

Faktablad för att bedöma indikator till miljökvalitetsnorm enligt 19 § havsmiljöförordningen

B.2.1 Skaltjocklek hos ägg från havsörn

Havsmiljödirektivet syftar till nå god miljöstatus i EU:s havsområden, det vill säga att biologisk mångfald bevaras och ekosystemen hålls friska och fria från föroreningar, samtidigt som ett hållbart nyttjande möjliggörs genom att en ekosystembaserad metod för förvaltning av mänskliga aktiviteter tillämpas.

En del av den nationella förvaltningen består av att enligt 19 § havsmiljöförordningen fastställa miljökvalitetsnormer med indikatorer som ska innebära att god miljöstatus kan nås. Indikatorerna, med sina målvärden, används för att bedöma om miljökvalitetsnormerna följs. Denna bedömning är i sin tur ett underlag i framtagandet av åtgärdsprogram, men är även ett verktyg för att avgöra om tillståndet i miljön närmar sig god miljöstatus.

Som underlag för bedömningen, och som ett komplement till beskrivningen av indikatorerna i föreskrifterna, publicerar Havs- och vattenmyndigheten faktablad som mera i detalj beskriver indikatorn vad gäller metoder och bedömning. Det kan finnas mer än en indikator till varje miljökvalitetsnorm. Miljökvalitetsnormerna och indikatorerna ingår i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2012:18) om vad som kännetecknar god miljöstatus samt miljökvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön, vilka uppdateras minst vart sjätte år.

Inledning

Skaltjockleken hos ägg från havsörn i Östersjön har under lång tid varit nedsatt som en följd av användningen av bekämpningsmedlet DDT. Skalförtunningen gör att äggen löper högre risk att gå sönder vid ruvningen, vilket minskar antalet lyckade häckningar. Sedan förbudet mot DDT infördes på 1970-talet har både äggskalstjocklek, häckningsframgång och populationsstorlek hos havsörn sakta återhämtat sig. Nedbrytningsprodukten DDE är dock extremt långlivad i miljön, och påverkan på skaltjocklek hos ägg från havsörn ses fortfarande i närtid, längs hela Östersjöns kust.

Indikatorn B.2.1 *Skaltjocklek hos ägg från havsörn* ger en god indikation på effekten, och indirekt förekomst, av det farliga ämnet DDT i havsmiljön, och avser att kontrollera att återhämtningen av skaltjockleken fortsätter mot den nivå som var innan DDT började användas. En utförligare beskrivning av metod, resultat och bedömning i form av en rapport från Naturhistoriska Riksmuseet finns att tillgå som bilaga till faktabladet.

Miljö kvalitetsnorm

Indikatorn B.2.1 Skaltjocklek hos ägg från havsörn, tillsammans med indikatorerna B.2.2 och B.2.3 (se separata faktablad för dessa indikatorer), ligger till grund för bedömning av miljö kvalitetsnormen B.21 enligt HVMFS 2012:18.

Metod

Övervakningen ska ske enligt Havs- och vattenmyndighetens övervakning *Reproduktion hos havsörn*. Okläckbara ägg och skalbitar av havsörn insamlas fortlöpande vid årliga bokkontroller inom ramen för den nationella övervakningen av bestånd och reproduktion).

Skaltjockleken mäts med samma metod som använts internationellt och i Sverige sedan 1960-talet. Skaltjockleken hos hela ägg mäts i ett hål som borrar vid äggets ekvator (för att tömma ut äggets innehåll) och beräknas som medelvärdet av tre mätningar runt hålet. När mätning av skaltjockleken sker ska äggskalet efter tömning och rensköljning ha torkat i rumstemperatur till konstant vikt. Skalbitar mäts med samma instrument och på samma sätt som hela ägg.

Bedömningen av tidstrender i skaltjocklek görs med avseende på hela ägg och skalrester insamlade från boplatser vid Sveriges kust (inom 15 kilometer från kusten) längs Bottniska viken respektive Egentliga Östersjön.

Utifrån uppmätt skaltjocklek under perioden 1965-2014 görs en statistisk analys som syftar till att ge en bild av utvecklingen över tid. Tillförlitlig data på skaltjocklek saknas efter år 2014 pga. problem med mätutrustningen. Som jämförelse används ett medelvärde av skaltjockleken hos 110 ägg insamlade i Sverige och Finland under perioden 1856 – 1935. Detta referensmedelvärde är 0,613 mm (95 % konfidensintervall om 0,603 - 0,624 mm) och ger en bild av skaltjockleken före användningen av DDT. Utifrån de observerade trenderna i befintlig data görs även en uppskattning av vid vilket årtal som skaltjocklekar motsvarande referensmedelvärdet kan förväntas.

Målvärde för indikatorn

¹ Miljö kvalitetsnorm B.2: Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.

Målvärdet för indikatorn B.2.1 är att skaltjocklek hos ägg från havsörn från Östersjön ska vara >0.59 mm. Målvärdet baseras på referensmedelvärdet för skaltjocklek före användningen av DDT (1856-1935, se metod).

Bedömningsområde

Enligt HVMFS 2012:18 är bedömningsområdet kustvattentyperna i Östersjön. Vid denna bedömning har kustvattentyperna aggregerats till Bottniska viken respektive Egentliga Östersjön. Aggregeringen har gjorts eftersom materialet är för litet för statistiska analyser på nivån kustvattentyp.

Bedömning

Förutsatt att återhämtningen i äggskalstjocklek som kan ses över perioden 1965 - 2014 fortsätter i samma takt, är prognosen att både målvärde respektive referensmedelvärde har klarats år 2019 inom hela Egentliga Östersjön, och kommer att klaras 2022 respektive 2029 för Bottniska viken. Prognosen stöds av att koncentrationer av DDE i biota i Östersjön tycks fortsätta att minska, också efter år 2014 (se faktablad för B.1.1).

Eftersom bedömningen baseras på en extrapolation i tid är det önskvärt att kommande bedömningar av indikatorn baseras på trendanalyser som inkluderar äggskalmaterial från en period även efter 2014.

Policyrelevans

Hav smiljödirektivet: deskriptor och miljö kvalitetsnorm	Vattendirektivet: Miljö kvalitetsnorm och kvalitetsfaktor	Nationella miljömål	Regionalt (Helcom, Ospar) och/eller annan policyrelevans
Deskriptor 8. Farliga ämnen Miljö kvalitetsnorm B.2. Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.	De ämnen som ger effekter ingår i bedömning och norm för kemisk ytvattenstatus.	Gifrfri miljö Hav i balans samt levande kust och skärgård	

Koppling till havsmiljödirektivets Bilaga III tabell 2a²

Tema	Belastningar
Ämnen, avfall och energi	Tillförsel av andra ämnen (t.ex. syntetiska ämnen, icke syntetiska ämnen, radionuklider) - diffusa källor, punktkällor, atmosfärisk deposition, akuta händelser

Ingående parametrar, övervakning och dataägare

Parameter	Övervakningsprogram enligt hav smiljöförordningen	Dataägare samt databas med hyperlänk	Hyperlänk till rådata-snapshot
Skaltjocklek hos ägg från havsörn	https://www.havochvatten.se/hav/samordning-fakta/miljoovervakning/marin-miljoovervakning/reproduktion-hos-havsorn.html	Naturhistoriska riksmuseet	Se bilaga till detta faktablad

² Bilaga III tabell 2a avser mänskliga belastningar på den marina miljön

Bilaga 1

Lägesrapport, havsörn, skaltjocklek & DDE

1919.11.29. Björn Helander, Peter Hellström & Anders Bignert

Lägesrapporten beskriver utvecklingen av äggskalstjocklek för havsörn och DDE i havsörn, sillgrissla och fisk längs Sveriges kuster. Insamling, förvaring, mätningar och kemisk analys sker inom ramen för de nationella övervakningsprogrammen av miljögifter i biologiskt material som finansieras av Naturvårdsverket och Havs och vattenmyndigheten och utförs av Naturhistoriska riksmuseet. Kemisk analys av DDE har utförts av Stockholms universitet. Utrustningen för skalmätning har under senare år mankerat och resultaten från och med 2015 har bedömts otillförlitliga. För att trots detta uppskatta situationen 2019, har extrapoleringar från trender utförts. Det bör understrykas att extrapoleringar är osäkra och att osäkerheten ökar med tidsavståndet från reella data. Samtidigt kan hävdas att trenderna i DDE som är längre än skaltjocklekarna styrker de extrapolerade trenderna av skaltjocklekar.

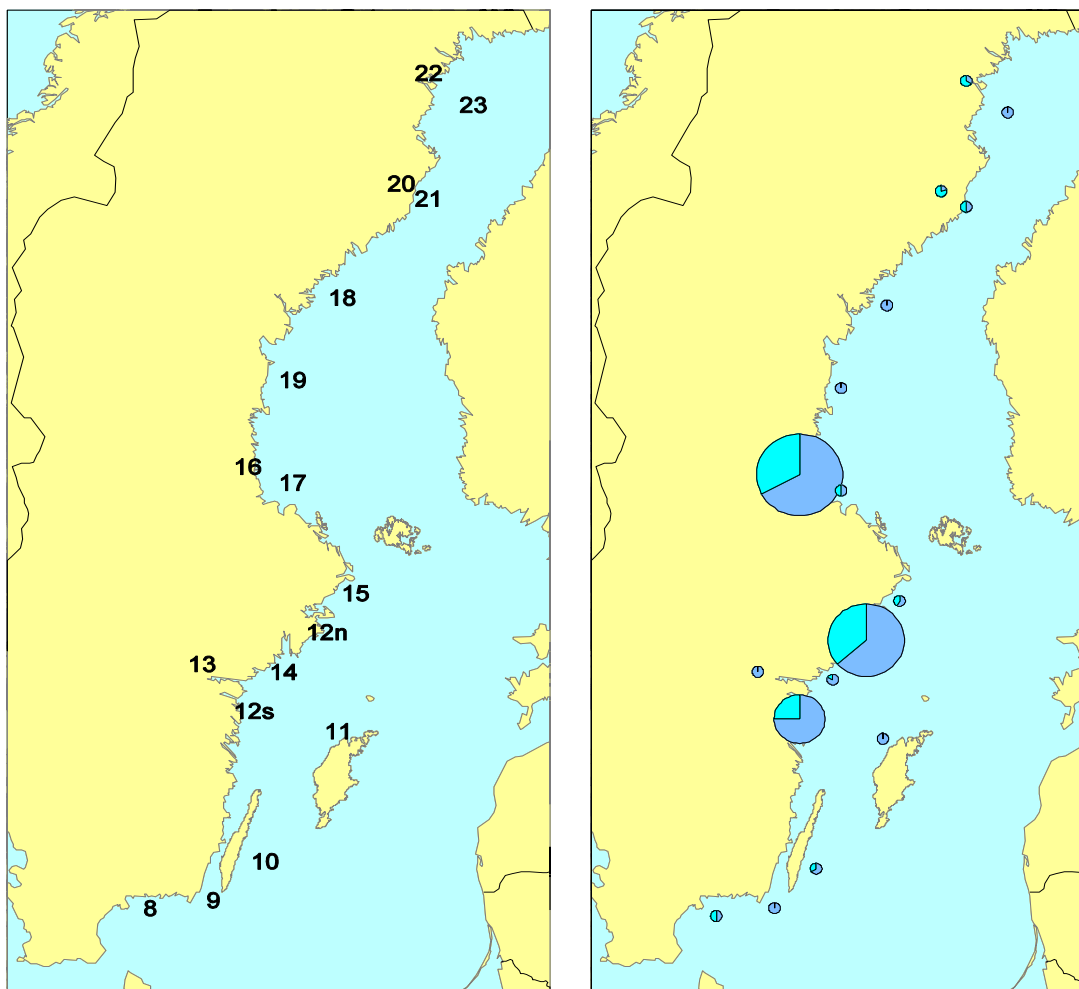
Material och metoder

Äggskal av hela ägg och skalbitar av ägg från havsörn har samlats in sedan 1965. Skalen har mätts och förvaras på Naturhistoriska riksmuseet. Produktionen av DDT kom igång efter 1945 och nådde ett maximum på 60-talet och började minska efter förbuden på 70-talet (Fig. 11, 12). Skal som samlats in före 1960 har inte använts för tidsserierna i denna rapport. Ett referensvärde för skaltjockleken före påverkan från DDT baseras på äggskal från Sverige och Finland 1856-1935.

Under de senaste åren har skaltjocklekarna inte kunnat mätas tillfredsställande, ett nytt mätinstrument behöver införskaffas för detta. Tidsperioden för skaltjocklekar är därför något kortare än för DDE och omfattar här perioden 1965-2014.

Tabell 1. Antal hela ägg och antal poster med skalbitar från krossade ägg som mätts för skaltjocklek från de olika delområdena (kustvattentyper enligt HMVFS 2012:18 bilaga 1)

Kustvattentyp	Hela ägg	Bitar	Summa
8	6	6	12
9	2	0	2
10	2	1	3
11	2	0	2
12s	60	20	80
12n	90	51	141
13	1	0	1
14	5	1	6
15	13	10	23
16	101	49	150
17	1	1	2
18	7	0	7
19	3	0	3
20	2	8	10
21	2	2	4
22	1	2	3
23	1	0	1
Ej kust	120	12	133
Summa	419	163	584



Figur 1. Kustvattentyper enligt HVMFS 2012:18 bilaga 1 (till vänster) och (till höger) fördelningen av hela, inklusive skadade, äggskal (mörkblå) och bitar av äggskal (ljusblå).

Som framgår av tabell 1 och Figur 1 så måste flera kustvattentyper slås samman för att utgöra en tillräckligt grund för trendanalyser. Vår sammanslagning av kustvattentyperna (Helander & Bignert, 2017) är som följer:

Norra Bottniska Viken (BVn, dvs hela Bottenviken-kusten) = 20, 21, 22, 23

Södra Bottniska Viken (BVs, dvs hela Bottenhavskusten) = 16, 17, 18, 19

Norra Eg. Ö-sjön (BPn) = 12n, 13, 14, 15

Södra Eg Ö-sjön (BPs) = 8, 9, 10, 11, 12s

Tabell 2. Antal hela ägg och skalbitar med skaltjocklek, från södra och norra Bottniska viken respektive södra och norra Egentliga Östersjön.

Område	Hela ägg	Bitar	Summa
BVn	6	12	18
BVs	112	50	162
BPn	109	62	171
BPs	72	27	99
ej kust	120	12	133
Summa	419	163	583

Referensmaterial

I samband med tidigare studier av förändringar av skaltjocklek hos sillgrissla och havsörn i Östersjön har referensvärden från tiden före introduktionen av DDT beräknats (Bignert m fl

1995, Helander m. fl. 2002, Faxneld 2014). Sådana referensnivåer/gränsvärden är nödvändiga som baslinjer för att kunna bedöma omfattning av förändringar och avvikelser från "normaltillstånd". Referensvärdena har reviderats något och det värde som finns för havsörn att tillämpa omfattar 110 ägg från tiden före 1940. Materialet utgörs av hela äggskal från museer och privata äggsamlingar. Det bör nämnas här att under den tid som dessa ägg samlades in fanns inget intresse för att samla in skalrester från trasiga ägg. Sådana skalrester måste ha förekommit naturligt ibland även då (som resultat av bopredation och annat) men det finns ingen anledning att misstänka att de skulle ha avvikit med avseende på skaltjocklek från andra ägg på den tiden. Däremot kan skalbitar representera alla delar av ett ägg och en viss variation kan förekomma i skaltjockleken i äggets längdriktning. Tjockleken hos insamlade skalbitar har av denna anledning studerats skilt från hela ägg. Skaltjockleken hos referensäggen och hos alla hela ägg från nutid har mätts på samma sätt vid äggets ekvator, för full jämförbarhet sinsemellan.

Referensmaterialet för havsörnar från Östersjön representerar tidsperioden 1856-1935 (n=110). Den beräknade genomsnittliga skaltjockleken hos havsörnsägg från denna tidsperiod är 0,613 mm [SD = 0,055; SE = 0,005], med 95 % konfidensintervall 0,603 - 0,624.

Statistiska metoder

För att beskriva utvecklingen övertid och för att undvika inflytande från extremvärden har mediantjocklek eller mediankoncentration (DDE) använts. Om antalet skalmätningar för ett år underskrider 3 så har året slagits ihop med intilliggande år tills antalet blivit 3 eller fler.

För trendanalyser och extrapolering har i första hand log-linjär regression använts, där året loggats för att anpassa en funktion av formen:

$$Tjocklek = a + \ln(\text{år}) * b.$$

En linjär anpassning vore olämplig eftersom vi förväntar oss att förändringen i skaltjocken planar ut efter att ha uppnått normal tjocklek. Det vore dock ännu bättre att använda en sigmoid funktion men antalet mätta skaltjocklekar är för litet på flera lokaler för att göra denna anpassning på ett godtagbart sätt. Som ett alternativ till regressionsanalysen för att beskriva utvecklingen över tid har även använts en utjämnare (smoother). Utjämnaren som använts här är en oviktad 5-punkts glidande medelvärde baserad på års-medianer. I fall där regressionsanalysen ger en sämre beskrivning av utvecklingen övertid kan man testa om utjämnaren ger en signifikant bättre reduktion av den totala variansen än regressionsanalysen med hjälp av ANOVA. Metoden används inom ICES och AMAP och har beskrivits av Nicholson m. fl., 1998. Den använts även inom den svenska nationella övervakningen av miljögifter (Bignert m. fl., 2011).

Tjockleken varierar på vissa lokaler signifikant med skaltyp (dvs. hela eller bitar av ägg). Vi förväntar oss att skalbitar är tunnare än hela ägg under tidigare år då DDE belastningen var hög jämfört med idag (eftersom en högre andel skalbitar skulle kunna härröra från tunnare ägg som krossats). En annan delförklaring kan vara att skaltjockleken varierar på olika platser på ägget, skalbitarna kan vara från olika delar medan de hela äggen alltid mäts runt ekvatorn på ägget. Skillnaden mellan hela skal och skalbitar förväntas sedan minska i takt med att DDE-exponeringen minskar. För att undersöka om tjockleken skiljer sig åt signifikant, mellan hela och bitar av ägg, har multiple regression använts där man kan ta hänsyn till skillnadens förändring över tid.

För tidsserierna av DDE har även en rutin för att upptäcka "change-points" (Sturludottir m. fl., 2014) körts, då anges här året för "change-point" samt ett p-värde i figurerna står då: Cp = , p=

Förklaring av information längst upp till vänster i figurerna som rör DDE:

Pw(c) and Pw(d). Pw(c) betecknar power för att upptäcka en årlig förändring av 5 % av den aktuella tidsserien. Pw(d) betecknar då samma sak fast för en övervakning som täcker en tioårsperiod med samma provtagningsintensitet som den aktuella undersökningen.

Slope = ger den årliga förändringen i procent med ett 95 % konfidensintervall. Förändringen baseras en loglinjär regressionsanalys.

CV(lr) = Variationskoefficienten för residualerna runt den loglinjära regressionslinjen.

LDT(d)= den minsta årliga förändring som kan upptäckas med en 80 % statistisk styrka (power) under en tioårsperiod (och användning av samma provstorlekar).

LDT(c)= den minsta årliga förändring som kan upptäckas med den aktuella tidsseriens längd med en styrka på 80 %.

YRQ= minimum n of years required to detect a 5% annual change with a power of 80%

r², p= Determinationskoefficienten med p-värde

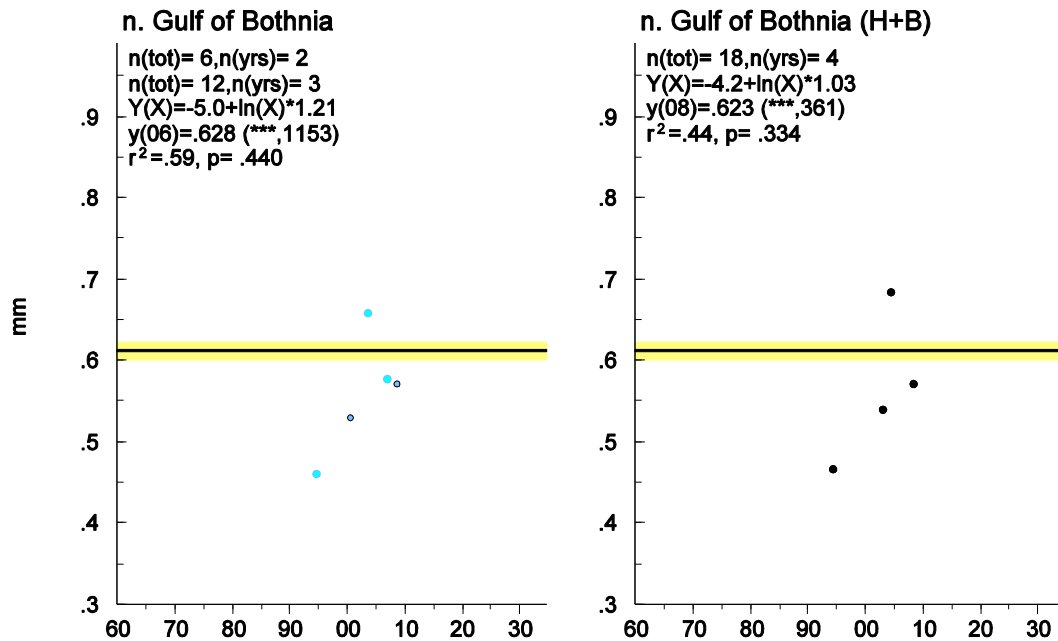
CV(sm), %, p, %= Variationskoefficienten för residualerna runt utjämnaren (smoothern) se ovan.

Y(årtal) anger DDE- koncentrationen (eller skaltjockleken) från det sista årtalet i data-materialet, samt 95 % konfidensintervall, uppskattade från regressionslinjen

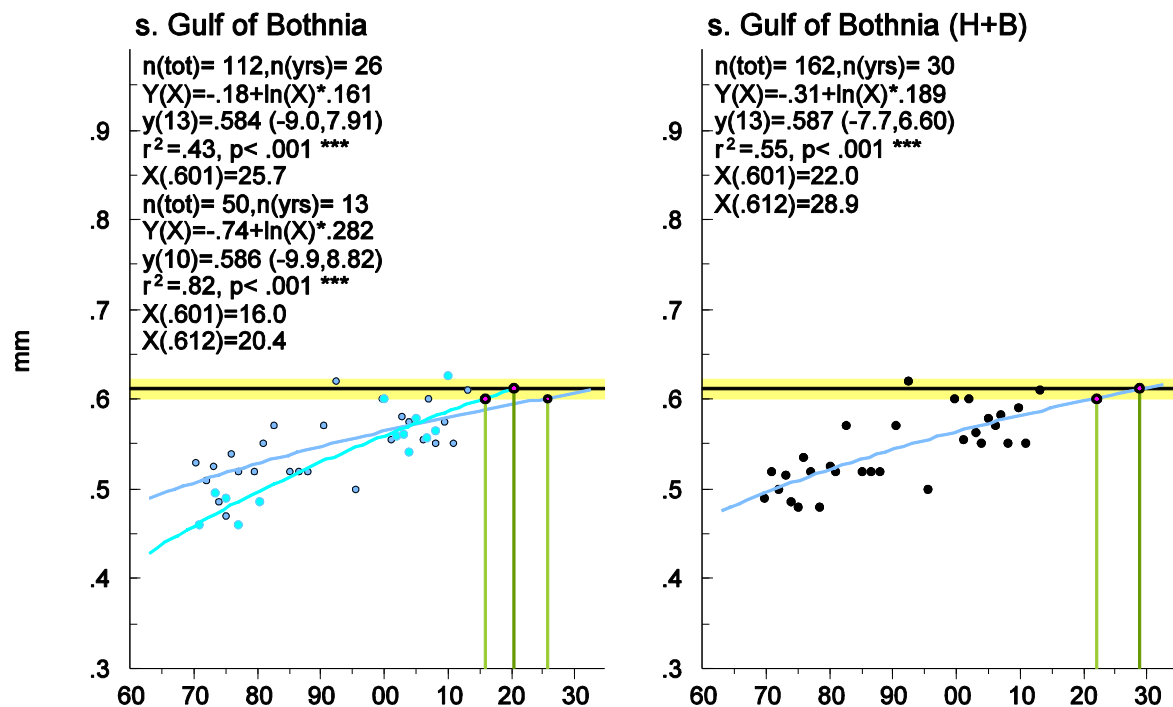
Statistiska beräkningar har utförts med programpaket Pia (Bignert, 2013).

Resultat & diskussion

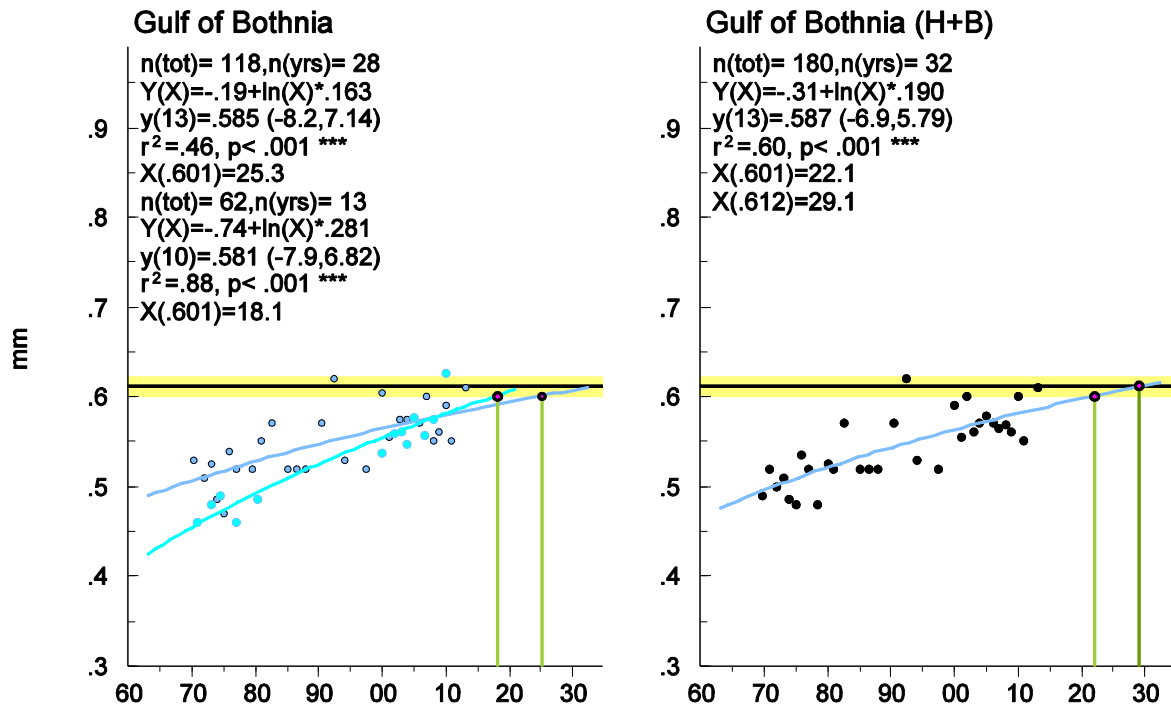
Bottniska viken



Figur 2. Norra Bottniska viken. Mediantjocklek baserat på minst 3 skal i varje punkt, hela ägg (blå), skalbitar (ljusblå). Materialet är för litet för att kunna visa några trender även om man slår ihop hela och bitar av ägg.

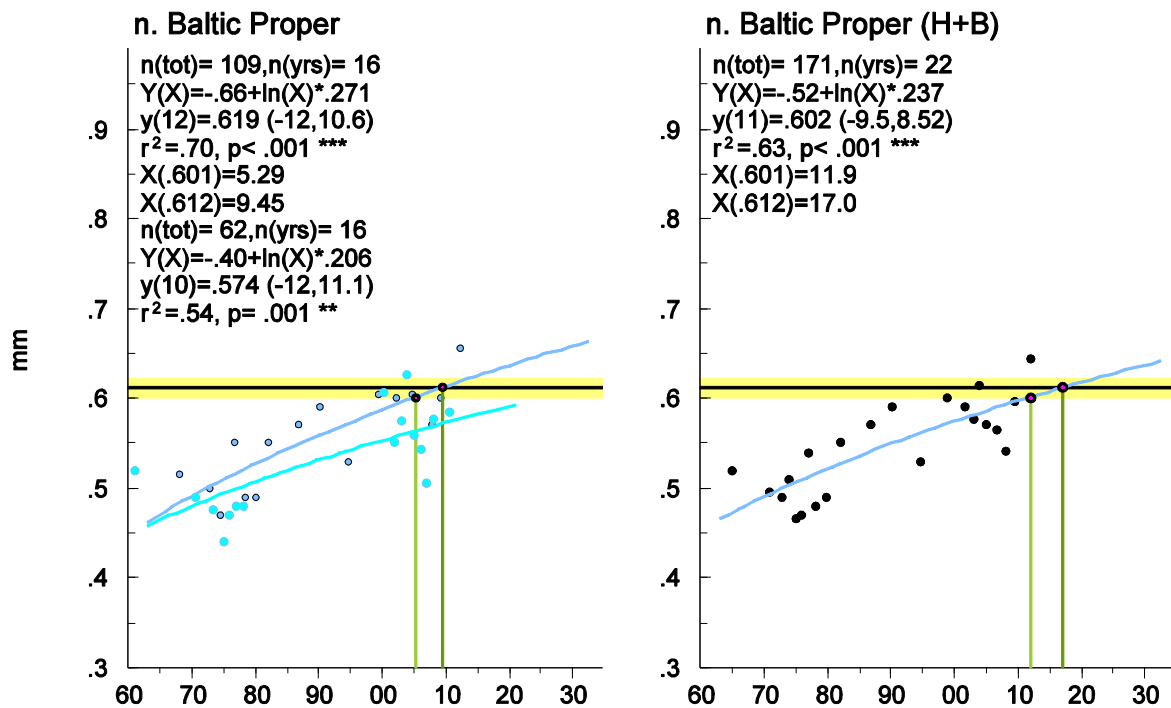


Figur 3. Södra Bottniska viken A) Medianskaltjocklek för hela ägg (beräknad enligt funktionen $Y = 0.18 + \ln(\text{årtal}) * 0.161$) när tidsserien slutar 2013 var 0,584 mm för de hela äggen. I detta exempel, från södra Bottniska viken, skiljer sig regressionen baserad på skalbitar (ljusblå) från den som baseras på hela ägg. Skillnaden är större i början av perioden ($p < 0.05$). B) Om vi slår ihop skaltjocklekar från hela ägg och skalbitar och förväntar oss att denna utveckling fortsätter i oförändrad takt uppnås det undre konfidensintervallet under 2022 och referensmedelvärdet skulle i så fall uppnås 2028.

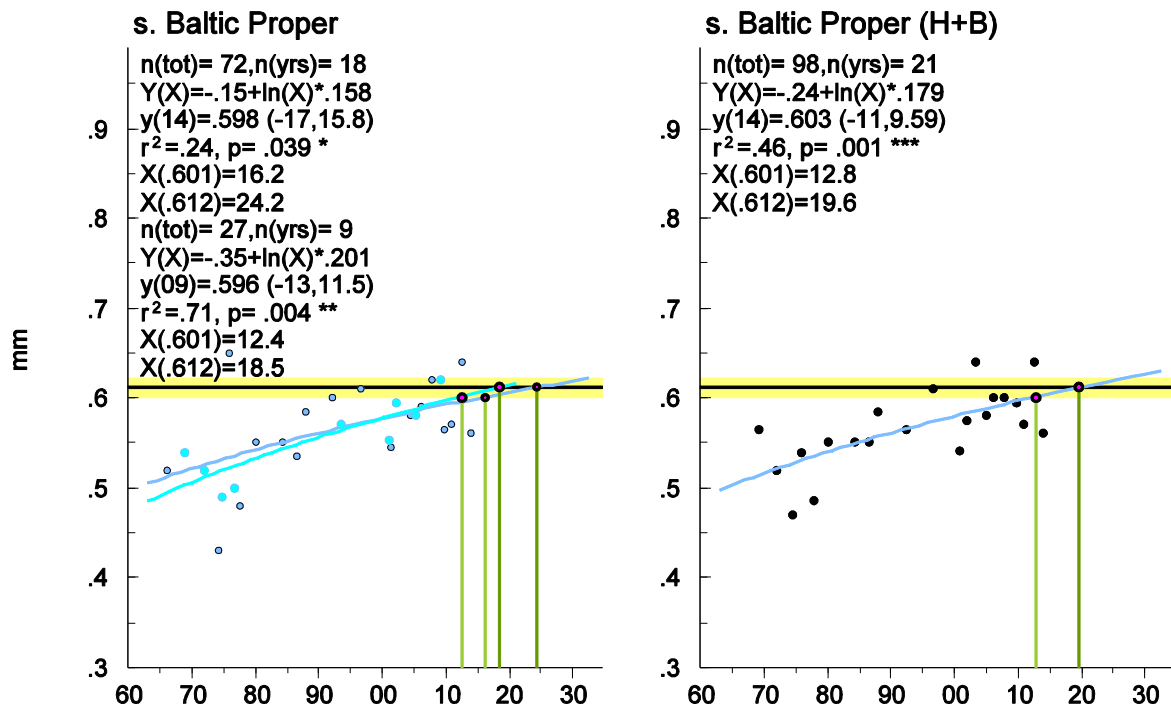


Figur 4. Hela Bottniska viken. A) Skillnaden mellan hela ägg (blå) och skalbitar (ljusblå) är fortfarande signifikant $p<0.05$. B) Om vi slår ihop skaltjocklekar från hela ägg och skalbitar och förväntar oss att ökningen fortsätter i oförändrad takt uppnås det under konfidensintervallet under 2022 och referensmedelvärdet skulle i så fall uppnås 2029.

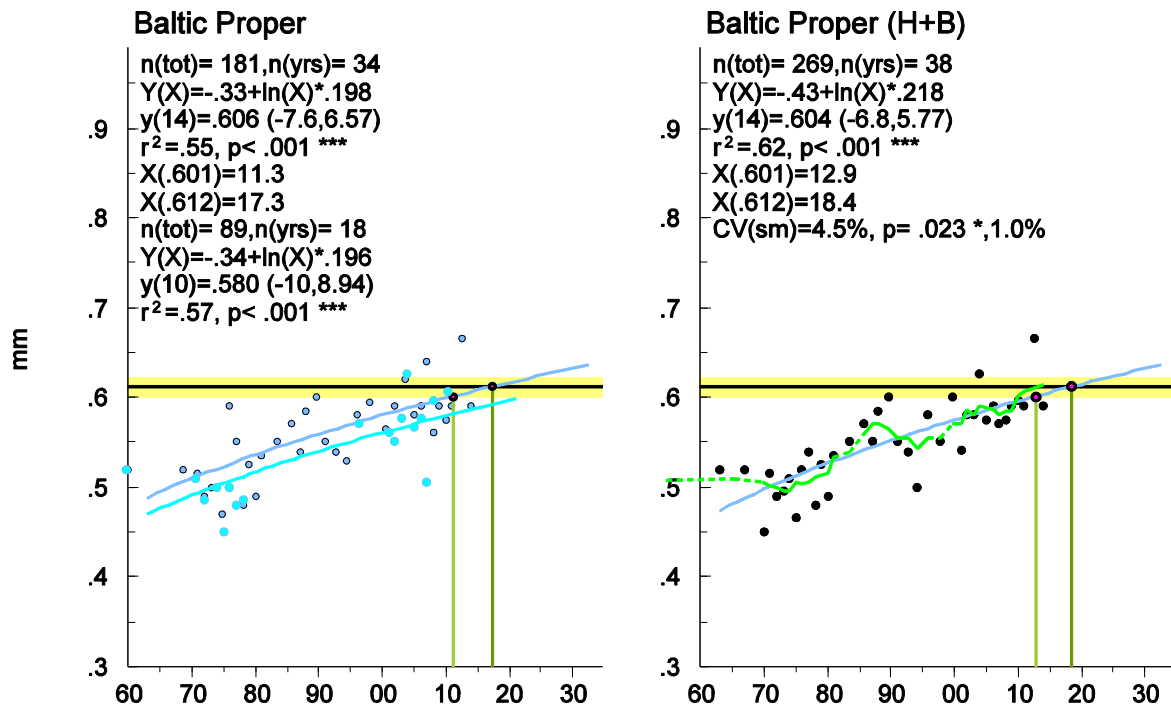
Egentliga Östersjön



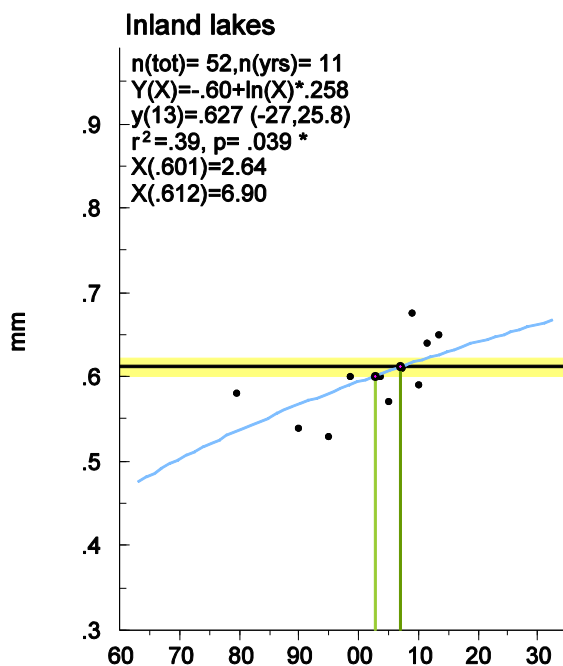
Figur 5. Norra egentliga Östersjön. A) Skillnaden mellan hela ägg (blå) och skalbitar (ljusblå) är signifikant ($p<0,001$) men skillnaden ökar över tid istället för att minska som äggskalstjocklekar från Bottniska viken gör (se ovan) B) Skalstjocklekar från hela ägg + skalbitar ökar signifikant ($p<0,001$). Det undre konfidensintervallet uppnåddes 2012 och referensmedelvärdet 2017.



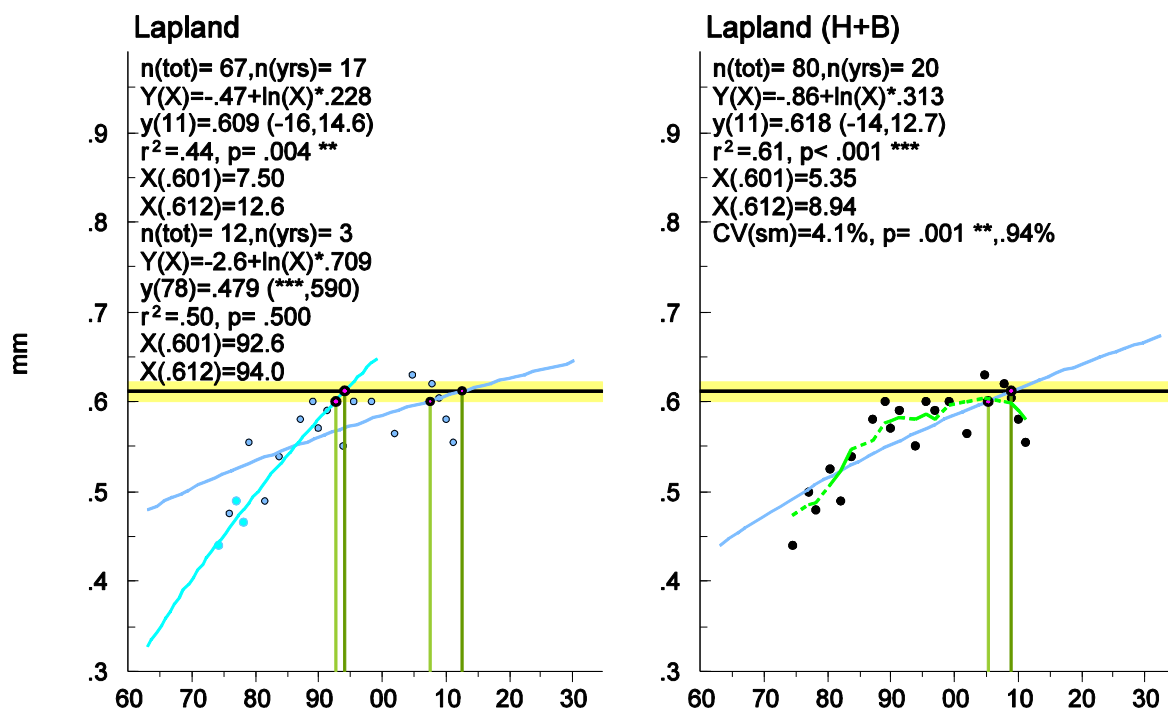
Figur 6. Södra Egentliga Östersjön. A) Tjockleken ökar signifikant för både hela ägg ($p<0,05$) och skalbitar ($p<0,01$). Ingen signifikant skillnad mellan hela ägg och skalbitar. B) Skalstjocklekar från hela ägg och skalbitar ökar signifikant ($p<0,001$). Det undre konfidensintervallet uppnåddes 2012 och referensmedelvärdet 2019.



Figur 7. Hela Egentliga Östersjön. A) Tjockleken ökar signifikant för både hela ägg ($p<0,001$) och skalbitar ($p<0,001$). Skillnad mellan hela ägg och skalbitar är signifikant ($p<0,001$) men linjerna löper här parallellt till skillnad från Bottniska viken och n. egentliga Östersjön. B) Skaltjocklekar från hela ägg och skalbitar ökar signifikant ($p<0,001$). Det undre konfidensintervallet uppnåddes 2012 och referensmedelvärdet 2018. En anpassad 5-punkts-smoother ger en nätt och jämnt signifikant ($p<0,05$) bättre förklaringsgrad jämfört med regressionslinjen men beskriver i stort sett samma trend.



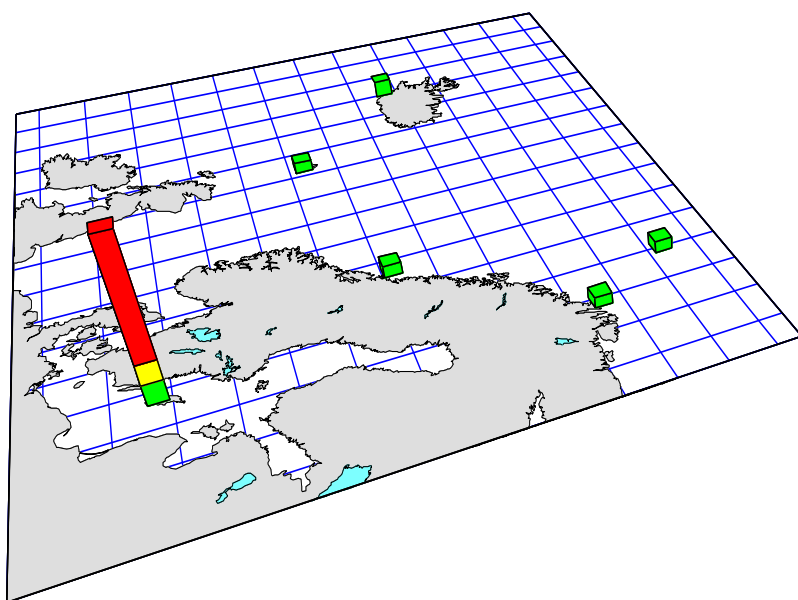
Figur 8. Insjöar. Endast hela ägg har mätts. Materialet är ganska litet men ökningen i skaltjocklek är signifikant ($p<0,05$). Tjockleken torde idag ligga på samma nivå som referensäggen.



Figur 9. Lapland. A) Hela ägg och skalbitar skiljer sig signifikant ($p < 0.05$) men jämförelsen är inte rättvis eftersom skalbitar från Lapland bara mätts fram till 1995. B) Regressionsanalysen ger en signifikant ökning över tid, men residualerna fördelar sig inte slumpmässigt kring regressionslinjen. En anpassad 5-punkts-smoother ger en signifikant bättre förklaringsgrad jämfört med regressionslinjen ($p < 0,001$) och antyder att skaltjocklekarna ökade snabbt under 70 och 80-talet för att sedan plana ut strax under den historiska referenslinjen.

DDE

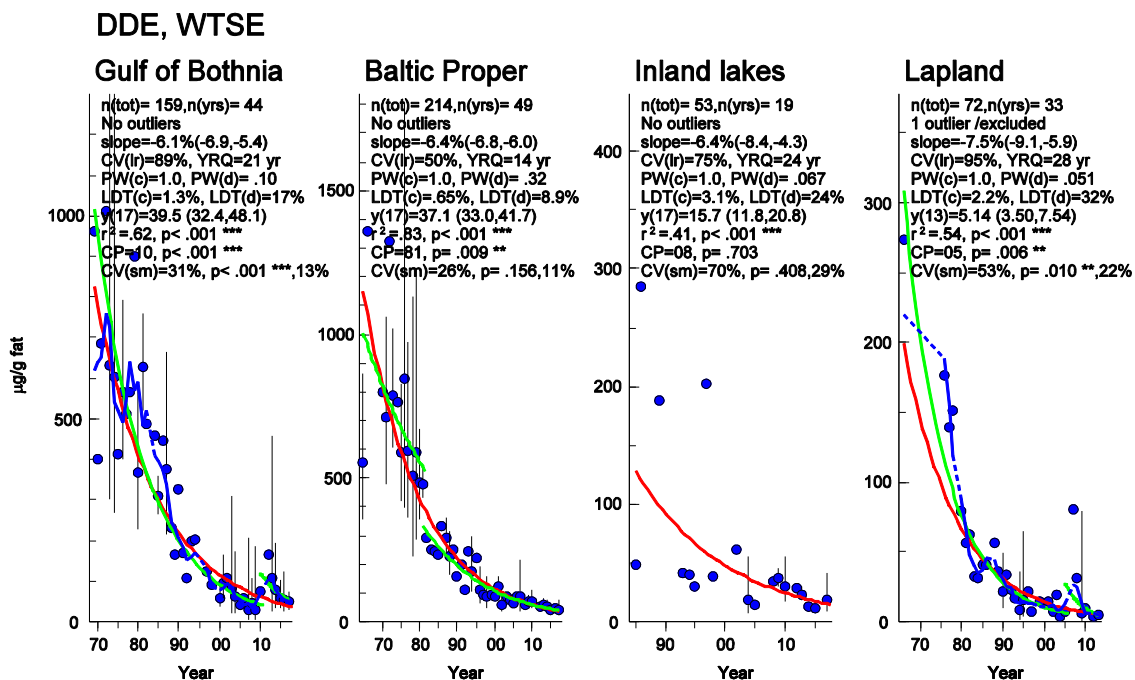
DDE minskar allmänt i fisk från Östersjön och även i exempelvis sillgrissleägg i södra Egentliga Östersjön. Minskningstakten ligger på mellan 5-10 % per år. Av detta följer att vi kan förvänta oss att skaltjocklekar i fågelarter, som tidigare exponerats för höga halter av DDE och därför drabbats av skalförtunning, nu återhämtar sig. Trots detta är koncentrationerna betydligt högre i Östersjön jämfört med Nordsjön (Fig.10, Fig.14).



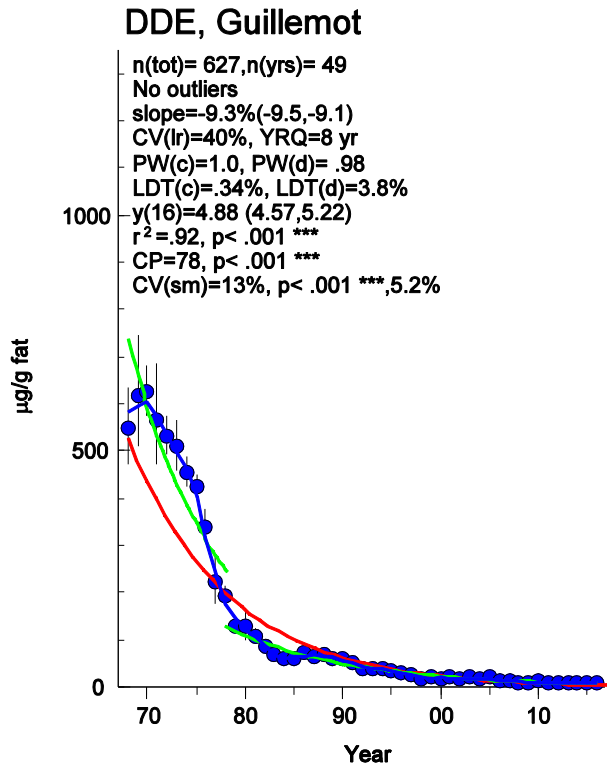
Figur 10. Koncentrationer av DDE i sillgrissleägg från Stora Karlsö jämfört med grissleägg från Nordsjön. Grönt indikerar 0-2, gult 2-4, och rött mer än 4 ug/g DDE i fett. Figuren är ritad med data från Jörundsdóttir m. fl. (2009)

DDT är fortfarande tillåtet att använda i malariaområden. Förbudet av DDT infördes vid olika tidpunkter i olika områden av världen. I Kina är exempelvis DDE koncentrationerna uppmätta i biologiska prov betydligt högre än i Sverige (Zhou Y m. fl., 2016). Huruvida nya miljögifter kan komma att påverka skaltjocklekar i framtiden är okänt. Dicofol, kemiskt närbesläktat med DDT, är känt för att bl.a. orsaka skalförtunning och är förbjudet i Sverige sedan 1990 men används i andra länder. Dicofol ingår f.n. ej i övervakningsprogram i Sverige.

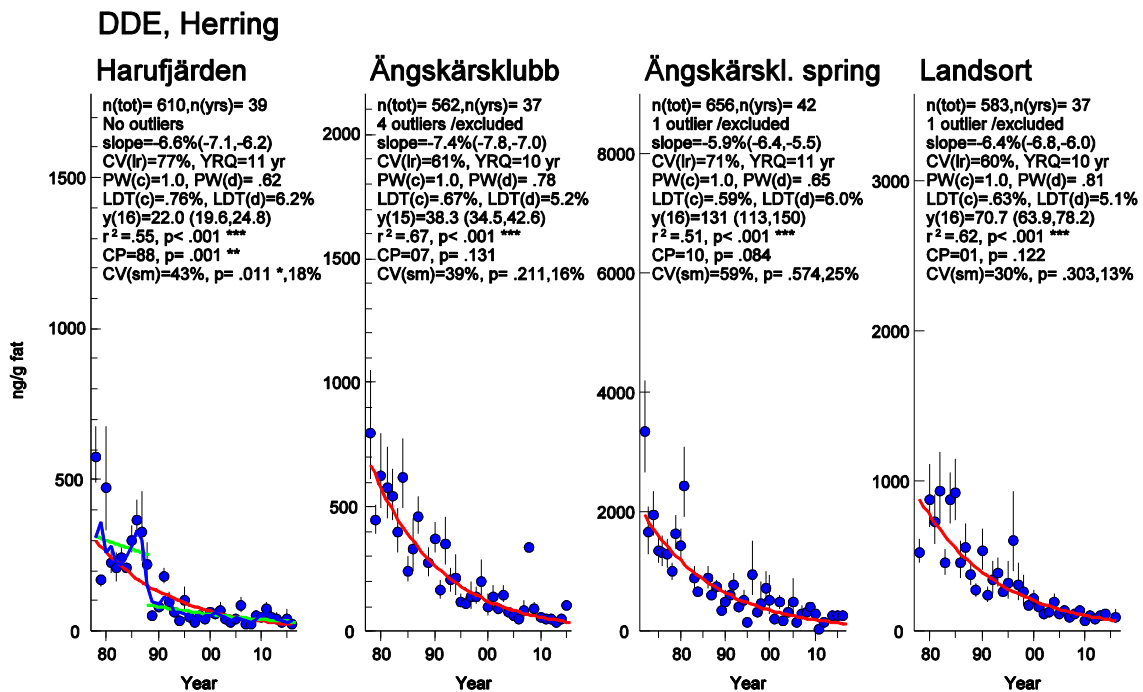
Sillgrisslägg används inom det svenska nationella programmet både för övervakning av miljögifter och skaltjocklek (Bignert & Helander, 2015). Serierna utgör en av världens äldsta serier av frysbankat material med årlig systematisk insamling av ägg från samma lokal (Stora Karlsö). Detta material utgör ett värdefullt komplement till studierna på havsörn.



Figur 11. DDE (µg/g fett) i havsörn (ägg) från Bottniska viken, Egentliga Östersjön, insjöar i södra Sverige samt Lapland. Röd linje visar en signifikant log-linjär regressionslinje, blå linje en signifikant utjämnad linje, två gröna linjer en signifikant bryt-punkt (se Material och metoder ovan).

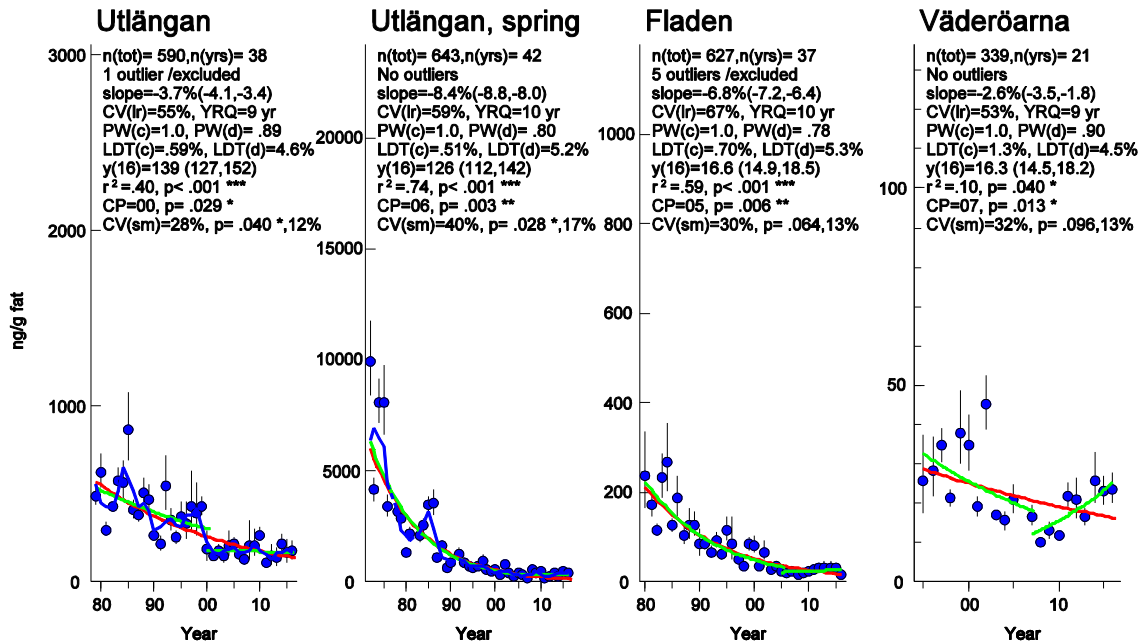


Figur 12. DDE (ug/g fett), Sillgrissla (ägg) från St Karlsö.



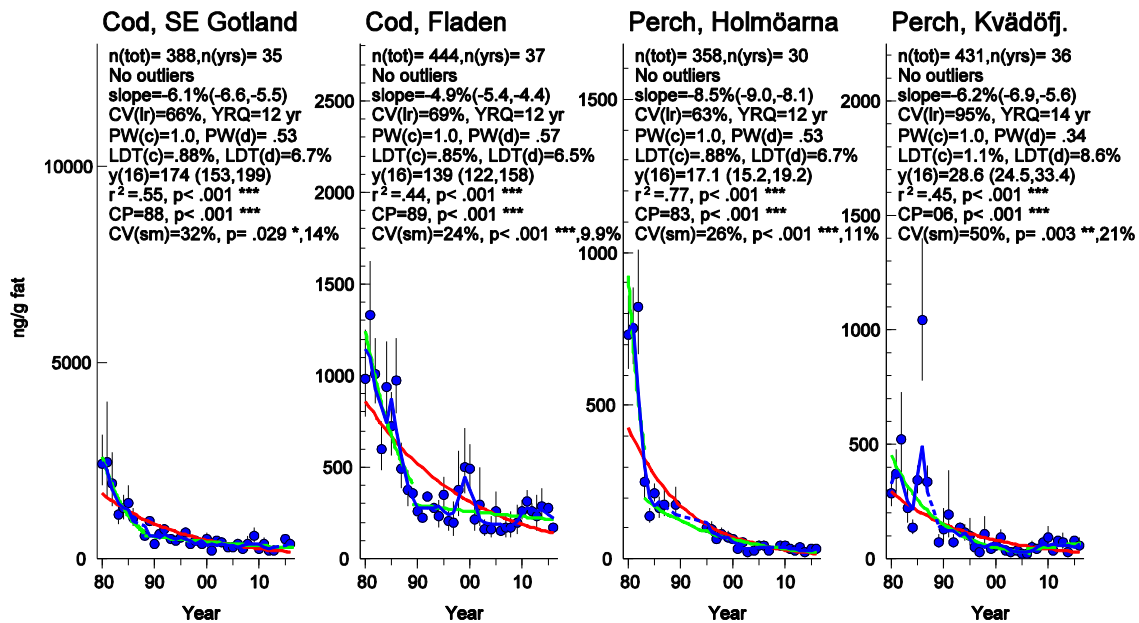
Figur 13. DDE (ng/g fett), i strömning (muskel) från Bottniska viken och Stockholmskärgrård (Landsort)

DDE, Herring



Figur 14. DDE i sill (muskel) från södra Egentliga Östersjön samt från Kattegatt och Skagerak på den svenska västkusten. Observera att skalorna är olika och att DDE-koncentrationerna 2016 var ca 7 till 8 ggr högre i södra Egentliga Östersjön än i Västerhavet. Skillnaderna mellan västkust och Bottenviken och norra Egentliga Östersjön är 2-4 gånger lägre (för höstfangad strömning). Längst uppe i Bottenviken (Fig. 13) är skillnaden mot Västerhavet obetydlig. Observera att koncentrationerna är uttryckta på fettviktsbasis. Eftersom sillen på västkusten är fetare än i Östersjön blir skillnaden i exponeringen för exv. fågel som ju får i sig "färskviken" mindre än vad fettviktsvärdena antyder. Å andra sidan behöver en predator äta mer för att få i sig samma energimängd.

DDE



Figur 15. DDE (ng/g fett), i torsklever (Egentliga Östersjön och Kattegatt) och abborre (muskel) (Holmöarna i Bottniska viken och Kvädöfjärden, norra Egentliga Östersjön)

Slutsatser

Skaltjocklekar i havsörn ökar signifikant samtidigt som DDE minskar.

Övervakning av skaltjocklekar i havsörn borde tydligare integreras med befintlig övervakning av sillgrissla.

Det är viktigt att ny mätutrustning för mätning av äggskalstjocklek införskaffas till Naturhistoriska riksmuseet så att de skalmätningar som legat nere under några år kan återupptas.

Referenser

Bignert A, Litzén K, Odsjö T, Olsson M, Persson W, Reutergårdh L (1995) Time-related factors influence the concentrations of sDDT, PCBs and shell parameters in eggs of Baltic guillemot (*Uria aalge*). *Environ. Pollut.* 89, 27-36.

Bignert A, Danielsson S, Nyberg E, Asplund L, Eriksson U, Berger U, Haglund P (2011) Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota. Report to the Swedish Environmental Protection Agency, 2010-04-01. 156 pp

Bignert A. (2013) The PIA application for statistical analysis of time-series data. Available at: <http://www.amap.no/documents/>

Bignert A, Helander B (2015) Monitoring of contaminants and their effects on the common Guillemot and the White-tailed sea eagle. *Journal of Ornithology* 156 (Suppl 1):S173–S185. DOI: 10.1007/s10336-015-1240-3

Helander B, Bignert A. (2017) Indikator för äggskalstjocklek havsörn. Rapport nr 11:2017 Naturhistoriska riksmuseet. enligt Överenskommelse 1723/17 med Havs- och Vattenmyndigheten

Faxneld S, Helander B, Bäcklin B-M, Moraesus C, Roos A, Berger U, Egebäck A-L, Strid A, Kierkegaard A, Bignert A (2014). Biological effects and environmental contaminants in herring and Baltic Sea top predators. Naturhistoriska riksmuseet, Rapport nr 6:2014. 159 s.

Jörundsdóttir H, Löfstrand K, Svavarsson J, Bignert A, Bergman Å (2010) Organochlorine Compounds and Their Metabolites in Seven Icelandic Seabird Species – a Comparative Study. *Environ Sci & Technol* 44 (9): 3252–3259

Nicholson MD, Fryer R, Larsen JR (1998) Temporal trend monitoring: Robust method for analysing contaminant trend monitoring data, No. 20. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences. Copenhagen, Denmark: ICES.

Sturludóttir E, Gunnlaugsdóttir H, Jörundsdóttir HO, Magnusdóttir EV, Olafsdóttir K, Stefansson G (2014). Temporal trends of contaminants in cod from Icelandic waters. *Science of the Total Environment*, 476-477, 181-188.

Zhou Y, Asplund L, Yin G, Athanassiadis I, Wideqvist U, Bignert A, Qiu Y, Zhu Z, Zhao J, Bergman A (2016) Extensive organohalogen contamination in wildlife from a site in the Yangtze River Delta. *Science of the Total Environment* 554–555; 320–328 url: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716303874> (Open Access).