera i en produktion av närmare 270 000 st. alternativt 231 ton blankål, dvs. i genomsnitt 90 000 styck, motsvarande 80 ton per år. De åtgärder som togs 2013 förväntas resultera i 101 069 blankålar, respektive 88 ton. Merparten av dessa (85 %) härrör då från kompensationsutsättningarna på Västkusten.



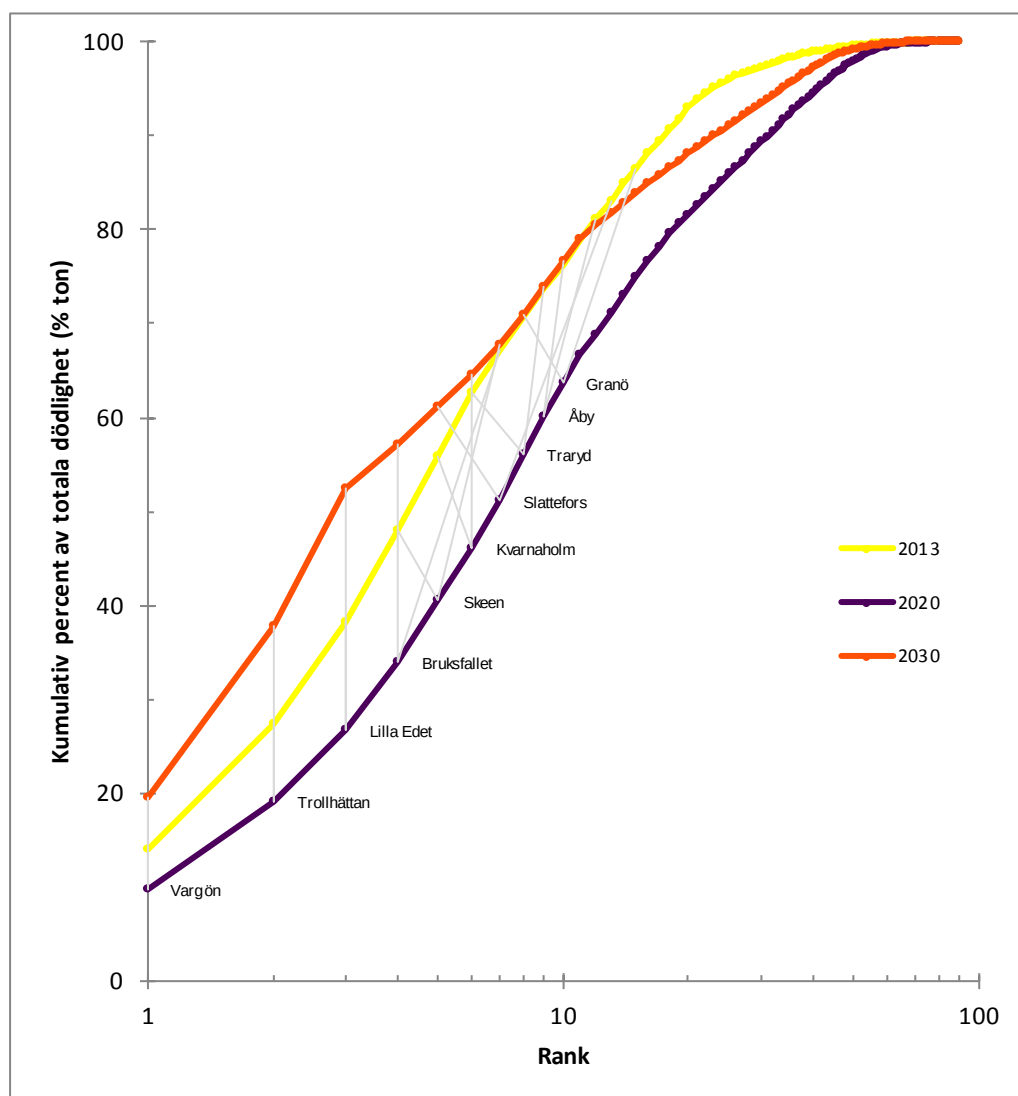
Figur 17 Resultat av de åtgärder som gjorts inom KTÅ per år, uttryckta som deras bidrag till lekvandringen över tid. Staplarna till vänster representerar Trap & Transport och kurvorna till höger visar utfallet av de kompensatoriska utsättningarna på kusten, fördelat över år.

Tabell 2 Översikt av de åtgärder som gjorts inom KTÅ, redovisat per år då åtgärden gjordes, summerad över år då åtgärden får effekt på blankålsflykten.

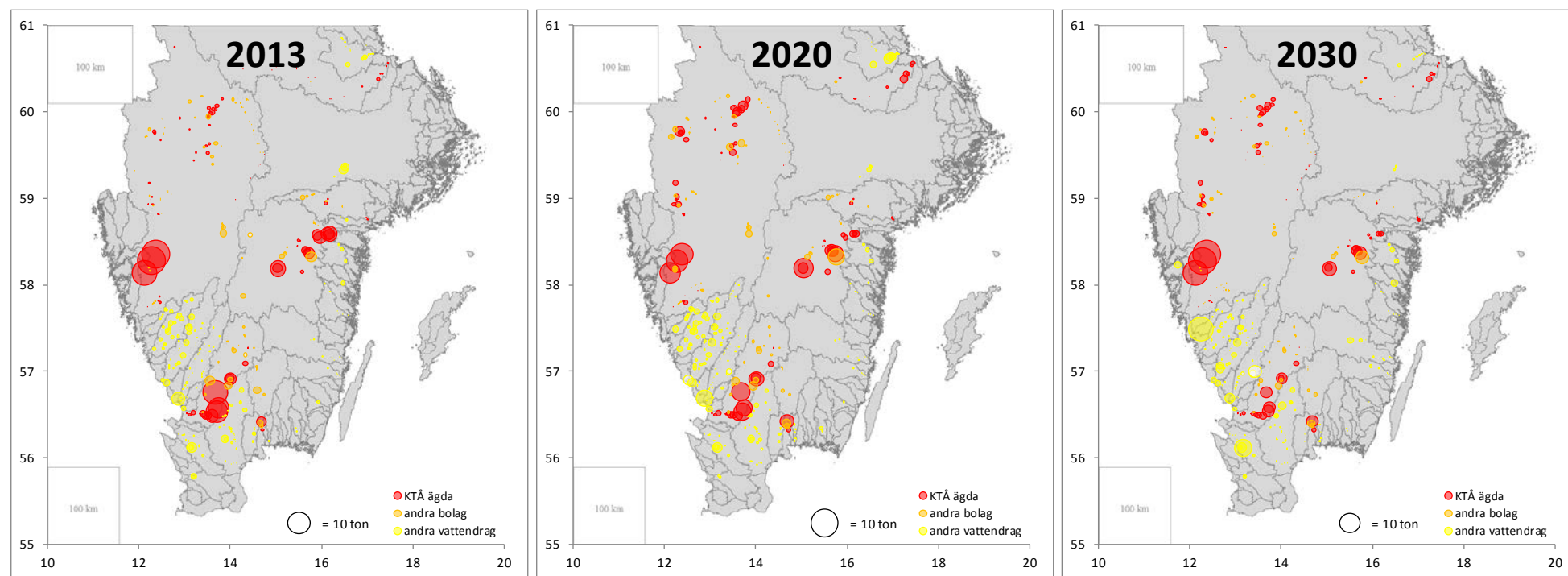
åtgärd i	Kompensationsutsättningar		Trap & Transport		Total åtgärder	
	Biomassa (kg)	Antal styck	Biomassa (kg)	Antal styck	Biomassa (kg)	Antal styck
2011	60 181	72 816	7 425	7 065	67 606	79 881
2012	66 252	79 702	9 784	8 940	76 036	88 642
2013	73 504	88 376	13 750	12 714	87 254	101 090
Total	199 937	240 894	30 959	28 719	230 895	269 613

5.5 Påverkan per vattenkraftstation

I föreliggande rapport rekonstrueras ålbeståndet i då- och nutid samt påverkan från fiske, vattenkraft och beståndsskyddande åtgärder. Om man beaktar att blankålsproduktionen är rekonstruerad utifrån naturlig rekrytering och utsättning för ca 15 år sedan, så är osäkerheten i skattningarna omfattande. Så här långt har vi bara presenterat resultat som summerar över hela landet eller över en tidsperiod, men inget om specifika utsättningsomgångar under särskilda år och i specificerade vattendrag. I Figur 19 visas de mängder ål som beräknas förolyckas vid passage av enskilda vattenkraftverk under åren 2013, 2020 respektive 2030. Självklart måste dessa mer detaljerade resultat läsas med viss försiktighet. Figur 19 indikerar att merparten av den vattenkraftsrelaterade dödligheten sker i ett mindre antal kraftverk. Ca tio stationer står för 60-75 % av den totala dödligheten (Figur 18). Ser man närmare på de stationerna framgår det att den primära orsaken till den höga dödligheten är en konsekvens av förhållandevis stora ålbestånd uppströms respektive kraftverk, och inte på grund av ett alltför pessimistiskt antagande om en hög turbindödlighet. Från nästan alla stationerna finns antingen en observerad eller en simulerad skattning av dödligheten, och de värdena är avsevärt lägre än den standarddödlighet om 70 % som annars antas.



Figur 18 Vattenkraftverk rangordnade utifrån deras påverkan på ålbeståndet. Kurvorna visar kumulativ dödlighet som en funktion av rangordningen. Den horisontella, logaritmiska axeln anger rangordningsnummer under de år som valts, sorterade från högsta till lägsta påverkan (rangordningen är beräknad för varje år oberoende av varandra). Den vertikala axeln anger andel (%) av den totala vattenkraftsrelaterade dödligheten som dessa kraftverk orsakar. Figuren visar bara de kraftverk som ägs av bolagen som representeras i KTÅ. I kurvan för 2020 namnges de tio kraftverk som uppskattas förorsaka de största förlusterna det året. Tunna grå linjer binder samman stationens rangordning under de andra åren.



Figur 19 Turbindödighet per vattenkraftstation, uppskattad för åren 2013, 2020 och 2030. Kraftverk som ägs av bolag representerade i KTÅ visas i rött, övriga i gula nyanser. Uppskattningarna för 2020 and 2030, förutsätter att situationen 2013 fortsatt gäller, dvs. utsättningar och fiske fortsätter på samma nivå, och att inga (ytterligare) förändringar sker vid kraftverken.

Eventuella avledningsanordningar i vattendrag utöver KTÅ-kontrollerade sådana har inte beaktats i beräkningarna. I Rolfsån finns en sådan anläggning. Andra sådana exempel är Ätrafors och Herting i Ätran samt Alsters kraftverk i Alsterälven. Nedströms Lygnern, i Rolfsån utgör kraftverket vid Ålgårda ett vandringshinder för utvandrande blankkål. Tidigare undersökningar (Lagenfelt & Westerberg 2009) visade att märkta ålar passerade kraftverket oskadda, sannolikt genom ett "ålrör" som går genom dammbyggnaden. Ytterligare ålar passerade oskadda genom gamla åfåran. Idag är "ålröret" bortaget, men kraftverket är ombyggt och är nu utrustat med såväl ett omlöp som med ett snedställt intagsgaller med flyktöppningar.

5.6 Kvalitetskontroll av ålar som använts för Trap & Transport 2012 och 2013.

Inom ramen för Krafttag Ål så har en s.k. fördjupad kvalitetskontroll av ålar som använts för Trap & Transport (T&T) genomförts åren 2012 - 2014. Stickprover från ett antal leveranser av ål för T&T-ändamål analyserades av personal från SLU Aqua. Under 2012 undersöktes 165 ålar av de som sattes ut nedströms Lilla Edets kraftverk i Göta Älv. De kom i huvudsak från Väneren, men med ett visst inslag också från Ymsen, en sjö belägen uppströms Väneren. Under 2013 gjordes en liknande kvalitetskontroll av 171 ålar från Roxen och Glan i Motala ströms vattensystem.

Kvalitetskontrollen omfattade förutom mätning av längd och vikt även analys och bedömningar av mognadsgrad (blankhet), kondition ("korpulens"), förekomst av tydliga sjukdomssymtom, skador från turbiner, fågel och fisk samt i mindre skala även fetthalt. Syftet var att utifrån undersökning av levande ålar bedöma om de var i ett sådant skick att de kunde antas kunna vandra till Sargassohavet för lek.

Generellt var de undersökta ålarna stora och i god kondition. Ett antal (60) ålar från Motala Ström mättes också med avseende på fetthalt och de låg på förväntade halter om dryga 20 %. Beroende på vilka kriterier som användes för att bedöma mognadsgrad (blankhet) så var inslaget av gula, små ålar något större i några av leveranserna från Vänersystemet än från Motala Ström. Sådana ålar kan inte antas vara fullt förberedda och lämpliga för Trap & Transport.

Skadebilden var den att lindriga nötskador på nos och stjärt visserligen förekom frekvent, men bedömdes inte som grava. Däremot var bett av, som vi förmodar, skarv tämligen frekventa bland ålen från Vänersystemet. Flera av de betten var så pass djupa att risken för sekundära infektioner inte kan ses som försumbar. De var vanligast förekommande bland Vänerålen, där hela 20 % uppvisade mer eller mindre djupa bitskador. Motsvarande siffra från Motala ström året därpå var endast 3 %. Bland ålen från Glan observerades flera ålar med, vad vi misstänker vara, gamla och väl läkta turbinskador. Preliminära data från Lagan (2014) visar inte på någon oroväckande skadebild.

Predation från skarv och säl är inte specifikt beaktade i denna rapport utan antas rymmas i den naturliga dödligheten. Även om det nu finns detaljerade uppskattningar över deras konsumtion från några områden, så går det inte att extrapolera över alla de år som vår utvärdering omfattar och till alla relevanta områden. Högst preliminära beräkningar utifrån de få skattningar som finns, indikerar att den av skarv och säl orsakade dödligheten, rymmer inom de antagna dödlighetstalen.

Vad vi hittills inte har någon större kunskap om är hurvida den ål som fångas och används för Trap & Transport tidigt på säsongen är väl förberedda för en lång lekvandring till Sargassohavet på andra sidan Atlanten. Hösten är nämligen den naturliga tiden för lekvandring mot Sargassohavet och i den mån vårutvandring förekommer är det dels som i Sverige där höstutvandrande ålar stannar upp på grund av alltför lite eller för kallt vatten på hösten, eller som i områden med våta, men milda vintrar, där höstutvandringen kan fortsätta långt in på vårvintern. Vi vet inte om ålar som stannat över vintern i vårt land fortfarande är i fullgott skick för bidra till lekvandringen.

6 Resultat rörande fällorna i Mörrumsån och Lagan

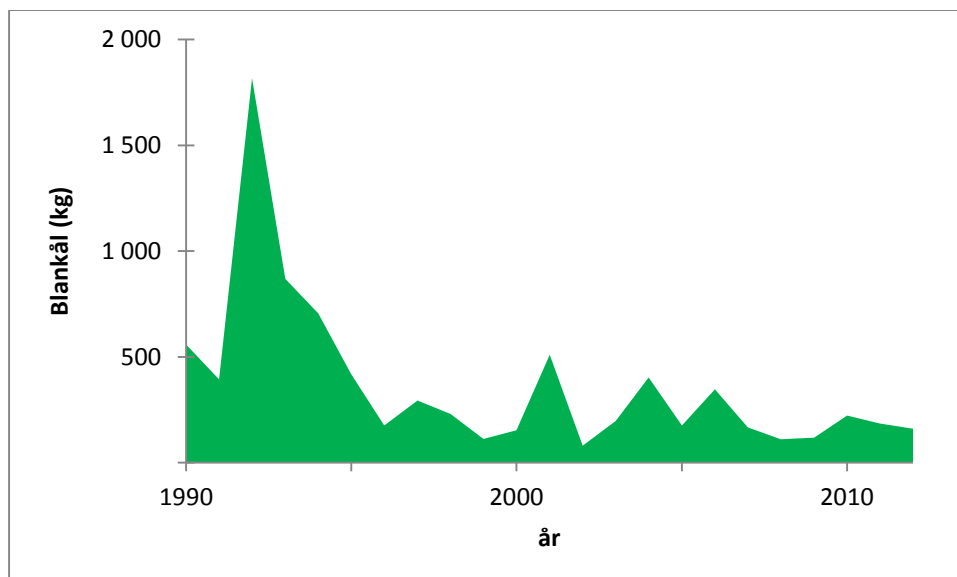
I uppdraget efterfrågas en utvärdering av två utvandringsfällors effektivitet. Detta kapitel diskuterar den frågan.

Vid både Bolmens utlopp till Bolmån, som sedan rinner till Lagan, och vid Granö i Mörrumsån finns sedan länge anordningar för att hindra utvandrande ålar för att passera nedströms liggande kraftverk. Vår kunskap om respektive anordning är högst bristfällig, men några uppgifter presenteras ändå nedan.

De resultat som presenteras i detta kapitel antar alternativ a. för vattenkraftsrelaterad dödlighet (se ovan), dvs. en bästa uppskattning baserad antingen på observerad dödlighet, simulerad dödlighet eller standardvärdet om 70 % per kraftverkspassage (i den prioriteringsordningen).

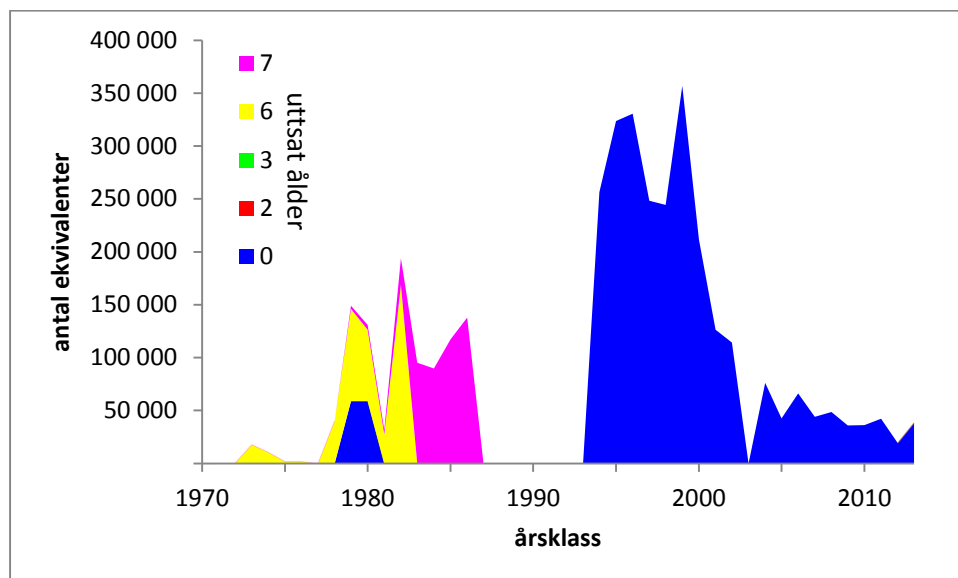
6.1 Skeen

Strax uppströms Skeens kraftverk rinner Bolmån genom två kanaler varav den södra (det ursprungliga utloppet) sedan 1976 är utrustad med en stor V-formad fiskspärr där ål och annan utvandrande fisk fångas i en nedströms liggande fångstbur. Även den norra, grävda kanalen, där en mindre mängd vatten normalt rinner, är försedd med en slags, enklare ålfälla. Ålfångst från lanor och ålkistor i Bolmens utlopp finns annars beskrivna så långt tillbaka i tiden som 1100-talet (Berglind 1987). Fångsten från fiskspärrarna har inte använts för T&T-ändamål utan tillfallit fiskevårdsområdena nedströms som kompensation för uteblivet ålfiske. Ålen har sedan försålts för konsumtion, för att generera intäkter till fiskerättsägarna. Hanteringen har under senare år skett genom en fiskevårdsområdesförenings försorg. Syftet med ålfångsten uppströms Skeen var, när anläggningen byggdes, sannolikt att förhindra sanitära olägenheter nedströms kraftverket där tidvis (1960 enligt Anonymous (1960) och Sjöstrand (1987)) större mängder död ål kunde observeras, dvs. det var inte några bevarandaspekter som låg bakom fångstanordningen. Enligt de fångstdata vi tagit del av, har fångsterna varierat stort över tid, från ca två ton per år under 1960 och 70-talen till knappt 200 kg under senare år. Året 1992 fångades dock mer än 1800 kg.



Figur 20 Den årliga fångsten i fällan vid Skeen.

Produktionen av blankål i Bolmen, strax uppströms vattenkraftverket och fällan i Skeen, beror till stor del av de utsättningar som görs: medan cirka 10 000 ålyngel (ej presenterade i figuren nedan) årligen fångas i Laholm och transporteras till Bolmen, så domineras utsättningarna av de över 100 000 importerade ålynglen (Figur 21). Tidsserierna för utsättningar i Bolmen följer den nationella trenden (Figur 5), där det på grund av byte av utsättningsmaterial skapas en lucka i årsklasserna mellan 1987-1993, en topp mellan 1995 och 2000, och en ganska låg nivå efter år 2000.

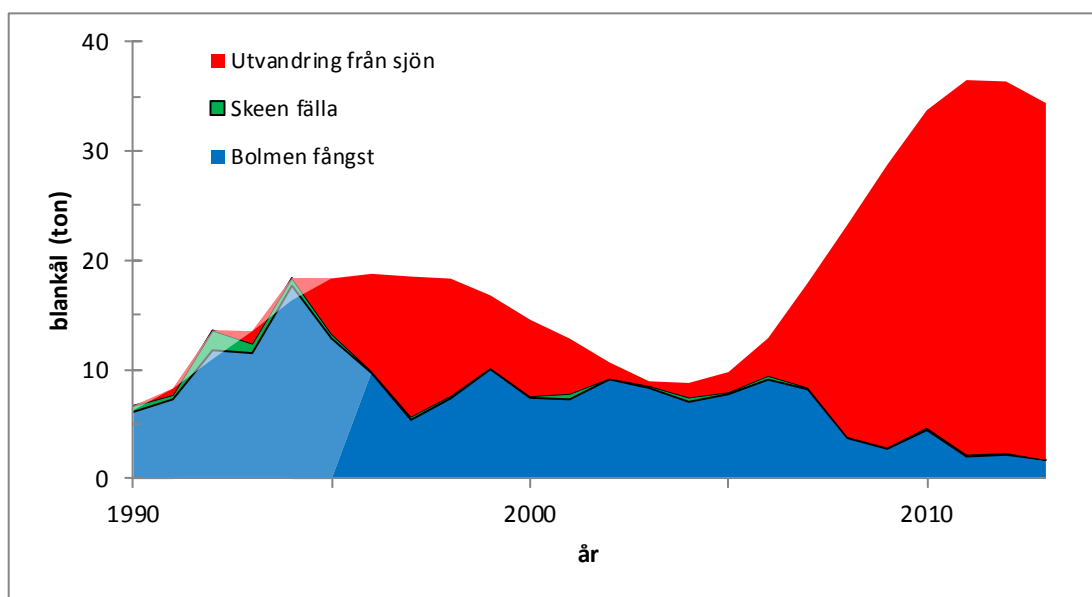


Figur 21 Trenden för utsatta ålar i Bolmen, uttryckt som glasålskvivalenter per årsklass. De vid Laholm uppsamlade ålynglen visas inte i denna figur.

Den uppskattade totala produktionen (summan av alla serier) följer utsättningsmönstret, men med en förskjutning på omkring femton år: en topp i slutet av år 1990, som i sin tur bygger på utsättningar i 1980-talets början, en bottennotering omkring år 2005 som motsvarar att man inte alls satte ut 1987-1993 årsklasser; toppen i utsättning fram till 2000 förutspås ha producerat upp till 35 ton blankål efter 2010.

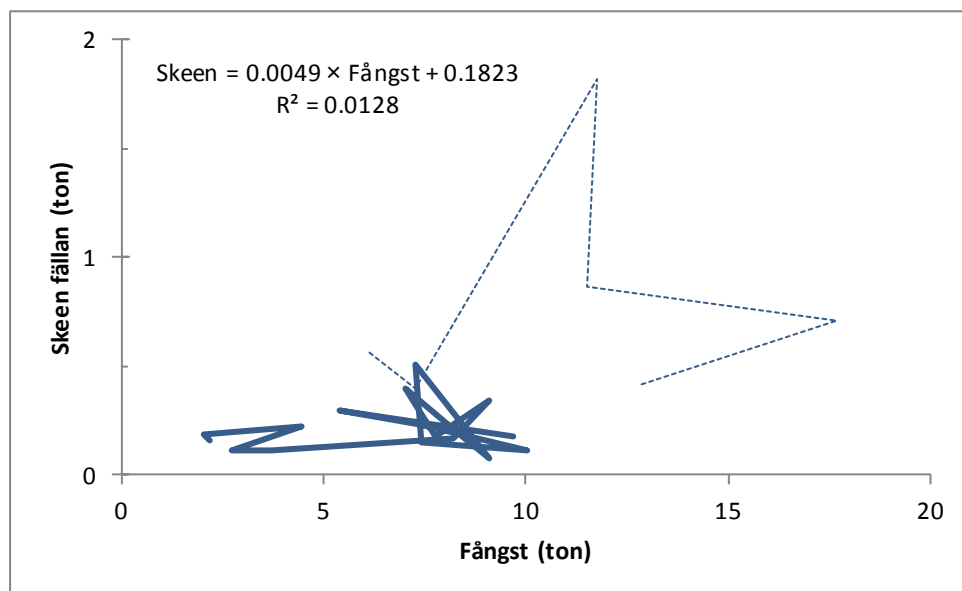
Fiskets landningar (det blå fältet i Figur 22), följde däremot ett annat mönster. Under åren fram till 1995 finns inga detaljerade fiskeridata. Men genom att rekonstruera Bolmens fångster från de nationella totalfångsterna och genom att använda uppskattningar av Bolmens produktivitet, kan vi uppskatta att fångsterna ökat från 6 ton år 1990 till 18 ton under 1994. Från och med år 1995, när data från Bolmen fanns tillgängliga, var landningarna stabila och låg på nästan 10 ton. Sedan 2008 har dock landningarna snabbt minskat, från 8 ton till endast 2 ton. Om man granskar uppgifterna närmare indikerar de en minskning av antalet fiskare, men också verksamma fiskare har observerat den snabba nedgången. Detta gör att det således är ganska osannolikt att blankålsproduktionen ökat i den relation till utsättningarna som vi förväntat oss.

Vad hände med de importerade ålynglen som sattes ut i Bolmen under åren 1994-2002? Varken prov från yrkesfisket (prover från år 2003) eller senare prover från Trap & Transport (prover från 2014, ej åldersbestämda) visade att ålarna generellt tillväxte exceptionellt långsamt eller var i särskilt dålig kondition. Däremot var de 2014 förhållandevis små och inte så långt framskridna i sin mognad (blankhet) jämfört med ål vi undersökt från andra lokaler, och de något större av ålarna var i sämre kondition än de mindre. Det var mycket få ålar som hade skarvbett i provtagningen från 2014, mycket färre än i andra älvar varifrån Trap & Transport-ålar undersökts. Därmed är det fortfarande oklart om och varför den stora utsättningen under åren 1994-2002 inte lett till förväntat ökade kommersiella fångster. Det behövs en grundlig analys av gulålspopulationen i Bolmen för att få svar på den frågan.



Figur 22 Utvecklingen av uppskattad blankålsproduktion i Bolmen, uppdelad efter deras slutliga öde: att fångas i Bolmens fiske, i fällan i Skeen, eller att vandra nedströms till kraftverket i Skeen. Rekonstruerade data om yrkesfisket visas i ljusblått. Där den faktiska fångsten överstiger den förväntade produktionen är serierna skuggade.

Vi saknar således en helhetsbild av Bolmens ålproduktion, och vi kan därmed inte utvärdera hur effektiv fällan i Skeen är. Baserat på produktionsdata skulle man kunna dra slutsatsen att, av de totalt 35 ton blankål som produceras i sjön så fångas endast 2 ton i fisket. Av dessa 35 ton blankål förutspås 33 ton migrera mot fällan, men fällan fångar i praktiken bara några hundra kilogram. Vidare skulle man kunna dra slutsatsen, baserat på data från fisket, att produktionen har minskat betydligt under senare år. Men, data från fällan i Skeen följer inte den trenden (Figur 23). Då Bolmens fångster inte kan relateras till fångsterna i Skeen-fällan ($R^2 = 0,01$), kan vi dra slutsatsen att vi istället för den nuvarande datarekonstruktionen utifrån de yngsta och äldsta livsstadierna, behöver vi göra en mycket mer djupgående analys.



Figur 23 Relationen mellan fångster i Bolmen (heldragen linje = observerade data, prickat = rekonstruerade data) och fångster i Skeen. Regressionsekvationen och korrelationskoefficienten relaterar bara till observerade data.

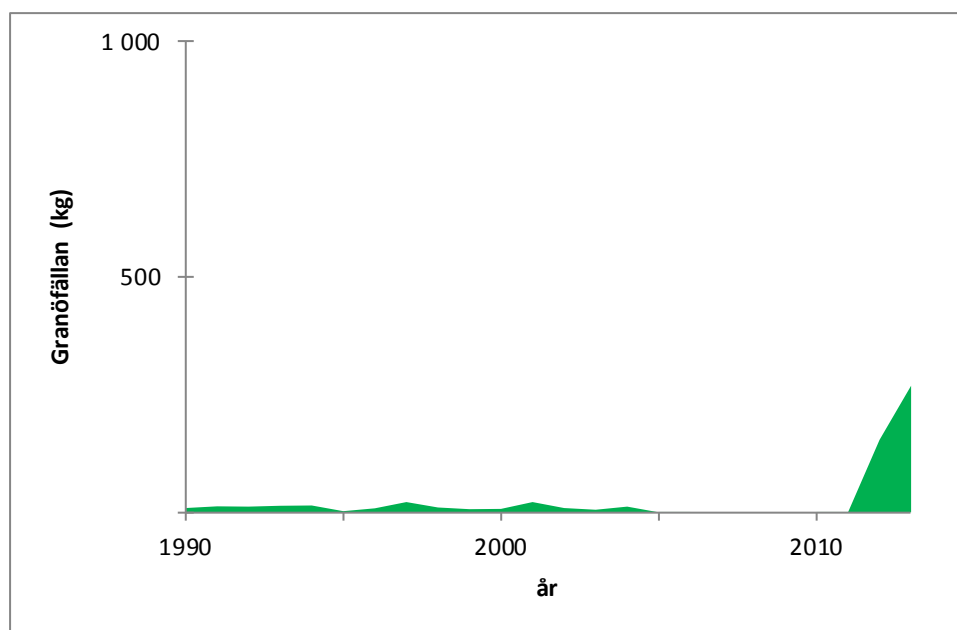
Fritidsfiske är tillåtet i sjöar långt upp i vattendragen varifrån utvandrande ålar bedöms ha mycket små möjligheter att nå havet (FIFS 2004:37, bilaga 6). Det torde förekomma ett icke registrerat fritidsfiske i Bolmen, men då sådant fiske inte får ske för avsalu kan det knappast

förklara mer än en mindre del av de 33 ton som vi måste anta vandra ut från sjön (M. Ingemarsson pers. medd.). Det är inte heller rimligt att anta att skarvens eventuella predation på ål skulle kunna förklara någon större del av dessa 33 ton (M. Ingemarsson pers. medd., Boström & Öhman 2014).

6.2 Granö

Nedströms Åsnen fanns två olika anordningar för att avskilja ål från det strömmande vattnet. I Granö kraftverksdamm har sedan 1940-50-tal funnits en intrikat anordning för att fånga och fördela den utvandrande ålen. Oss veterligt har den anordningen aldrig fångat annat än ett mycket litet antal ålar. Den är numera (sedan 2012) borttagen. I intagskanalen till Granö kraftverk fanns fram till 2011 ett galler, eller snarare ett nät av metall, som skulle förhindra ål och annan större fisk att fortsätta ner mot turbinintagen. Tanken var att ålarna istället skulle finna ett, genom dammvallen gående, rör strax uppströms fiskgallret. De ålarna fångades sedan i en lägre liggande stor ålkista. Ålarna skulle sedan transporteras till nedströms Mariebergs kraftverk, dvs. längst ned i Mörrumsån. Från figuren nedan framgår att det inte var några större mängder som fångades i ålkistan. Ovannämnda galler var dock bara i funktion under 7-8 av årets månader.

År 2011 revs dåvarande fiskspärr och ersattes under 2012 av en modern konstruktion med liggande, vinklinsbara galler försedda med flyktöppningar för nedvandrande ålar. Även de ålarna transporteras till nedströms Mariebergs kraftverk.

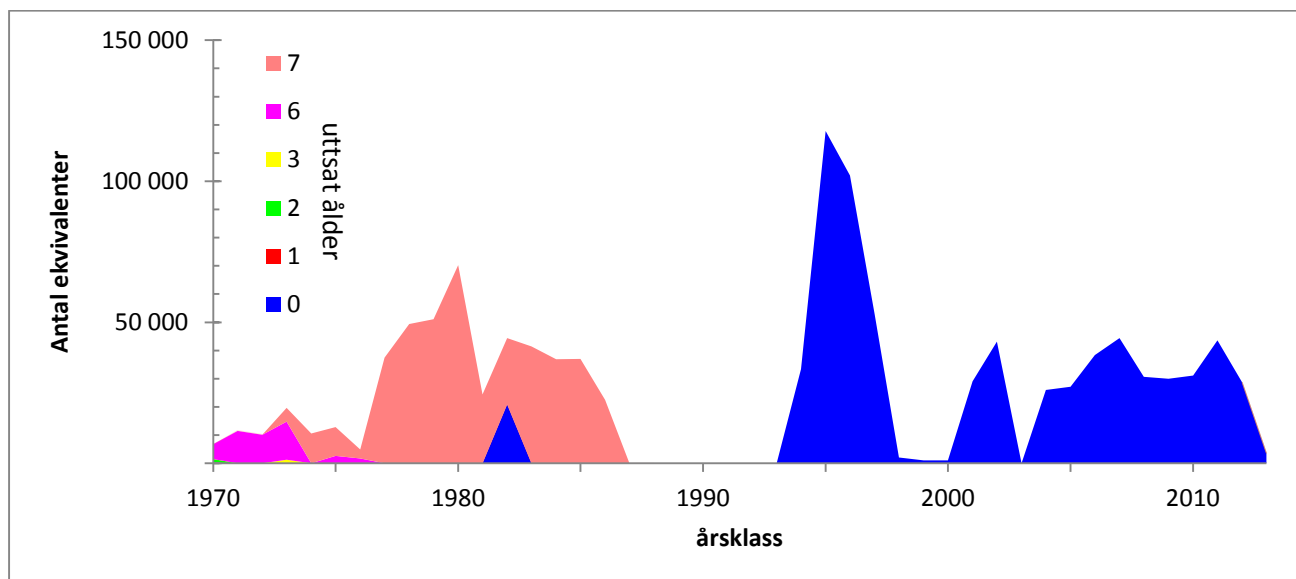


Figur 24 Den årliga fångsten av ål i Granöfällan. 2011 kom fångsten från lanefisket i Havbältan och sedan 2012 från den nya avledaren vid Granö.

Innan Mörrumsån reglerades (med början 1907 och byggandet av Granö kraftverk 1958) fanns där ett femtontal lanefisken på ål. Numera återstår endast fisket vid Blidingsholm (Havbältan), då de flesta lokalerna är överdämda och tillgången på ål är betydligt mindre än förr. Från Havbältan, beläget uppströms Granö och där ål numera har fångats för Trap & Transport, finns en fångstserie sedan 2003, som inkluderas i analysen.

För fällan i Granö är utsättningar i Åsnen och i många mindre sjöar i avrinningsområde uppströms Granö relevanta, liksom fisket i Åsnen. Utsättningarna har varit i storleksordningen 25 000 - 100 000, medan den årliga transporten uppströms av yngel från Fridafors och Hemsjö på senare tid bara varit mellan 10 och 5 000 stycken. Tidsserien av utsättningar i Mörrumsån (Figur 25) följer i stort sett den nationella trenden (Figur 5), på grund av byte av

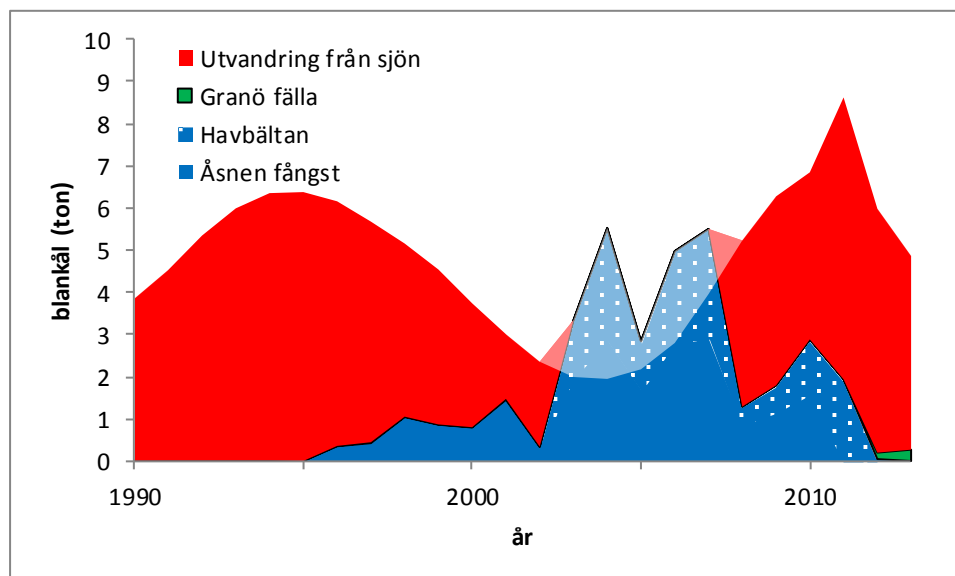
utsättningsmaterial skapas en lucka i årsklasserna mellan 1987-1993, en topp under åren 1995-1996, och en låg nivå efter år 2000.



Figur 25 Utsättningar i Mörrumsåns avrinningsområde, uppströms Granö.

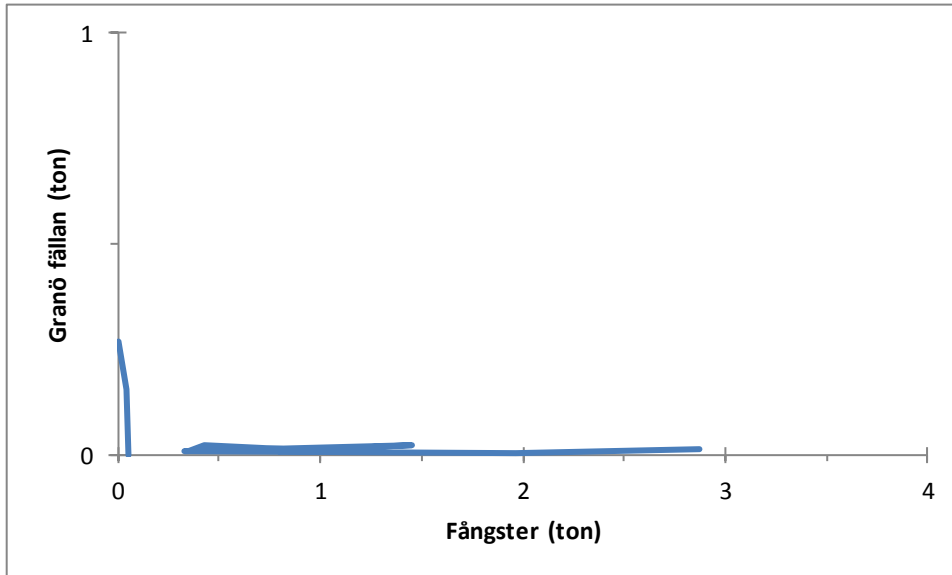
Den uppskattade totala produktionen av ål (Figur 26, summan av alla serier) följer utsättningsmönstret, men med utfall först runt femton år senare: en hög produktion i mitten av 1990-talet och som bygger på 1980 års utsättningar; den lägsta produktionen kring år 2003 motsvarar ett utsättningsuppehåll 1990; en topp i utsättningarna under 1995 spås ha producerat upp till 9 ton blankål under 2011.

Data från landningar i yrkesfisket (blå fält i Figur 26) finns endast från och med 1996. Den uppskattade sänkningen i produktion mellan åren 2002 och 2007 speglas inte i landningsuppgifterna från Åsnen, och inte heller i uppgifterna från Havbältan. Men från och med år 2008 minskade landningarna, trots att produktionen uppskattades öka stort. Utvecklingen är densamma som i Bolmen, och som diskuterats ovan - och precis som i Åsnen är det oklart vad som orsakat detta. Det är alltså fortfarande oklart varför den stora utsättningen under 1995 inte ledde till ökade kommersiella fångster. En analys av gulålsbeståndet i Mörrumsån är nödvändig för att bringa klarhet i frågan.



Figur 26 Figuren visar en uppskattad utveckling av blankålsproduktionen i Mörrumsån, uppdelad efter ålens slutliga öde: att fångas i Åsnen yrkesfiske respektive i Havbältan, i Granöfällan, eller att migrera längre nedströms mot kraftverket i Granö. Fångst som överskrider beräknad produktion visas som skuggad.

Då vi inte till kan förstå variationen i Mörrumsåns ålproduktion, kan vi inte heller utvärdera hur effektiv Granöfällan är. Utifrån produktionsdata skulle man kunna dra slutsatsen att av de 9 ton blankål som producerats under 2011, fångas endast 2 ton i fisket - 7 ton blankål förutspås migrera mot fällan. Men, Granöfällan tillsammans med lanefisket i Havbältan fångade i realiteten bara 2 ton år 2011. Baserat på data från fiskets fångster har produktionen minskat betydligt under senare tid. Fällans fångster avspeglar inte alls landningarna i Åsnen (Figur 27). För att förstå dynamiken i Mörrumsån behöver vi således göra en mer djupgående analys, istället för att rekonstruera data med hjälp av enkom uppgifter om de yngsta och äldsta livsstadierna.



Figur 27 Relationen mellan fångster i Åsnen och fångster i Granö. Ingen korrelation har beräknats.

Efter det att föreliggande rapport färdigställdes har en utvärdering av det nya alfagallret vid Granö presenterats (Karlsson *et al* 2014). Vi har således av naturliga skäl inte kunnat beakta den rapporten i våra beräkningar. Rapporten visar emellertid att av de ålar som studerades med hjälp av radiomärkning var de många som aldrig vandrade som förväntat. Av de som kom fram till intagskanalen vid Granö gick merparten fram till avledaren, men få av dem gick sedan in i avledaren, dvs. passageeffektiviteten var låg.

7 Antaganden och osäkerheter

Den analys som beskrivs i föreliggande rapport använder en kombination av observationer och antaganden för att förutspå ålproduktionen i sötvatten, uppskatta fiskets och vattenkraftens betydelse för beståndet samt för att beräkna mängden blankål som slutligen når havet. I detta kapitel undersöker vi betydelsen av de antaganden vi gjort samt belyser de osäkerheter som resultaten därmed kan vara behäftade med.

I brist på faktisk kunskap om hur mycket gulål det finns i våra sötvatten, så har vi beräknat produktionen av blankål utifrån det vi vet om rekryteringen av unga ålar till sötvatten och om mängden ål som satts ut. En sådan beräkning kräver en omräkning från unga stadier till blankålsstadiet och det över ett tidsspänn om ca 15 år. Vi antar därför en konstant tillväxthastighet (4.4 cm per år, vilket är den observerade medeltillväxten) och en naturlig dödlighet M om 10 % per år (ett rimligt antagande). Vi räknar även in medelstorleken för blankål (65-90 cm) och ålder (13-20 år) vid blankålsstadiet relaterat till latitud (55°N - 61°N), baserat på observationer i modern tid. Tillväxt, storlek och den naturliga dödligheten bestämmer tillsammans vilken produktion av blankål ett antal unga ålar kan ge upphov till. Osäkerheten i skattningen av den naturliga dödligheten är sådan att eventuella fel och osäkerheter i tillväxt eller storlek vid blankålsstadiet helt överskuggas. Nedan undersöker vi hur utfallen varierar beroende på vilken nivå för den naturliga dödligheten vi väljer, från 5 % till 15 % per år. Ålförvaltningsplanen använde sig av ett så högt M som 25 % per år. Beroende

på vilken nivå man väljer för den naturliga dödligheten, så kan andelen unga ålar som överlever till blankålsstadiet variera avsevärt, från 46 % (vid $M=5$ %) till 1,3 % (vid $M=25$ %), dvs. 35 gånger mindre. Eventuella felaktigheter eller osäkerheter i tillväxthastighet och blankålsstorlek är säkerligen betydligt mindre än så. Vid naturliga dödligheter större än 15 %, fick vi emellertid orimliga resultat, då mindre än 9 % av alla ålar borde överleva över tidsspannet 15 år, samtidigt som bara fisket stod för närmare 10 %. Vi menar därför $M=15$ % vara den högsta dödlighet vi har att räkna med (se även Dekker 2012, p. 64 och figur 21, där detta ytterligare exemplifieras). Så, i det följande räknar vi på tre olika nivåer av naturlig dödlighet, nämligen: $M=5$ %, $M=10$ % och $M=15$ %.

För uppskattningen av vattenkraftens påverkan på utvandrande ål, ligger den största osäkerheten i skattningen av överlevnad vid passage per station. Det är bara från 15 av samtliga 519 stationer med ett mer substantiellt ålbestånd uppströms, som det finns empiriska skattningar av överlevnad och dödlighet. Från resterande 504 stationer har vi inte några data. Som beskrivs ovan under sektion 3.2, så testar vi tre olika angreppssätt:

- a- en bästa uppskattning baserad antingen på observerad dödlighet, simulerad dödlighet eller standardvärdet om 70 % (i den prioriteringsordningen);
- b- en konstant dödlighet om 70 %;
- c- en konstant dödlighet om 30 %.

Totalt testar vi för tre nivåer av naturlig dödlighet och tre varianter för vattenkraftsrelaterad dödlighet, dvs. totalt $3 \times 3 = 9$ varianter (Figur 28 och Figur 29).

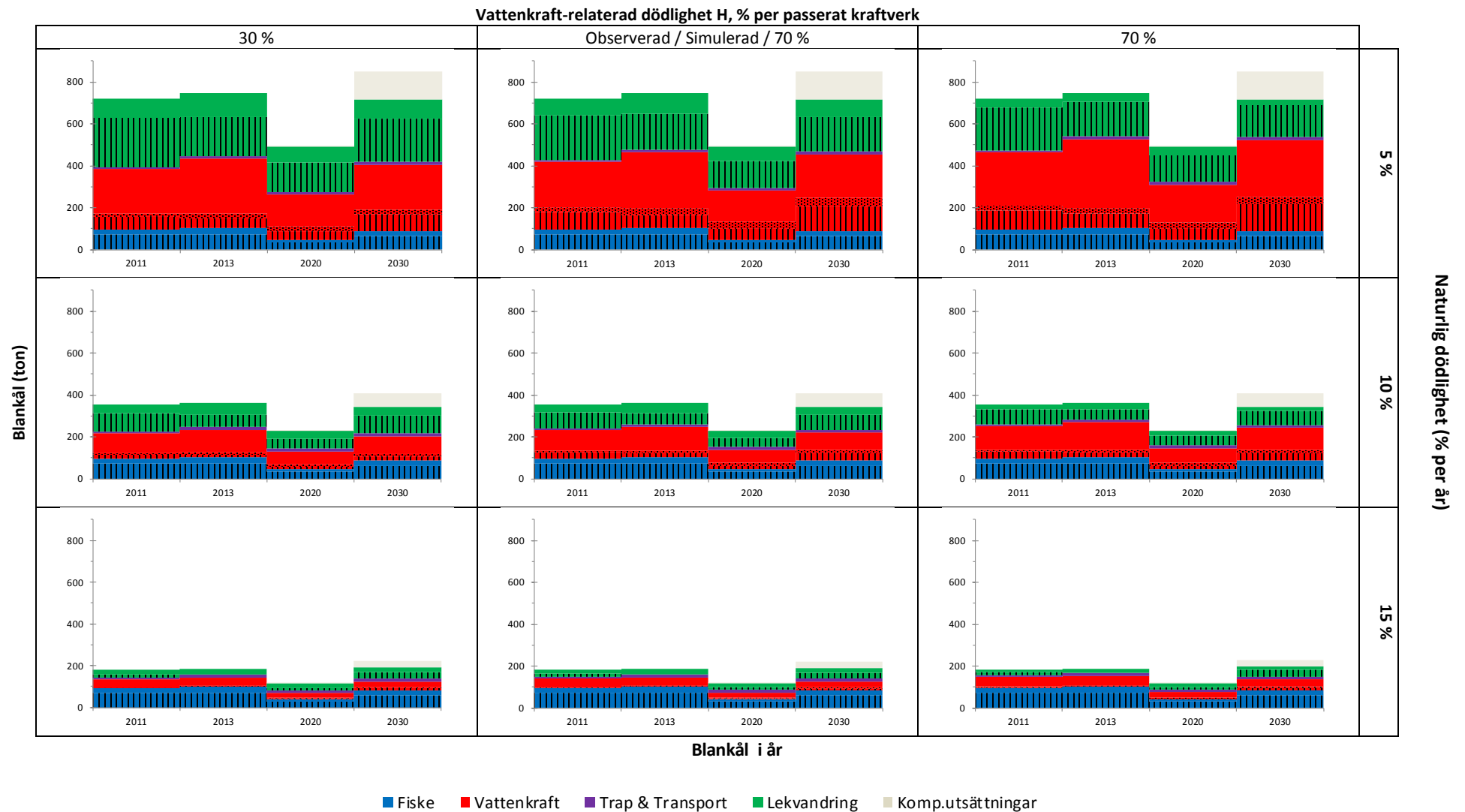
Figur 28 visar det beräknade ödet för den blankål som producerats i inlandsvatten, som i Figur 13, men här har några få år valts ut, nämligen startåret för KTÅ-programmet (2011), slutåret (2013), året för de minsta utsättningsarna på senare år (2005), och när de senare vandrar ut (2020) samt det år som dagens åtgärder får full effekt (2030). Figur 29 visar motsvarande dödlighetsuppskattningar (jämför Figur 15).

Uppenbarligen har inte våra antaganden om den vattenkraftsrelaterade dödligheten någon inverkan på de övergripande produktionsskattningarna (om man i Figur 28 jämför horisontellt så finns inga skillnader), medan valet av nivå på den naturliga dödligheten kan både göra och omintetgöra produktionsskattningen. Produktionsuppskattningarna varierar från mer än 700 ton vid $M=5$ %, till mindre än 200 ton vid $M=15$ % (jämför vertikalt i Figur 29). Då vi inte vet det sanna värdet för M , har vi valt mellanvärdet i det intervall vi studerat, men med det sagt inte ett säkert värde. Den övre nivån i intervallet (15 %) är rimlig med tanke på vad som fångas i fisket, medan det lägsta värdet inte kan relateras till något vi säkert känner. Om vi beaktar att dessa dödlighetstal understiger de värden man normalt använder sig av (som 25 % i Ålförvaltningsplanen), så ser vi intervallet som realistiskt, från långt under konventionella uppskattningar till maxvärden som passar våra data. Det rekommenderas dock starkt att man planerar för en eller flera pilotstudier vattensystem av hanterlig storlek, där en fullständig beståndsuppskattning av det lokala ålbeståndet görs.

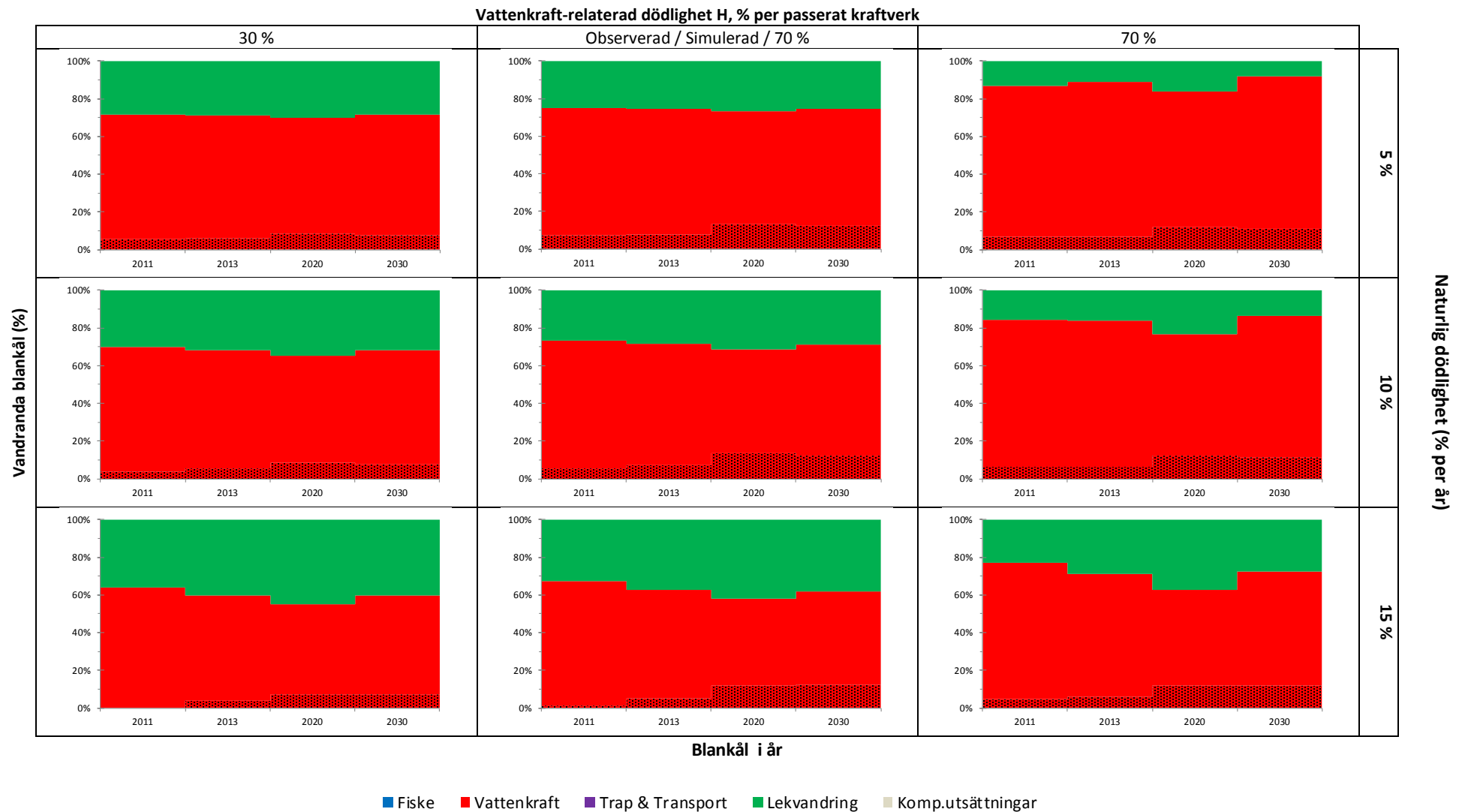
Uppskattningen av vattenkraftens relativa inverkan på det lokala ålbeståndet (Figur 29) är beroende av antagandet om varje stations påverkan (horisontellt), så väl som från antagandet om den naturliga dödligheten (vertikalt). Vid en konstant naturlig dödlighet om 10 % (mellanraden), så varierar den totala påverkan från ca 70 % (det är den summerade dödligheten över alla kraftverk om vi antar 30 % mortalitet per passage), till ca 85 % (vid en dödlighet om 70 % per station), vilket innebär en variation med en faktor två i överlevnad. Det angreppssätt vi valt att använda i denna rapport (observerad / simulerad / 70 %) resulterar i praktiken i en skattning mycket nära 30 % skattningen. Merparten av de observerade/simulerade fallen kom nära 30 %, något som starkt indikerar att resterande kraftverk, från vilka inga observerade eller simulerade data finns, är av mindre betydelse, eller vice versa, och att de kraftverk vi har data från faktiskt innefattar de viktigaste stationerna. Man bör dock notera osäkerheten i valet av de kraftverk varifrån det finns observerade data (Figur 2) och avsaknaden av ett tydligt förhållande mellan observationer och simuleringar (Figur 2). Det rekommenderas därför en granskning av hur representativa tillgängliga observationer är och hur applicerbara simuleringarna egentligen är.

Uppskattningen av vattenkraftens relativa inverkan på ålbeståndet (Figur 29) är till en del också påverkad av antagandet om naturlig dödlighet (vertikalt), något som vid en första

anblick kan tyckas motsägelsefullt. En närmare analys visar att det är en konsekvens av den geografiska fördelningen av ålutsättningar och av fisket i relation till vattenkraft. De sjöar där flest ålar satts ut (vilka också fiskas hårdast) ligger oftast uppströms flera vattenkraftverk. Då fiskedata inte är påverkade av våra antaganden om naturlig mortalitet, så medför ett högre värde för M (15 %) istället att uppskattningen av blankålsvandring från uppströms liggande sjöar avsevärt förändras. Ett högt M medför således att färre blankålar vandrar nedströms och därmed minskar också påverkan från vattenkraften, absolut och relativt. Som tidigare påpekats (kapitel 6) rekommenderar vi starkt att de görs pilotstudier för att uppskatta naturlig mortalitet M i fält.



Figur 28 Uppskattat öde för blankål som producerats i inlandsvatten (inkl. från KTÅ:s kompensationsutsättningar i kustvatten) för valda år. Jämförelse av resultat baserade på olika antaganden om naturligt dödlighet och vattenkraftsrelaterad dödlighet. Jämför med Figur 13. Alla deldiagram i figuren är ritade i samma skala.



Figur 29 Relativ påverkan från vattenkraftsproduktion på blankålsutvandringen i de prioriterade vattendragen för valda år. Jämförelse baserad på olika antaganden om naturlig dödlighet och vattenkraftsrelaterad dödlighet. Jämför med Figur 15. Alla deldiagram i figuren är ritade i samma skala.

Sammanfattningsvis så uppskattas påverkan från vattenkraften till ca 70 % för huvudalternativet (option a.), som används i resten av rapporten (M=10 %, H=bästa tillgängliga estimat). Det är bara när den naturliga dödligheten är mycket högre än den antagna (M=15 % eller högre, istället för M=10 %), som det är möjligt att dagens påverkan på ålbeståndet är lika med eller lägre än de överenskomna 60 %. Om man antar att M är så hög som 15 %, så medför det också att fisket faktiskt tar så mycket som 40-60 % av blankålsproduktionen (jämfört med 10-15 % vid M=5 % respektive 20-30 % vid M=10 %). Oberoende resultat från blankålsmärkningar visar att återfångster varierar från lokal till lokal, men att de normalt är betydligt lägre än 40-60 % även om undantag finns (Niklas Sjöberg, pers. komm.).

8 Målsättning och resultat

Mål 1: "Den genomsnittliga turbindödligheten ska halveras för utvandrande blankål i de prioriterade vattendragen där undertecknade kraftbolag äger vattenkraft".

Under åren 2011-2013, har KTÅ bedrivit ett Trap & Transport program (T&T) där blankål fångats uppströms kraftverk och sedan transporterats och släppts ut nedströms nedersta vandringshindret. Under programperioden har omfattningen av Trap & Transport ökat från 7 till 14 ton räddad blankål (Tabell 3). Rent tekniskt har Trap & Transport-programmet inte minskat turbindödligheten i sig för de återstående blankålarna, men det är uppenbart att åtgärden räddat ett antal ålar från turbindödlighet och skall därför räknas in under Mål 1.

Tabell 3 Sammanfattning av resultaten för några utvalda år. Uppskattade resultat anges i ton blankål.

År	Produktion	Fångst	Vattenkraft KTÅ-ägda	Vattenkraft andra bolag	Trap & Transport	Lekvandring (exkl. T&T)
2011	176	24	108	6	7	38
2013	211	30	120	13	14	48
2020	126	11	68	14	14	33
2030	191	24	107	14	14	43

För att avgöra om turbindödligheten har halverats eller ej, räcker det inte att bara jämföra situationen före och efter det att åtgärder satts in. Även utan direkta åtgärder skulle situationen nämligen ha ändrats från år till år, till stor del beroende på de förändringar i utsättningar som gjorts många år tidigare. Vi måste därmed även rekonstruera vad som skulle ha hänt utan någon Trap & Transport. Den beräkningen kräver att vi vet vad som annars skulle ha hänt med "Trap & Transport ålarna". Merparten av den ål som använts för Trap & Transport härrör från det kommersiella fisket. Utan en Trap & Transport aktivitet, så skulle den kommersiella fångsten av ål kunnat vara mindre och "Trap & Transport ålarna" skulle därmed ha bidragit till blankålsvandringen och antingen förolyckats i vattenkraftverk eller överlevt och därmed kunnat bidra till lekvandringen. Ett annat scenario är att presumtiva "Trap & Transport ålar" skulle ha fångats men sedan sålts för konsumtion. I Tabell 4 och Tabell 5 ges uppskattningar för båda scenarierna (vänster, respektive höger kolumn i varje tabell). Tabell 4 ger Trap & Transport programmets procentuella bidrag till hela blankålsutvandringen, medan Tabell 5 ger den andel som hänförs till de ålar som påverkas av KTÅ programmet. Beräkningen, som är komplex, överskattar sannolikt i någon mån andelen räddad ål då en viss andel av de ålar som nu räddats genom Trap & Transport skulle ha överlevt även utan åtgärd.

Tabell 4 Tillskott från Trap & Transport-programmet till den potentiella utvandringen av blankål, (dvs. total produktion uppströms minus de som fångas i fisket), i procent. †

Utan KTÅ, skulle T&T-ålna:		
Blankål, år	sålt kommersiellt	vandrat ut
2011	5	5
2013	8	7
2020	12	11
2030	8	8
Beräkningsmodell	$\frac{T\&T}{Vkft + Lek}$	$\frac{T\&T}{Vkft + Lek + T\&T}$

Tabell 5 Omfattningen av Trap & Transport-programmet i relation till den KTÅ-relaterade dödligheten, som åtgärden avser att kompensera, i procent. †

Utan KTÅ, skulle T&T-ålna:		
Blankål, år	sålt kommersiellt	vandrat ut
2011	7	6
2013	10	9
2020	17	14
2030	11	10
Beräkningsmodell	$\frac{T\&T}{Vkft}$	$\frac{T\&T}{Vkft + T\&T}$

† I tabellerna ovan förutsätter den vänstra kolumnen i respektive tabell att ålen, om den inte omfattats av Trap & Transport-programmet, skulle ha försålts. Den högra kolumnen förutsätter att ålarna inte alls fångats och därmed kunnat påbörja sin nedvandring. (Vkft=vattenkraftverksrelaterad dödlighet, Lek=lekvandring).

Under 2011, transporterades 5 % av den totala mängden utvandrande blankålen i de av KTÅ prioriterade vattendragen (6-7 % av den KTÅ-relaterade dödligheten) och den andelen steg under 2013 till 7-8 % av blankålsutvandringen (9-10 % av den KTÅ-relaterade dödligheten). Om 2013-års omfattning av Trap & Transport-programmet kan behållas (vilket är ganska osannolikt, med tanke på den förväntade nedgången i fångsterna; Tabell 3), så kommer andelen räddade ålar 2020 att uppgå till ungefär 14-17 %. Denna ökning av andelen transporterad ål är nettoresultatet av en konstant mängd T&T-ål och en minskad produktion av blankål i de prioriterade vattendragen (Figur 13). Minskningen i produktion och tillgång på ål medför att det behövs en ökad fiskeinsats för att bibehålla 2013-års volym av Trap & Transport-programmet. Vid dagens omfattning av Trap & Transport så kommer andelen transporterad ål att stabiliseras runt dagens 11 %.

Mål 1 är att turbindödligheten ska halveras över projektperioden. Trap & Transport-programmet har nått 11 %, så **Mål 1 har inte nåtts** och ytterligare 40 % krävs för att uppnå målet, dvs. nära nog en femfaldig ökning av Trap & Transport-programmet, eller genom att andra skyddsåtgärder tillkommer.

Mål 2: "Vidtagna åtgärder ska motsvara en ökning med 100 000 blankålar till 2013 som når havet."

Summerat över åren 2011-2013 så har olika KTÅ-åtgärder bidragit till att nästan 270 000 blankålskvivalenter (ca 230 ton) har tillförts beståndet som lämnat sötvatten, mer än 100 000 bara under det sista året (2013) (Tabell 2). Merparten av dessa kommer i realiteten att vandra ut mot lekområdet först åren efter 2020, då de härrör från KTÅ-programmets kompensationsutsättningar på Västkusten. Det innebär att **Mål 2 har nåtts**, även om merparten av ålarna kommer att vandra ut först efter ett antal år, dvs. att även om det överenskomna målet nåtts så kommer ålarna inte att bidra till återhämtningen av ålbeståndet förrän efter 2020.

Under perioden 2011-2013, som KTÅ omfattar, har tekniska åtgärder i form av snedställda fingrindar, omlöp etc., gjorts vid flera vattenkraftverk för att öka överlevnaden av nedvandrande blankål (Calles et al. 2013). Inget av dessa kraftverk ligger i de prioriterade vattendragen och har därmed ingen effekt på turbindödligheten i de prioriterade vattendragen där undertecknade kraftbolag äger vattenkraft.

9 Rekommendationer för kommande åtgärder inom KTÅ

KTÅ programmet 2011-2013 hade två uttalade mål, nämligen att, 1: halvera turbindödligheten; 2: öka lekvandring med 100 000 blankålar. Målen sattes utifrån Avsiktsförklaringen, som i sin tur baserades på 2009-års beståndsuppskattning och med formuleringen "att reducera ... turbinförlusterna ... till högst 60 % ...", motsvarande åtminstone en lekvandring om 40 %. Det är också målet för den nationella Ålförvaltningsplanen och EU:s Ålförordning. Sedan 2009, har International Council for the Exploration of the Sea, ICES (som är ansvarigt för vetenskaplig rådgivning rörande den europeiska ålen) omvärderat sina råd. ICES mening är nu att en 40 % lekvandring må vara tillräcklig som en lägsta skyddsnivå, men för en återhämtning erfordras en högre skyddsnivå. Samtidigt visar denna rapport förbättrade beståndsuppskattning på ett något större ålbestånd än det som antogs i 2009-års Ålförvaltningsplan. Då både den skyddsnivå som krävs och beståndsuppskattningen sålunda ändrats, **rekommenderar vi att målen för KTÅ omvärderas**. Uppdaterade mål kommer i sin tur att påverka rekommendationerna för framtida åtgärder.

Utvärderingen i kapitel 8 visar att Mål 2 (100 000 blankålar) har uppnåtts, medan Mål 1 (att halvera turbindödlighet) inte nåtts. För att nå Mål 1, så behövs åtminstone ytterligare 40 % reduktion av den kraftverksrelaterade dödligheten, vilket motsvarar ytterligare ca 60 ton. Dagens (2013) Trap & Transport-program har nått närmare 14 ton, samtidigt som 30-40 ton har sålts för konsumtion från de inom KTÅ prioriterade vattendragen. Trots att inte ens hela den kommersiella fångsten i de prioriterade vattendragen skulle räcka till för att nå Mål 1 fullt ut, **rekommenderar vi ändå att en utökning av Trap & Transport-verksamheten beaktas så långt det går**.

Beståndsuppskattningen som presenteras i föreliggande rapport har i detalj beaktat den rumsliga fördelningen av såväl ål som av vattenkraftverk (Figur 19). Den visar att dödligheten (mängden blankål som förolyckas) varierar avsevärt mellan olika vattendrag, men också mellan kraftverk. När det gäller tekniska lösningar som att applicera snedställda fingrindar och/eller andra förbipassager, **rekommenderar vi därför ett prioriteringsprogram där man först åtgärdar kraftverk med störst potential för att öka antalet överlevande lekvandrare**.

Våra resultat visar (Figur 11) att nästan all ål i inlandet numera härrör från utsättningar (med ett litet tillskott från uppsamlade ålyngel från respektive vattendrag). Det medför att den framtida produktionen av lekvandrande blankål är avhängig av var utsättningar gjorts. Den omfördelning av ålutsättningar som nyligen gjorts från exempelvis Mälaren (utan kraftverk) till Väneren (med tre kraftverk) kommer att medföra att påverkan från kraftverk kommer att öka avsevärt över tid. Då KTÅ inte är direkt inblandade i dessa utsättningar så **rekommenderar vi att programmet utvärderar och diskuterar den rumsliga fördelningen av de utsättningar som görs med ansvarig myndighet**. Det bör emellertid noteras att eventuella förändringar i utsättningsstrategier först får effekt i ett längre perspektiv, efter 15 år eller mer. För många årtionden sedan inrättade man ålyngelsamlare och program för att sprida ålyngel i respektive vattendrag, detta för att möjliggöra en passage förbi de dammar och kraftverk som hindrade en naturlig uppvandring. Sådana "ålplaner" gjorde det möjligt att upprätthålla fiskbara bestånd av ål uppströms vandringshinder, samtidigt som sådana ålar även riskerade en hög dödlighet under sin lekvandring nedströms, när de hade att passera ett eller flera vattenkraftverk. Genom att minska upptransport och utsättning av ål i sådana vatten skulle turbindödligheten givetvis minska, men å andra sidan är man då tillbaka till grundproblemet, dvs. att ålens naturliga vandring är blockerad, något som strider mot Vattendirektivets intentioner att återställa och säkerställa fria vandringsvägar för fisk. Även om Vattendirektivets krav omfattar många fler fiskarter än ål och därmed går betydligt längre än vad KTÅ:s ansvarsområde innefattar, **så rekommenderar vi att KTÅ:s roll i ett större, mer övergripande förvaltningsperspektiv beaktas och diskuteras**. Istället för att fokusera enbart på ålspecifika åtgärder kan det vara värdefullt att beakta mer generella lösningar som är till nytta även för ålen. Det må vara områden eller vattendrag helt utan kraftverk, nya "fish-friendly turbines", eller annan avgörande teknisk utveckling av säkra förbipassager.

10 Rekommendationer för övervakning och beståndsanalys

Föreliggande rapport ger en uppskattning av ålbeståndet i svenska inlandsvatten, framtagna genom att rekonstruera mängden blankål från de data som funnits tillgängliga. Stor vikt har lagts vid att rekonstruera såväl rumsliga som tidsmässiga mönster. Behovet av data detaljerade nog för att göra en fullständig rekonstruktion av ålbeståndet i tid och rum står i skarp kontrast till den faktiska bristen på data från den långa perioden av tillväxt och dödlighet mellan rekrytering och utvandring av blankål till och från inlandsvattnen. Vi anser därför att vår uppskattning är en rimlig rekonstruktion av beståndet i stort, och att de rumsliga aspekterna sett som medeltal över ett antal år är korrekta, men ju djupare i detalj man går (enskilda vattendrag och år, speciella åtgärder etc.), ju mindre tillförlitliga blir resultaten. Så även om vi presenterar vissa resultat mer i detalj (ex de angående Skee och Granö, sektion 6.1 och 6.2), bör man inte lägga för stor vikt vid sådana detaljer. **Till ett eventuellt nytt KTÅ-program rekommenderar vi följande:**

Å ena sidan är det av största vikt att **utveckla och realisera ett övervaknings- /utvärderingsprogram** som passar i tid till ett så stort och ambitiöst projekt som KTÅ. Ett sådant övervakningsprogram måste dimensioneras utifrån bland andra, KTÅ:s behov och den komplexa situationen i fält. Utöver de data som använt i denna rapport, så måste även data rörande gulålsförekomst inkorporeras över en lång period som täcker tillväxt och dödlighet tills blankålsstadiet. Om finansieringen av ett sådant nödvändigt program kan ordnas genom KTÅ eller genom överenskommelse med andra aktörer är utanför vårt mandat att avgöra. Å andra sidan så avviker våra resultat avsevärt från tidigare beståndsuppskattningar och en allmän uppfattning om ålens beståndsstorlek och dess fördelning i tid och rum över landet. Det indikerar att den konventionella synen på ålbeståndet inte stämmer överens med historiska data över rekrytering och utsättning, men sådana data har inte beaktats tidigare. Utöver ett adekvat övervaknings- och utvärderingsprogram enligt ovan, så **rekommenderas att det planeras för en eller flera pilotstudier av lämplig storlek, där en fullständig beståndsuppskattning av det lokala ålbeståndet görs samt att de faktorer som påverkar beståndet studeras**. Om man jämför en översiktlig rekonstruktion baserad på mycket begränsade data som i denna rapport, med direkta fältstudier (som el- och ryssjefisken) inkluderande uppskattningar av all antropogen påverkan (fångst, dödlighet vid kraftverkspassage och faktisk utvandring ur systemet), så kan nyttan och effektiviteten av olika modeller och metoder bedömas. Förövrigt vore det mera effektivt att diskutera KTÅ:s resultat utifrån faktiska studier, hellre än de teoretiska beräkningar vi har presenterat här. Vi kan inte heller här avgöra vem som kan och bör stå för finansieringen av sådana studier. Merparten av den blankålsproduktion som KTÅ bidragit till är baserad på kompensations-utsättning av ålyngel på Västkusten. Utfallet av utsättningarna följs dock inte upp. SLU bedriver viss övervakning i området, där bl.a. ål studeras, men förekomst och proportionen av utsatta ålar kontrolleras inte i de programmen. Numera är all ål som sätts ut i landet märkt med en ring med ett förhöjt strontiuminnehåll i otoliterna (hörstelstenar), vilket gör det möjligt att entydigt identifiera utsatta ålar från de som är naturligt rekryterade. **Vi rekommenderar därför att ett uppföljningsprogram tas fram, där effekten av kompensations-utsättningar på Västkusten utvärderas.**

Bortsett från den vetenskapliga och mer politiska diskussionen huruvida utsättning av ål verkligen är en hållbar beståndshöjande åtgärd, bör utfallet av utsättningarna på Västkusten följas upp. Allt ålfiske i havet på Västkusten stängdes 2012, men före dess utarmade ett intensivt fiske ålbeståndet. Vi har indikationer som visar att beståndet snabbt ökar, men det kommer att ta många år innan det är fullt återställt. Utöver att dagens småål skall växa upp, tillkommer det faktum att rekryteringen till svenska vatten är fortsatt mycket låg. Allt sammantaget är dagens bestånd på Västkusten sannolikt långt under sin "carrying capacity" ("bärförmåga") och eventuella täthetsberoenden har ännu inte börjat få effekt. Därför kommer de utsättningar som KTÅ gjort sannolikt inte att på något avgörande sätt att påverka det helt naturliga ålbeståndet i området. Det görs dock inga vetenskapliga uppföljningar av effekterna av det stoppade ålfisket och hur det lokala ålbeståndet utvecklas. Om man beaktar den oväntat snabba återhämtning i beståndet på Västkusten som bl.a. fiskare rapporterat om, så är avsaknaden av en fiskerioberoende beståndsuppskattning i det område där KTÅ:s

utsättningar görs, mycket oroväckande. En ökad naturlig invandring kan minska utfallet av de kompensationsutsättningar som skett inom KTÅ. **Vi rekommenderar därför att KTÅ beaktar ansvarsförhållanden och realiserandet av en adekvat beståndsuppskattning på Västkusten.**



11 Referenser

- Anonymous, 1960. Klagomål över åldöd vid Skeen. Svensk Fiskeri Tidskrift 69 (10): p. 144.
- Anonymous, 2008. Förvaltningsplan för ål. Bilaga till regeringsbeslut 2008-12-11 Nr 21 2008-12-09 Jo2008/3901 Jordbruksdepartementet. 62 pp.
- Berglind, E. 1987. Ålfiske och annat fiske. p. 233-246. Ur: Annerstad, Här hava våra fäder bott. Red: Berglind, E. Annerstad Hembygdsförening.
- Boström, M. K., Öhman, K. (2014). Mellanskarvens i Roxen. Förändringar i fiskesamhället och mellanskarvens (*Phalacrocorax carbo sinensis*) föda. Aqua reports 2014:10. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 44 s.
- Calles O. and Christianson J. 2012 Ålens möjlighet till passage av kraftverk - En kunskapssammanställning för vattendrag prioriterade i den svenska ålförvaltningsplanen samt exempel från litteraturen [The eels opportunity to pass hydropower stations, in Swedish]. Elforsk rapport 12:37, 77 pp. Report published by Elforsk AB, at http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=12_37
- Calles O, Degerman E, Wickström H, Christiansson J, Gustafsson S, Näslund I. 2013. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. *Havs- och vattenmyndighetens rapport*, 114 sid.
- Dekker, W., Wickström, H. & Andersson, J. (2011). Ålbeståndets status i Sverige 2011. Aqua reports 2011:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm. 69+9 s.
- Dekker, W. (2012). Assessment of the eel stock in Sweden, spring 2012. First post-evaluation of the Swedish Eel Management Plan. Aqua reports 2012:9. Swedish University of Agricultural Sciences, Drottningholm. 77 pp.
- Dekker W. and Wickström H. 2014 (in prep.) A reconstruction of the dynamics of the inland eel stock in Sweden over the past fifty years. Manuscript in preparation.
- Karlsson, S., Christiansson, J. och O. Calles 2014. Granö fiskavledare 55 p.
- Kuhlin L. 2014 Info om Svensk vattenkraft [Information on Swedish hydropower]. Database of hydropower stations in Sweden, excel file "vattenkraft-2014-02-13.xlsx" made available by its author in personal communication, Feb 2014. See also <http://vattenkraft.info/>.
- Lagenfelt, I. och H. Westerberg 2009. Ål i Göta älv, Sävån och Rolfsån — Telemetrisk studier på blankålsvandring. Rapport 2009:27. Länsstyrelsen i Västra Götaland. 24 p.
- Leonardsson K. 2012 Modellverktyg för beräkning av ålförluster vid vattenkraftverk [Model for the calculation of eel losses at hydropower stations, in Swedish]. Elforsk rapport 12:36, 83 pp. Report published by Elforsk AB, at http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=12_36
- Sjöstrand, B. 1987. Om Skeens kraftverk. p. 247-250. Ur: Annerstad, Här hava våra fäder bott. Red: Berglind, E Annerstad Hembygdsförening.
- SMHI 2014 Flödesstatistik för Sveriges vattendrag [river statistics for Swedish drainages] <http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/vattenforing/om-flodesstatistik-for-sveriges-vattendrag-1.8369>, visited May 1st 2014.

Annex Tabell 6 Översikt av de åtgärder som gjorts inom KTÅ, redovisat per år då åtgärden gjordes och per år då åtgärden får effekt på blankålsflykten. till vänster: uttryckt i biomassa (kg); till höger: uttryckt i antal.

Biomassa (kg)									
År	Kompensationsutsättningar				Trap & Transport				Total åtgärder
	2011	2012	2013	Total	2011	2012	2013	Total	
2011					7 425			7 425	7 425
2012						9 784		9 784	9 784
2013							13 750	13 750	13 750
2014									
2015									
2016									
2017									
2018									
2019	70			70					70
2020	451	72		522					522
2021	1 035	482	78	1 594					1 594
2022	1 465	1 135	529	3 129					3 129
2023	2 478	1 595	1 257	5 330					5 330
2024	4 093	2 703	1 762	8 559					8 559
2025	6 416	4 456	2 990	13 861					13 861
2026	7 864	7 030	4 923	19 816					19 816
2027	8 573	8 642	7 786	25 001					25 001
2028	8 753	9 428	9 582	27 762					27 762
2029	7 401	9 649	10 455	27 505					27 505
2030	4 509	8 207	10 711	23 427					23 427
2031	2 511	5 015	9 129	16 655					16 655
2032	1 810	2 775	5 584	10 169					10 169
2033	917	2 014	3 083	6 014					6 014
2034	620	1 017	2 243	3 880					3 880
2035	507	684	1 131	2 321					2 321
2036	311	562	759	1 632					1 632
2037	150	346	625	1 121					1 121
2038	88	167	386	641					641
2039	86	96	186	368					368
2040	37	96	107	240					240
2041	14	41	107	162					162
2042	17	15	46	78					78
2043	7	19	16	42					42
2044		8	21	29					29
2045			9	9					9
Total	60 181	66 252	73 504	199 937	7 425	9 784	13 750	30 959	230 895

Antal									
År	Kompensationsutsättningar				Trap & Transport				Total åtgärder
	2011	2012	2013	Total	2011	2012	2013	Total	
2011					7 053			7 053	7 053
2012						8 925		8 925	8 925
2013							12 692	12 692	12 692
2014									
2015									
2016									
2017									
2018									
2019	109			109					109
2020	680	113		793					793
2021	1 505	725	122	2 352					2 352
2022	2 070	1 642	795	4 508					4 508
2023	3 394	2 243	1 819	7 456					7 456
2024	5 443	3 686	2 477	11 606					11 606
2025	8 269	5 898	4 074	18 241					18 241
2026	9 833	9 014	6 514	25 362					25 362
2027	10 409	10 751	9 980	31 140					31 140
2028	10 317	11 387	11 915	33 620					33 620
2029	8 466	11 314	12 624	32 404					32 404
2030	5 010	9 335	12 554	26 900					26 900
2031	2 716	5 540	10 381	18 637					18 637
2032	1 901	2 986	6 167	11 054					11 054
2033	937	2 103	3 316	6 356					6 356
2034	617	1 034	2 342	3 992					3 992
2035	491	677	1 150	2 317					2 317
2036	293	541	752	1 586					1 586
2037	137	324	601	1 063					1 063
2038	79	152	361	592					592
2039	75	86	169	330					330
2040	31	83	95	209					209
2041	11	35	92	139					139
2042	14	12	39	65					65
2043	5	15	14	34					34
2044		6	17	23					23
2045			7	7					7
Total	72 816	79 702	88 376	240 894	7 053	8 925	12 692	28 670	269 565

Utvärdering av målen för programmet Krafttag Ål

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se