



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för molekylära vetenskaper

Jämförelse av miljögiftshalter i fisk från Östersjön kontra västerhavet

*Comparison of environmental contaminants in fish from the
Baltic Sea versus the west coast of Sweden*

Max Peterson

Självständigt arbete • 15 hp

Agronom - Livsmedel

Molekylära Vetenskaper, 2019:18

Uppsala, 2019

Jämförelse av miljögiftshalter i fisk från Östersjön kontra västerhavet

Comparison of environmental contaminants in fish from the Baltic Sea versus the west coast of Sweden

Max Peterson

Handledare: Sabine Sampels, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper
Examinator: Jana Pickova, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Livsmedelsvetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för molekylära vetenskaper
Kurskod: EX0876
Programutbildning: Agronom - Livsmedel
serietitel Molekylära vetenskaper
Delnummer i serien 2019:18
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2019

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Fisk, miljögifter, PCB, dioxiner, tungmetaller, hälsoeffekter, västkusten, Östersjön, Sverige

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för molekylära vetenskaper

Sammanfattning

Syftet med denna uppsats är att kartlägga utbredningen av olika miljögifter i Östersjön och västerhavet med koppling till hur miljögifterna påverkar människors hälsa och vår miljö.

Denna kandidatuppsats är en litteraturstudie där databaser tillgängliga vid Sveriges Lantbruksuniversitets bibliotek använts för att samla in information om ämnet. Databaser som FSTA (Food Science and Technology Abstracts), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) bland andra, via söktjänstdatabasen Primo, har använts för att finna relevant fakta.

Mätningar från Naturvårdverket visar på utvecklingen av olika miljögifter upptagna av fisk i Östersjön och västerhavet. Från 1980 till idag kan man se tydliga minskningar i halterna av PCB i sill och strömming både från Östersjön och västerhavet. Halterna runt hela Sveriges kust i dessa två haven låg på ett snitt på $2,7 \mu\text{g/g}$ fett 1980 jämfört med snittet från 2017 som låg på $0,25 \mu\text{g/g}$ fett. PCB-halterna i sill och strömming totalt runt Sveriges kust ligger alltså idag på cirka en tiondel av de halter man uppmätte 1980. En viss minskning av dioxiner kunde också påvisas där snittet från 1990 var $2,78 \cdot 10^{-5} \mu\text{g/g}$ fett runt om Sveriges kuster och halterna från 2017 låg på $1,23 \cdot 10^{-5} \mu\text{g/g}$ vilket är en minskning med ungefär 44% under de 27 åren. Kvicksilvret påvisades också ha sjunkit i lokaler i Östersjön norr om Stockholm där siffrorna 1980 låg på $1,07 \cdot 10^{-1} \mu\text{g/g}$ våtvikt i snitt och år 2017 låg på $3,98 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ våtvikt. Däremot kan ökningar av kvicksilver påvisas under samma tidsperiod i flera provtagningszoner, så kallade bakgrundslokaler runt Sveriges kust i Östersjön söder om Stockholm samt på västkusten. I dessa lokaler låg snittet 1980 på $1,42 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ våtvikt medan år 2017 låg halterna på $2,5 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ våtvikt.

Siffrorna från 2017 visar att dagens halter av miljögifterna PCB och dioxiner ännu ligger över gränsvärdena utfärdade av EU medan halterna av kvicksilver ligger under dessa värden. Spridningen av miljögifter i haven är än idag stor och mycket tas fortfarande upp av levande organismer som på så sätt kan skada människor vid konsumtion. Då miljögifter är långlivade ämnen kommer halterna ligga höga flera år framöver och rekommendationerna för intag av fisk som finns tillgängliga på Livsmedelsverket bör inte höja det rekommenderade dagliga intaget just nu.

Nyckelord: fisk, miljögifter, PCB, dioxiner, tungmetaller, hälsoeffekter, västkusten, Östersjön, Sverige.

Abstract

The purpose of this thesis is to map the distribution of different environmental contaminants in the Baltic Sea and on the west coast of Sweden with connection to the health effects of these contaminants on humans and how they affect the environment.

This thesis is a literature study where databases provided by the library at the Swedish University of Agricultural Sciences has been used to collect information about the subject. Databases as FSTA (Food Science and Technology Abstracts), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) among others, through the finder database Primo, has been used to collect relevant facts.

Numbers from Naturvårdsverket show the development of different contaminants taken up by fish in the Baltic Sea and on the west coast of Sweden. From 1980 until today we can see a clear drop of PCB in fish from all areas sampled around Swedish coasts in herring where the average level of PCB in 1980 was $2.7 \mu\text{g/g}$ fat compared to the levels in 2017 where the level was $0.25 \mu\text{g/g}$ fat. The levels of PCB today are thereby around a tenth the level from 1980 all around Sweden's coasts. Some drop of levels of dioxins could also be shown where the average level in 1990 was $2.78 \cdot 10^{-5} \mu\text{g/g}$ fat all around Sweden while the levels from 2017 was $1.23 \cdot 10^{-5} \mu\text{g/g}$ fat, which is a drop of about 44% these 27 years.

Mercury was shown to have dropped in areas in the Baltic Sea north of Stockholm where the levels of 1980 were an average of $1.07 \cdot 10^{-1} \mu\text{g/g}$ wet weight and the levels of 2017 were an average of $3.98 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ wet weight. Although, increased levels of mercury could be shown in the same period of time in areas south of Stockholm as well as on the west coast. In these areas the average level in 1980 was $1.42 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ wet weight whilst in 2017 the levels were at $2.5 \cdot 10^{-2} \mu\text{g/g}$ wet weight.

The numbers from 2017 shows that today's levels of the contaminants PCB and dioxin are above the limits issued by the EU whilst the levels of mercury are below these limits. The spread of contaminants in the seas is still big today and a lot is still absorbed by living organisms, which can harm humans if consumed. Since contaminants are persistent, the levels will be high several years from now and the recommendations of intake of fish provided by the Swedish National Food Agency should not be increased right now.

Keywords: fish, contaminants, PCB, dioxins, metals, health effects, west coast, Baltic Sea, Sweden.

Innehållsförteckning

Figurförteckning	2
Förkortningar	3
1 Inledning	5
1.1 Vad är ett miljögift	5
1.2 Miljögifters utsläppsvägar	5
1.3 Fisk i Sverige	6
1.4 Miljögifters påverkan och hälsoeffekter	6
1.5 Miljögifternas förekomst och rekommendationer om intag	8
1.6 Syfte	8
2 Material & Metod	9
3 Resultat	10
3.1 Utbredningen av POPs och skillnaderna mellan Östersjön och västerhavet	10
3.2 Utveckling av kvicksilverhalter från 1970-talet tills idag	12
3.3 Utveckling av PCB- och DDT-halter från 1970-talet tills idag	13
3.4 Miljögifters hälsoeffekter	14
4 Diskussion	17
4.1 Inte bara Sveriges skuld	17
4.2 Kviksilvrets utveckling och möjlig orsak	17
4.3 Miljögiftsutveckling och rekommendationsändring	19
5 Slutsats	22

6 Figurer	23
6.1 Utveckling av PCB-halter i fisk	23
6.2 Utveckling av dioxinhalter i fisk	24
6.3 Utveckling av kvicksilverhalter i fisk	25
7 Referenslista	26

Figurförteckning

<i>Figur 1. Utveckling av PCB-halter i fisk</i>	23
<i>Figur 2. Utveckling av dioxinhalter i fisk</i>	24
<i>Figur 3. Utveckling av kvicksilverhalter i fisk</i>	25

Förkortningar

Hg – Kvicksilver

DDT – Diklordifenyltrikloretan

HCB – hexaklorbensen

MeHg – Metylkvicksilver

MeHgCl – Klorinerat metylkvicksilver

MeHgOH – anjoniskt hydrerat metylkvicksilver

PCB – polyklorerade bifenyler

PCN – polyklorerade naftalater

POP – Persistenta klororganiska föreningar

1 Inledning

Denna uppsats är en kartläggning av utbredningen av miljögifter med främst fokus på POPs, det vill säga PCB, som i vissa sammanhang benämns som CB-153, DDT och dioxin samt kvicksilver med koppling till hur utsläpp av dessa påverkar människors hälsa och miljön vi lever i. Vart kommer dessa gifter ifrån? Hur farliga är de, måste man följa Livsmedelsverkets rekommendationer och hur har utvecklingen av utsläppen sett ut genom åren fram till idag? Litteraturstudien kommer fokusera på PCB-, DDT-, dioxin- och kvicksilverhalter i fiskar som sill, strömming och PCB- och kvicksilverhalter i torsk från Östersjön och västerhavet och en jämförelse kommer göras mellan halterna av de olika miljögifterna på var sida av Sverige.

1.1 Vad är ett miljögift?

Miljögifter definieras som ämnen som har skadlig inverkan på miljön när de släpps ut. De är giftiga och långlivade, det vill säga, svåra att rena bort och kan tas upp av levande organismer. Detta gäller organiska ämnen som PCB liksom oorganiska ämnen som metaller (Naturvårdsverket u.å).

1.2 Miljögifters utsläppsvägar

De flesta miljögifterna sprids via luften i atmosfären i form av exempelvis rökgaser och liknande utsläpp (Wizelius 1999). Många miljögifter sprids också via vatten och runt Östersjön finns det flera länder med stora utsläpp som bidrar till havets förorenande (Naturvårdsverket 2018). På så sätt kan miljögifter hittas i princip överallt på jorden, just för att de sprids med luften. Många ämnen frisätts vid olika förbränningsprocesser och sprids som gaser i atmosfären. Andra ämnen som är fasta eller flytande kan dunsta även vid normala temperaturer och enstaka

molekyler frisätts i atmosfären. Ämnena i rökgaserna eller de enstaka molekylerna kommer slutligen landa i olika mark- och vattenområden där levande organismer kan ta upp dessa och miljögifterna bioackumuleras (Wizelius 1999). Dessutom släpps mycket miljögifter i form av tungmetaller även ut i sjöar och hav från industrier och förorenar inte bara där utsläppet görs utan i hela vattenmassan (Hamnqvist 2017). De flesta organiska föreningar är svårlösta i vatten och kommer exempelvis i vattendrag binda till mindre partiklar, plankton eller andra fasta material. Dessa fasta material med bundet miljögift kommer sakteligen sjunka till vattendragets botten och begravas i sediment. Rörs dessa bottnar upp kan miljögifterna på nytt spridas i vattnet och nå sediment på djupare vatten och begravas under nya tjocka lager sediment. Dessa djupa sjö- och havsvattenbottensediment kallas för ackumulationsbottnar och är miljögifternas slutstation (Wizelius 1999).

1.3 Fisk i Sverige

Fisk är nyttigt och bra för oss människor och är en god källa till protein och fetter som omega 3-fettsyror. Däremot finns en hel del rekommendationer och riktlinjer för hur mycket och hur ofta man ska äta fisk eftersom, citerat Livsmedelsverket; ”*all fisk är inte nyttig*” (Livsmedelsverket 2018). Det man menar är att en del fisksorter innehåller högre halter än EU:s gränsvärden av olika miljögifter exempelvis dioxiner och PCB. Olika miljögifter har olika gränsvärden. Sverige har sedan 2002 haft ett tillfälligt undantag gällande gränsvärden av PCB i fisk för att låta fiskenäringen i landet leva. Detta undantag blev sedan 2012 permanent och gäller strömming över 17 cm långa, röding, lax, öring och flodnejonöga som fiskats i Östersjöområdet eller Vänern och Vättern (Livsmedelsverket 2018).

Fetare fiskar från Östersjön innehåller ofta höga halter av till exempel dioxiner och PCB och är därför förbjudna i EU. De får inte heller användas till djurfoder för att halterna av olika miljögifter i dessa fiskar överskrider gränsvärdena i EU:s mått mätt. Men som nämnt, finns det undantag i EU:s regelverk som sedan 2002 tillåter konsumtion av dessa fiskar i Sverige. Undantaget från EU kommer med villkor såsom att fisken inte får exporteras och riskgrupper ska få speciell och tydlig information kring rekommenderat intag och riskerna med konsumtion av fisken (Johnson and Crona 2018).

1.4 Miljögifters påverkan och hälsoeffekter

Många miljögifter, som olika klorerade kolväten, är fettlösliga ämnen som lagras i kroppen vid exponering och kan på så vis till exempel skada ett ännu ofött foster. Många miljögifter lagras i kroppens fettvävnader och miljögifter utsöndras även via modersmjölken och ett nyfött spädbarn kan därför exponeras för dessa gifter även utanför moderns kropp enligt studien av Landin från 1976 och forskning från Livsmedelsverket senast uppdaterad 2018.

En studie genomfördes av Livsmedelsverket tillsammans med institutionen för medicinsk epidemiologi på Karolinska institutet. Studien innefattade undersökning av över 200 kvinnor bosatta runt Vänern, Vättern samt på syd- och ostkusten. Undersökningarna och testerna på kvinnornas blod visade på att var kvinnorna bodde och hur mycket fisk de åt hade stor inverkan på hur mycket PCB som fanns i deras blodserum (Atuma, Aune et al. 2002).

Människan är i toppen av näringskedjan och som känt, ackumuleras miljögifter och tungmetaller desto högre upp i kedjan man kommer. Redan innan födseln kan vi ha blivit exponerade för en del miljögift som redan fanns i moderns kropp och efter födseln finns det vissa miljögifter lösta i den feta bröstmjölken. Som tidigare nämnt är miljögiftsexponering för spädbarn extra känsliga då mycket är i utvecklingsstadium i kroppen såsom hormonbalansen, immunförsvaret och inte minst hjärnan som alla kan påverkas negativt av exponeringen (Livsmedelsverket 2018).

Miljögifter som PCB, DDT och liknande har aldrig förekommit naturligt. Det är därför svårt för djur och människor att bryta ner det och det finns därför inga enzymer eller metaboliska nedbrytningsvägar i djurens kroppar för att hantera dessa. I många fall kan enzymer i kroppen istället göra läget ännu värre. Exempelvis bildas vissa hormonliknande ämnen i kroppen efter att PCB omvandlats av enzymer till tyroxin-liknande ämnen som kan störa sköldkörtelns funktion. Tyroxin transporteras av ett protein i blodet för sköldkörteln till andra organ men istället för tyroxin kan dessa PCB-derivat binda in till proteinet och på så sätt spridas ut i hela kroppen och till alla kroppens organ. Detta kan sedan leda till ämnesomsättningsstörningar (Wizelius 1999). Som fallet är för de flesta miljögifter har kroppen svårt att metabolisera dessa då de är fettlösliga och kroppen har svårt att hantera sådana ämnen och de lagras därför i kroppen livet ut (Livsmedelsverket 2018).

Dioxin och PCB är väldigt hälsoskadliga ämnen och i studier har det visats på att gifterna kan påverka fortplantning, hormonsystem, immunförsvarets funktioner och utvecklingen av centrala nervsystemet samt kan leda till cancer av olika slag. Andra studier har också visat på att en exponering av dioxin och PCB under fosterstadiet kan påverka barnets motoriska förmågor, hormonbalansen och ha effekter på tandemalj (Livsmedelsverket 2018). Många av dessa långlivade

miljögifter är dessutom cancerframkallande och kan agera som promotorer eller initiatorer för cancerutveckling. Främmande ämnen som miljögifter kan skada gener och förändra arvsmassan i cellen vilket i sin tur kan leda till utveckling av tumörer (Korkmaz, Ay et al. 2019, Lim, Tan et al. 2019, Koual et al. 2019).

Men inte bara PCB och dioxiner är det som kan vara till hälsorisk för människor och särskilt för riskgrupper men även andra klorerade kolväten, kvicksilver och DDT förekommer i fisk och akvatiska organismer. DDT förekommer i flera olika former och sammanfattas därför genom att man pratar om ”summan av DDT” och dessa omnämns som sDDT (Granström 2000). På samma sätt som dioxin och PCB ackumuleras DDT uppåt i näringskedjan och kan leda till akut förgiftning högst upp.

1.5 Miljögifternas förekomst och rekommendationer om intag

Halterna av miljögifter i Östersjön och västerhavet har varierat mycket under åren och skillnaderna mellan Östersjön och västerhavet likaså. Särskilt höga halter av miljögifter finns i feta fiskar från Östersjön då siffror från Naturvårdsverket visar att halterna av exempelvis PCB i sill och strömming än idag är höga trots den minskning man har kunnat se vara en trend över de senaste decennierna (Naturvårdsverket 2019). Sill och strömming tenderar att vara fiskar som innehåller mycket miljögifter på grund av deras fetthinnehåll. Rekommendationen för intag av strömming ligger så lågt som 2–3 gånger per år för barn och unga, kvinnor som är gravida eller ammar samt för kvinnor som i framtiden vill bli gravida. Denna rekommendation gäller även för samma grupper när det kommer till vildfångad lax från Östersjön, Bottniska viken, Väneren och Vättern samt vildfångad sik och röding från Väneren och Vättern respektive Vättern (Livsmedelsverket 2018, Sportfiskarna u.å).

1.6 Syfte

Syftet med denna litteraturstudie är att kartlägga utbredningen av miljögifter i fisk på öst- kontra västkusten i Sverige med koppling till hälsoeffekter och miljöpåverkan.

2 Material & Metod

Denna kandidatuppsats är en litteraturstudie där databaser försedda av Sveriges Lantbruksuniversitets bibliotek använts för att samla in information om ämnet. Databaser som FSTA (Food Science and Technology Abstracts), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) bland andra, via söktjänstdatabasen Primo, har använts för att få tag på relevant fakta inom det område jag skrivit min uppsats om.

Sökord har använts systematiskt för att få fram relevant fakta såsom kombinationer av orden; fish, contaminants, dioxines, PCB, metals, west coast, Baltic sea, Sweden or Swedish.

3 Resultat

3.1 Utbredning av POPs och skillnaderna mellan Östersjön och västerhavet

Östersjön är ansamlingsplats för en mängd olika miljögifter och de finns i vattenmassornas alla skikt. Enligt mätningar från 1990-talet innehöll vattnet i Östersjön 560kg PCB, ytsedimentet innehöll 4800kg och de djupare sedimenten innehöll tiotusentals kg ren PCB. Det finns betydligt fler miljögifter än bara PCB vilket ger en bild av den stora påverkan industrier, förbränningsutsläpp och dylikt har på vår miljö. Enligt data redovisat 1998 (Bignert, Olsson et al. 1998) är den så kallad egentliga Östersjön vilket innefattar fångstzonerna 22 – 29 (FAO 2019), det högst miljögiftsbelastade havsområdet runt Sveriges kust och innehåller betydligt högre mängder miljögifter än till exempel västerhavet (fångstzon 20 – 21) Bottenhavet (fångstzon 30) och Bottenviken (fångstzon 31) (FAO 2019).

Särskilt höga halter av miljögifter finns i feta fiskar från Östersjön då siffror från Naturvårdsverket visar att halterna av PCB i sill och strömming 2016 låg på nivåer mellan 0,21 till 0,58 µg/g fettvävnad jämfört med sill från västkusten på 0,10 µg/g, se figur 1 (Naturvårdsverket 2019). Vidare visar siffror över dioxiner att sill och strömming 2016 innehöll nivåer mellan $1,93 \cdot 10^{-5}$ till $2,08 \cdot 10^{-5}$ µg/g fettvävnad i Östersjön jämfört med västkusten där nivån låg på $4,9 \cdot 10^{-6}$ µg/g, se figur 2 (Naturvårdsverket 2019).

Halterna uppmätta i de olika haven som mättes av Bignert med flera 1998, visade på att ungefär 0,5 µg PCB fanns i varje gram fettvävnad hos fiskar i västerhavet jämfört med 1,5 µg PCB per gram fettvävnad i fisk från egentliga Östersjön. Även stora skillnader påvisades i halten av sDDT i västerhavet och Östersjön. Fettvävnad från fisk i västerhavet har visat ett innehåll på 0,1 µg sDDT per gram fett och fisk

från egentliga Östersjön visat innehåll på 0,7 µg sDDT per gram fett (Bernes 1998, Bignert, Olsson et al. 1998).

Efter en undersökning av PCB i muskel av torsk utanför Göteborg och Uddevalla uppmättes halter mellan 20 och 380 µg/kg vilket är högre halter än de uppmätta på 1990-talet (Ohlin 1978). I en rapport sammanställd 2000 visas resultat av en provtagning på kusten i Gävleborgs län som är en del av egentliga Östersjön. Mellan åren 1996 och 1998 uppmättes en snitthalt av CB-153 eller PCB i strömming på 0,16 µg per gram strömmingsmuskel på Gästriklands kust. I samma område uppmättes även halter av sDDT i strömming mellan åren 1996 och 1998. Ett medelvärde på 0,36 µg sDDT per gram fett från fisken uppmättes (Granström 2000). Halterna av PCB i sill och strömming har sjunkit över tid men samtidigt gått upp och ner under åren. Samtidigt, enligt en studie från Naturvårdsverket ligger nivåerna lägre än någonsin och snittet i hela Östersjön 2017 låg på 0,257 µg/g fettvikt jämfört med nivån på västkusten på 0,24 µg/g, se figur 1 (Naturvårdsverket 2019).

Enligt siffror från tre olika rapporter mellan åren 1993 och 1998 visar det på att miljögifterna sDDT, PCB, dioxiner, HCB, PCN samt dioxinliknande PCB-kongener (PCB-varianter), har minskat i bröstmjolk hos kvinnor boende i Kiruna från 1970-talet fram till slutet av 1990-talet. sDDT sjönk från dryga 3 µg per gram fettvikt på slutet av 1960-talet till 0,5 µg per gram fettvikt på början av 1990-talet (Norén 1993, Lindström 1997, Lundén and Norén 1998). Denna studie visar inte nödvändigtvis på någon generell trend då den är utförd på en väldigt snäv målgrupp. Dessutom, enligt en studie utförd av Livsmedelsverket visas också att bostadsort och konsumtion avgör hur mycket miljögifter men främst PCB-halten i kvinnors blodserum (Atuma, Aune et al. 2002).

POPs innefattar PCB, DDT, HCB och andra kolväten som klassas som miljögifter. En undersökning från 2008 visade på att fiskarfamiljer på östkusten hade högre nivåer av POPs i kroppen jämfört med liknande socioekonomiska grupper av fiskarfamiljer på västkusten. Detta berodde främst på den stora skillnaden i miljögiftshalt som personerna konsumerade. Västkustborna tenderade att äta mer fet fisk än östkustborna men trots att miljögifter är fettlösliga och finns i större grad i fet fisk så hade östkustborna högre exponering då deras feta fiskar innehöll så pass mycket högre halter av POPs (Axmon, Rylander et al. 2008). Siffrorna från Naturvårdsverket visar tydligt på att detta stämmer, det vill säga att halterna av POPs som dioxin och PCB ligger högre i alla delar av Östersjön jämfört med halterna på västkusten. År 2008, samma år som Axmons studie, kan man se att PCB-halterna i sill på västkusten är 0,12 µg/g fett jämfört med halterna i strömming i Östersjön som ligger mellan 0,18 och 1,2 µg/g. Även Axmons studie tyder på att mängden miljögifter man har i kroppen och man får i sig beror på var man bor.

3.2 Utveckling av kvicksilverhalter från 1970-talet tills idag

Redan på 1970-talet kom rapporter om ökande halter av inte bara miljögifter i naturen men likaså tungmetaller. I en artikel ur tidskriften Miljö i Sverige från 1979 beskrivs den ökande mängden tungmetaller som en ”växande föroreningsfaktor” (Landin 1979). Tungmetallerna hamnar inte heller bara i skog, mark och vattendrag utan de kommer in i växter och djur likaså, till exempel olika vattenlevande organismer. Under åren 1974 till 1976 utfördes muddringar av havsbottnar i Göteborg och Uddevalla för att fånga in fisk och vattenlevande organismer för provtagning av halter av tungmetaller i biomassan. Bland annat mättes metylkvicksilverhalterna i torskmuskel från båda lokalerna där nivåerna låg mellan 290 och 900 $\mu\text{g MeHg/kg}$ respektive 590 och $1,12 \cdot 10^3$ $\mu\text{g MeHg/kg}$ i torskmuskel i Uddevallaområdet respektive Göteborgsområdet (Ohlin 1978). Kviksilver är en tungmetall som ofta förekommer i abborre, gädda, gös och lake samt i större rovfiskar som svärdfisk, haj, stor hälleflundra och färsk tonfisk. Varför just färsk tonfisk särskiljs från annan tonfisk är för att den tonfisken som säljs på burk är av en annan art och inte innehåller samma höga halter av kvicksilver som den färska (Livsmedelsverket 2019, Sportfiskarna u.å).

Kviksilvrets upptag i fisk och förekomst i olika hav är dock komplicerat. Det finns två olika former av rent kvicksilver, alltså Hg(I) och Hg(II) och åtminstone tre former av löst kvicksilver, det vill säga HgCl_2 , HgCl_3^- och HgCl_4^{2-} . Utöver det förekommer ytterligare minst två former av löst metylkvicksilver, MeHgCl och MeHgOH . Dessa former förekommer olika mycket i fisk beroende på salthalt där fisken lever. Vissa typer av kvicksilver förekommer också oftare i vissa vatten än andra (Wang and Wang 2010).

När oorganiskt kvicksilver kommer ut i naturen kan ämnet omvandlas spontant till metylkvicksilver som är en mycket mer toxiskt än vanligt kvicksilver om en människa skulle få i sig detta. Genom anrikning kan detta ämnet ansamlas i rovfiskar som gädda och gös (Slorach 1992).

Även blåmusslor som livnär sig på att filtrera vatten för att tillgodose sig näringsämnen analyserades efter fångst i muddringen och har en potential att samla på sig miljögifter på grund av deras sätt att absorbera näring. Däremot var siffrorna långt ifrån nivåerna för torsken och låg mellan 20 och 40 $\mu\text{g Hg/kg}$ (Ohlin 1978). På andra sidan landet, på Gävleborgs läns Östersjökust togs det prover på strömming under åren 1996 till 1998 som gav ett genomsnittligt värde på cirka $4,2 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g MeHg/g}$ strömmingsmuskel (Granström 2000). En avsevärd skillnad jämfört med västkustens höga nivåer på 1970-talet.

Från 1980-talet och framåt kan man se att kvicksilverhalterna i strömming har gått en del upp och ner i Östersjön (se figur 3), medan västerhavets halter hos sill har visat sig hyfsat stabila över alla åren. Däremot kan man se att halterna ökat på

vissa håll sedan 1980 till idag. I bakgrundslokalerna Fladen på västkusten samt Utlängan och Landsort i Östersjön låg faktiskt halterna på högre nivåer 2017 jämfört med 1980 vilket går emot trenden man kunnat se på andra miljögifter och kvicksilverhalter i insjöar som gått nedåt. En plats som sticker ut är Ängskärsklubb på Gävleborgs läns kust där halterna varierat mer under åren och inte varit fullt lika stabila men som också är en av de två bakgrundslokaler där kvicksilvret faktiskt sjunkit sedan 1980.

Enligt siffror från Naturvårdsverket kan man se en viss nedgång av kvicksilverhalterna sedan 1980 och fram tills idag men halterna har varit mycket varierande runt om i landet och på vissa platser är halterna till och med något högre än de var 1980. År 1980 låg kvicksilverhalten i sill i västerhavsområdet Fladen, på $1,79 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g/g}$ våtvikt jämfört med halterna mätta 2017 från samma område då man uppmätte halter på $3,58 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g/g}$ våtvikt. Detta innebar att halterna av kvicksilver i detta område på västkusten från 2017 var högre än i områdena Landsort, Utlängan (Östersjön från Stockholm och söderut till och med Karlskrona), samt norra västkusten i området Väderöarna (Naturvårdsverket 2019).

3.3 Utveckling av PCB- och DDT-halter från 1970-tal tills idag

Enligt figurerna från Naturvårdsverket visar siffrorna enbart på en tydlig minskning av PCB i både Östersjön och västerhavet från 70-talet fram till idag. Dioxinhalterna har inte gått upp men ligger snarare på liknande och ganska stabila nivåer än idag som de gjorde för 40 år sedan. Endast i en bakgrundslokal i Gävleborgs län kan man se en tydlig minskning av dioxin medan halterna i övriga östersjön legat mer stabila och provtagningarna från västerhavet nästan är helt stabila över alla 40 åren (se figur 1, 2 och 3) (Naturvårdsverket 2019, Naturvårdsverket 2019, Naturvårdsverket 2019). Även halterna av DDT i fisk har visat sig minska men en figur för utvecklingen av DDT-halterna fanns inte tillgänglig.

De mätningar som gjorts genom åren på flera platser utmed Sveriges kust har alla som sagt visat på minskande halter av sDDT och PCB i specifikt sill och strömming. Mätningar mellan 1980 och 1996 visar på tydliga förändringar för båda miljögifterna. Exempelvis hade halterna av sDDT i egentliga Östersjön minskat i snitt 7,5% per år mellan 1980 och 1996, medan minskningen i Bottenviken låg på 14% och minskningen i Kattegatt låg på 11% per år. Minskningen var tydlig men inte lika stor i mätningarna av PCB i sill och strömming. Halterna av PCB i egentliga Östersjön hade minskat 5,5% per år i snitt, medan halterna i Bottenviken minskat med 9% och i Kattegatt 5% per år (Bernes 1998). Undersökningar utförda av

Naturvårdsverket visar på en nedåtgående trend även efter 1990-talet i halterna av bland annat PCB och DDT. Mellan 2003 och 2012 minskade halterna i alla bakgrundslokaler i Sverige (Naturvårdsverket 2018). Mellan 2012 och 2017 visar siffror från Naturvårdsverket att PCB-halterna minskade i samtliga bakgrundslokaler i Östersjön men i västerhavet är fallet inte detsamma utan där ökade halterna med ungefär 0,06 µg/g fettvävnad, se figur 1 (Naturvårdsverket 2019).

3.4 Miljögifters hälsoeffekter

Trenden hos svenska kvinnor att deras bröstmjölks innehåll höga halter av PCB och dioxin verkade vända under senare 1990-talet. I insamlad bröstmjölks från 1990-talet var PCB-halterna drygt 60% lägre jämfört med provtagningar på 1970-talet. Även dioxinhalterna hade minskat kraftigt. År 1996 gjordes provtagningar för dioxiner och visade på en tredjedel så hög nivå jämfört med siffrorna från 1976. Bakgrunden till denna minskning är till stor del minskningen av miljögifternas förekomst ute i naturen, luft, mark och vatten som följd av de restriktioner som genomfördes mot tillverkning och utsläpp av sådana långlivade ämnen. I en studie från 2012 påvisades en tydlig korrelation mellan konsumtion av fisk och många former av cancer hos svenskar. Konsumtion av fet fisk innehållande bland annat PCB visade på en tydlig association till cancer i allmänhet, lymfom och bröstcancer hos kvinnor (Helmfrid, Berglund et al. 2012, Berglund, Helmfrid et al. 2015). Däremot visade en studie från 2015 (Leng, Li et al. 2015) på att enbart vissa kongener av PCB som PCB 99, PCB 183 och PCB 187 har betydande roll vid ökad risk för specifikt bröstcancer. En annan studie från 2018 visade också på att även andra kongener som PCB 101, 118, 138, 153 och 180 i bindväven hos människor ökade risken för utveckling av bröstcancer (Huang, He et al. 2018).

Enligt studien av Berglund och Helmfrid finns en koppling mellan exponering av PCB från fiskintag och allmäncancerfall. Däremot säger en studie från 2017 (Zani, Ceretti et al. 2017) att exponering av PCB som orsakat cancer som exempelvis melanom och Non-Hodgkin-lymfom inte kunnat påvisas.

Flera studier har undersökt möjligheten av tungmetallers påverkan och initiering av olika cancerformer, bland andra en studie från 2019 som visade på associationer mellan olika tungmetaller och cancerutveckling. Studien visade att tungmetallerna arsenik (As) och zink (Zn) i blodet bidrog mest till utveckling av prostatacancer av de metallerna som undersöktes, (mangan, kobolt, nickel, koppar, zink, arsenik, selen, kadmium, antimon och bly). Även den totala blandningen av alla metallerna i blodet initierade prostatacancer men med As och Zn som huvudinitiatorer (Lim,

Tan et al. 2019). En studie av Korkmaz et al. visar på liknande resultat där man även i den studien kunnat se tydliga mönster i en hög arseniknivå i muskelvävnad hos fisk i Medelhavet och att dessa nivåer kan initiera både icke-cancerogena och cancerogena hot mot människans hälsa (Korkmaz, Ay et al. 2019). Utöver att tungmetaller visats kunna initiera cancer kunde en annan studie visa, efter en provtagning i Ryssland, att unga män exponerade för bly och därmed hade mer än 0,5 g/dL bly i sitt blod löpte större risk att inte nå steg två på Tanners skala för fysisk utveckling hos barn, unga och vuxna (Magnusson and Ljungvall 2013).

Resultat av en studie på sambandet mellan POPs och bröstcancer visar på att vissa typer av dioxiner och PCBs kan associeras med aggressiv bröstcancer, särskilt hos de överviktiga deltagarna i studien som kanske skulle kunna förklaras med att miljögifter ofta ansamlas i fett- och bindvävnad (Koual, Cano-Sancho et al. 2019). Men POPs har inte enbart påvisat ha en roll i utveckling av cancer. I en studie från 2011 utfördes experiment på hur mänskligt genom påverkades av exponering av en kombination av två olika POPs. Några av generna i genomet som nedreglerades mycket av exponeringen av dessa POPs var gener som har roller i metaboliska vägar, medan vissa gener som har roller i olika cancerprocesser uppreglerades. Uppregleringen av dessa cancerinvolverade gener visade sig ske mestadels på grund av tillsatseffekter. Resultatet av studien visade att exponering av en kombination av POPs påverkar människans genuttryck på ett sätt som i sin tur påverkar de metaboliska vägar i kroppen vilket potentiellt kan leda till förvärrande föroreningsassocierade metaboliska sjukdomar (Aggerbeck, Ambolet-Camboit et al. 2011). Även i djur som fiskar, reptiler och amfibier har påvisats påverkade genetiskt av POPs dessa djur fått i sig. Enligt en studie gjord på dessa arter i en flod i Mexiko så har närvaron av POPs gett en genotoxisk effekt i flera receptorer hos djuren som förändrat deras genuttryck. Dessa djur ingår även i den dagliga kosten hos lokalbor runt floden vilket kan leda till resultaten från studien av Aggerbeck et al. (González-Mille, Ilizaliturri-Hernández et al. 2019).

Närvaro av POPs under graviditet har också visats påverka vikten hos nyfödda (Cabrera-Rodríguez, Luzardo et al. 2019). Hur stor påverkan blir eller vad exakt som påverkas kan variera exempelvis utifrån barnets kön men också vilken substans inom POPs barnet utsatts för.

Enligt en sammanställning av metylkvicksilvers hälsoeffekter omnämnd i Vår Föda från 1992, absorberas nästan allt metylkvicksilver i mag-tarmkanalen och kan på grund av sin fettlöslighet och stabilitet med enkelhet passera cellmembran samt blodhjärnbarriären och kan på så sätt nå hjärnan. Bland annat kan ämnet därför störa centrala nervsystemet, synsinnen, hörseln och koordinationen (Oskarsson 1992). En studie från 2019 undersökte kvicksilvrets förmåga att orsaka cancer men specifikt

ändtarmscancer hos människor som konsumerat kvicksilverhaltig fisk. Resultatet visade att personer som ätit fisk innehållande kvicksilver hade ökad risk att få ändtarmscancer. Man har även kunnat se kopplingar till lungcancer till följd av kvicksilverkonsumtion via fisk i en studie i Polen (Kim, Lee et al. 2019). Mellan åren 1966 och 2015 togs prover på befolkning i olika världsdelar för att undersöka halten kvicksilver i deras blod samt bröstmjök. I en studie från 2019 har dessa data sammanställts och jämförts med hälsan av de testade personerna och man kunde då se samband mellan en högre halt kvicksilver i testpersonernas blod och bröstmjök och neurologisk utveckling samt neurotoxicitet. Studien visade också på tydliga samband mellan kvicksilverhalter under USEPA:s (United States Environmental Protection Agency) gränsvärden och olika hälsotillstånd (Mohan Sharma, Sanka et al. 2019).

4 Diskussion

4.1 Inte bara Sveriges skuld

Generellt ser det ut som att siffrorna pekar på att Östersjön är mer förorenad än västerhavet vad gäller mängden olika miljögifter och hur höga halter som finns. Eftersom miljögifter är långlivade kan dessa utsläpp blivit frigjorda för decennier sedan. I och med Sveriges minskande beroende av fossila bränslen från 1970-talet och framåt (Holmström 2016) och att Östersjön än idag är väldigt förorenad skulle mycket av utsläppen kunna komma från kringliggande länder som baltländerna, Ryssland och Finland. Även Polen och Tyskland som angränsar till Östersjön kan ha en roll i utsläppen av miljögifter bland annat från industrier (Naturvårdsverket 2018). Enligt olika rankingar ser man tydliga trender i att länder som Ryssland och Lettland är länder som bidrar till störst miljöpåverkan och utsläpp i Östersjön (Elfström 2011). Mycket av de utsläpp som frigörs i atmosfären och i vattendrag kommer ofta från olika förbränningsprocesser som transporter och industrier. Som tidigare nämnt sprids också miljögifter i atmosfären och kan komma långväga för att sedan förorena platser långt från källan (Naturvårdsverket 2018). Därför är det viktigt att exempelvis inte bara industrier nära utsatta områden som Östersjön minskar sina utsläpp utan att hela länder och regioner agerar och minskar sina utsläpp.

4.2 Kvicksilvrets utveckling och möjlig orsak

I mätningarna av kvicksilver i fisk från väst- och östkusten på 1970- och 1990-talet visar på en avsevärd skillnad. Den största skillnaden mellan halterna av kvicksilver i fisk från västkusten på 1970-talet var cirka 266 000 gånger så stora jämfört med halterna i Östersjön på 1990-talet (Ohlin 1978, Granström 2000).

Denna jämförelse visar på hur stor skillnad det var mellan halterna i Östersjön och västerhavet med koppling till den utveckling i utsläppsarbete som skett över åren.

Idag ligger halterna av kvicksilver på lägre nivåer än tidigare i två av fem områden runt Sveriges kust men högre i tre av fem områden i Östersjön och västerhavet och är därmed än så länge är inte ett miljögift som är bekämpat (Naturvårdsverket 2019). Tungmetaller och andra miljögifter är långlivade och kan som nämnt tidigare, ligga kvar i djupa sediment på havsbotten och långt efter röras upp och tas upp av levande organismer. Att miljögifter är långlivade skulle kunna leda till en förskjutning i den miljösanering som krävs för att nå Sveriges miljömål "Giftfri Miljö" till 2020. Målet kommer inte nås enligt Naturvårdsverket (Naturvårdsverket 2018). Att miljögifter ligger begravda i sediment för att årtal senare kunna röras upp skulle kunna göra att fiskar och andra vattenlevande organismer som inte exponerats för så höga halter av miljögifter skulle kunna ta upp dessa gamla miljögifter och på så sätt få i sig mycket högre halter än tidigare. Detta innebär att utvecklingen av miljögifternas utbredning mot en giftfri miljö kommer ta väldigt lång tid och mycket måste göras för att miljön ska kunna nå dit så snabbt som möjligt.

Den stora anledningen till att mätningarna faktiskt visar så pass olika siffror kan ha att göra med den viktiga minskningen utav tungmetaller som kvicksilver i exempelvis industrin och särskilt i utsläppen samt att själva utsläppen minskat och det som släpps ut renas och tas om hand. Enligt provtagningarna från västkusten på 1970-talet så påvisas höga halter av kvicksilver och metylkvicksilver i torskmuskel. Såklart kan även fiskarten man tagit prov på att påverka siffrorna eftersom siffrorna från Östersjön i provtagningen från 1996 gjordes på strömming (Ohlin 1978, Granström 2000).

Enligt siffror verkar metylkvicksilverhalten i fisk vara lägre i Östersjön jämfört med västerhavet. Läget har visat vara tvärtom enligt trenderna hos kolvätena och frågan uppstår ifall det skulle kunna vara så att upptagningsförmågan påverkas och blir högre för metylkvicksilver i sötare vatten.

Vi vet att kvicksilver kan omvandlas till metylkvicksilver och detta bland annat vid låg syretillgång. Det är också metylkvicksilver och inte i lika stor utsträckning, det rena kvicksilvret som anrikas i fiskar och andra organismer. Detta betyder att metylkvicksilver enklare tas upp av levande organismer jämfört med vanligt kvicksilver (Skylberg 2003). Oorganiskt kvicksilver och metylkvicksilver förekommer i flera olika former. Dels förekommer oorganiskt kvicksilver som rent ämne (Hg(I), Hg(II)), men också som lösta, organiska former som HgCl₂, HgCl₃- och HgCl₄²⁻. Upptaget av dessa olika former är lite varierande beroende på salthalt i vattnet och laddning. I en studie visades att upptaget av Hg(II) var mycket högre i 0 psu (Practical Salinity Unit) jämfört med 10 och 28 psu. Det vill säga att denna formen av rent kvicksilver togs upp i högre utsträckning i sött vatten jämfört med

saltare vatten. Det vill säga att kvicksilver tas upp enklare av fiskar levande i exempelvis Östersjön jämfört med västerhavet. Upptagningsförmågan av både oorganiskt (Hg(II)) och organiskt kvicksilver (MeHg) är väldigt kontrollerat av mängden lösta komplex på grund av kvicksilvrets specifika absorptionsmekanismer i olika fiskarter. Den neutrala formen av organiskt kvicksilver (HgCl₂) förekommer mest vid låga psu eller vid psu 0 medan halterna av HgCl₃⁻ och HgCl₄²⁻ ökar vid högre salthalter. HgCl₂ har också visat sig bidra till högre upptag av oorganiskt Hg(II) genom membran i sötare vatten på grund av dess lipofila egenskaper (Wang and Wang 2010).

De dominerande formerna av metylkvicksilver är MeHgCl och MeHgOH där MeHgCl förekommer främst i saltare vatten. Det vill säga, så som nämnt tidigare att metylkvicksilver tas upp enklare av fiskar i exempelvis västerhavet jämfört med Östersjön. Flera studier har tytt på att MeHgCl är den formen av MeHg som är lättast för levande organismer att ta upp. I undersökningen av Wang och Wang visar resultat på att upptaget av lösta former av MeHg så som MeHgCl, var upptill två gånger högre än för Hg(II). (Wang and Wang 2010). Kviksilver och metylkvicksilver kan ta sig in i fiskar och i sin tur människor genom att, som tidigare nämnt, ingå i olika anjoniska komplex med till exempel Cl⁻ och kan på så sätt diffundera över cellmembran eller tas in i celler via exempelvis Ca⁺⁺-kanaler och Na⁺, K⁺ ATPas-pumpar. Kviksilver och metylkvicksilver kan sedan sprida sig fort genom kroppen genom att binda till cystein, albumin och glutation i blodplasman vilket initierar absorption av kvicksilvret i blodet (Bradley, Barst et al. 2017). Faktumet kvarstår att mer metylkvicksilver finns i större utsträckning i fiskar från västerhavet till motsats kolvätena och det rena kvicksilvret, Hg(II).

4.3 Miljögiftsutveckling och rekommendationsändring

Under de senaste 40 – 50 åren har man kunnat följa utvecklingen av miljögifter i fisk i Östersjön och västerhavet med både upp- och nedgångar i halter (se figur 1, 2 och 3). För att inte folk ska få i sig för mycket miljögifter via kosten har Livsmedelsverket utfärdat kostråd. Kostråden är viktiga att ta hänsyn till, särskilt när det kommer till utsatta grupper som gravida kvinnor, barn och kvinnor som vill bli gravida i framtiden. Men är dagens rekommenderade intag av dessa fiskar aktuellt för dagens miljögiftshalter i samma fiskar?

Om man tittar på figurerna som visar på utvecklingen av PCB, dioxiner och kvicksilver i fisk (se figur 1, 2 och 3) i både Östersjön och västerhavet så kan man se tydliga trender. Den generella trenden som gäller samtliga miljögifter som

studerats är att de alla mer eller mindre har minskat i koncentration i fisk sedan 1970- och 80-talen fram till idag förutom kvicksilver i vissa bakgrundslokaler. Inga miljögiftshalter har ökat särskilt mycket de senaste åren i varken Östersjön eller västerhavet men däremot har kvicksilver legat på lite mer stabila nivåer under samma period samt ökat något i vissa områden. Tittar man närmare kan man också se att mätningarna från västerhavet (Fladen och Väderöarna) nästan alltid ligger på lägst nivå i alla figurer utom när det gäller halten av kvicksilver. Kan detta ha att göra med att Östersjön alltså är mycket mer förorenad än västerhavet? Eller kan det vara så att upptagningsförmågan av andra miljögifter som inte är kvicksilver återigen påverkas av salthalten i vattnet och gör att fiskar i Östersjön och västerhavet kan ta upp olika mycket?

I figurerna syns vissa oförklarligt höga toppar av miljögifterna under vissa år. Utifrån jämförelse med varandra verkar det inte ha att göra med en korrelation där ett miljögift är på hög nivå och de andra likaså. Topparna indikerar på höga halter i de fiskar man tagit prover på och möjligen kan det vara så att just de fiskar man testat de året innehållit mer av det specifika miljögiftet och har därför gett högt utslag i statistiken.

Dagens rekommendation av intag av sill och strömming och andra feta fiskar från Livsmedelsverket ligger på 2–3 gånger i veckan för grupper i riskzonen att påverkas starkt av miljögifterna, som gravida kvinnor, kvinnor som planerar att bli gravida och barn och ungdomar. Hur borde rekommendationerna se ut i framtiden? Ska de nuvarande behållas, bli mer restriktiva eller mer ska rekommendationerna för dagligt intag höjas? PCB-nivåerna har inte sjunkit särskilt mycket sedan millennieskiftet och sannolikt är fallet att det kommer vara så ett tag framöver också med tanke på risken för återkontaminering av haven och organismerna via sedimentbegravda miljögifter. Vad gäller tungmetallerna så ligger dessa fortfarande på höga nivåer utan att ha sjunkit särskilt mycket alls på 40 år. Detta betyder troligen också att nivåerna kommer ligga kvar där ett tag till. Samma gäller dioxinnivåerna. Stora sänkningar av dioxin i fisk har inte kunnat ses på flera år vilket gör läget osäkert för riskgrupperna om man föreslår att höja rekommendationerna för dagligt intag. Sverige har redan undantag från EU att ha högre gränsvärden för miljögifter i fisk för att rädda vår fiskerinäring och en förhöjd rekommendation för dagligt intag skulle kunna innebära skada för båda foster och moder vid en högre exponering än den vi utsätts för idag. Eftersom miljögifterna är långlivade och bryts ner mycket långsamt kommer halterna förmodligen ligga på samma nivåer eller något mindre de kommande 10 åren innan arbetet mot en giftfri miljö, som är ett av Sveriges miljömål till 2020 men som inte kommer uppfyllas, kommer bära frukt.

Sedan 1980 har halterna av PCB sjunkit med ungefär 0,25% per år, dioxin med ungefär 1,3 % per år och kvicksilver med ungefär 1,7% per år (se figur 1, 2 och 3).

Men hur ser det ut med dagens rekommenderade intag och hur mycket fisken faktiskt innehåller?

EUs gränsvärden för dagligt intag av kvicksilver ligger på $1,6 \mu\text{g}/\text{kg}$ kroppsvikt och gränsvärdet för dagligt intag av både PCB och dioxin ligger på $2 \cdot 10^{-6} \mu\text{g WHO-TEQ}/\text{kg}$ kroppsvikt. Gränsvärdet för hur mycket kvicksilver sill och strömming får innehålla ligger på $500 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt och för PCB och dioxin ligger det värdet på $4 \text{ pg}/\text{kg}$ våtvikt (EU-Kommissionen 2006). Enligt siffrorna från naturvårdverket ligger snittet på halten kvicksilver i sill och strömming runt Sveriges kust på cirka $30,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt (se figur 3). Eftersom gränsvärdet ligger på $500 \mu\text{g}/\text{kg}$ fisk innebär detta att halterna ligger långt under gränsvärdena för kvicksilver i sill och strömming idag. Enligt siffrorna från Naturvårdsverket ligger halterna av PCB idag på ett snitt på $0,25 \mu\text{g}/\text{g}$ fett (se figur 1). Detta innebär att varje kilogram fett från fisk runt Sveriges kust innehåller $250 \mu\text{g}$ PCB. För en normalviktig person innebär det att hen kan konsumera cirka $1,5 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}$ PCB om dagen om hen ska följa EUs direktiv. En portion fisk på ungefär 150 g varav cirka 8 g fett innehåller alltså $2 \mu\text{g}$ PCB. Jämför man detta med EUs direktiv så är dagens halter ännu mycket höga. Ser man till siffrorna på dioxin (se figur 2) så ligger snittet på $1,23 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{g}$ fett i fisken. Varje kilogram fisk innehåller $9,84 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}$ dioxin och eftersom gränsvärdet för intag för en normalviktig person ligger på $1,5 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}$ även för dioxin per dag så kan man konstatera att även dioxinhalterna än idag är för höga i fisk som sill och strömming.

Dagens kostråd för hur mycket fet fisk man får äta från Livsmedelsverket med undantaget från EU att ha högre gränsvärden i Sverige för dessa miljögifter, ligger på 2 – 3 gånger i veckan. Det innebär att man får i sig cirka 23 000 gånger mer PCB och cirka 150 gånger så mycket dioxin än vad EU rekommenderar om man ser till halten av dessa miljögifter i sill och strömming mätt av Naturvårdsverket 2017 (se figur 1 och 2). Med tanke på på den låga minskningen av gifterna varje år, $0,25 - 1,3\%$ per år, visar att en förhöjd rekommendation av dagligt intag från Livsmedelsverket inte är aktuell just nu och kommer inte vara det inom de närmsta åren heller.

5 Slutsats

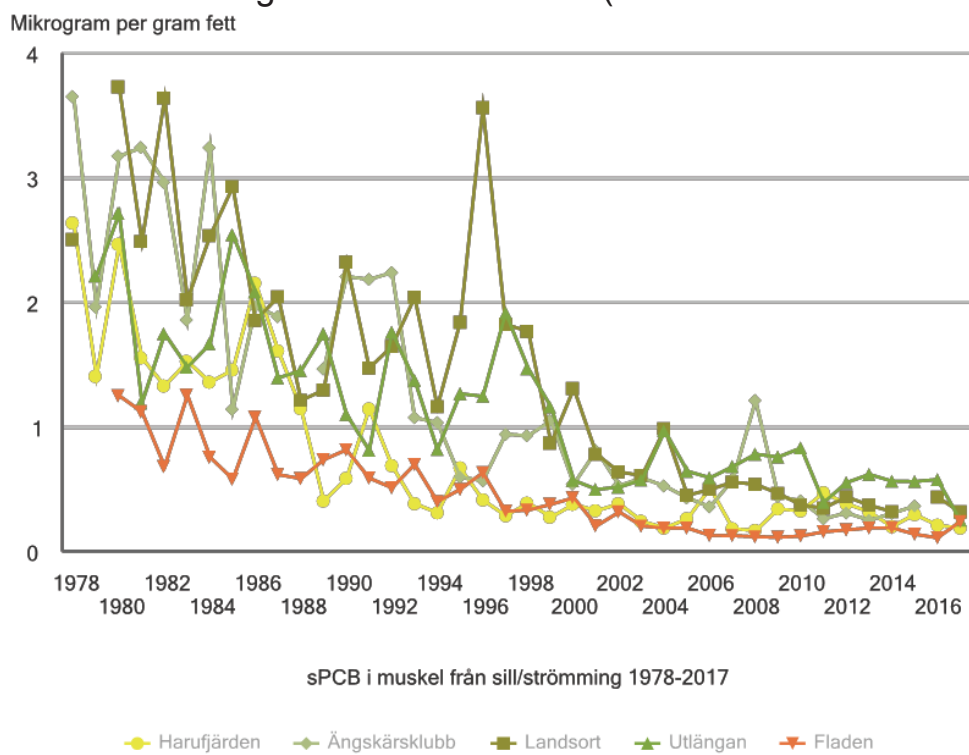
Trots restriktioner och nya lagar från 70- och 90-talen kring utsläpp och hur föroreningar ska hanteras ser vi fortfarande att stora mängder miljögifter tas upp av fiskar i våra hav och sjöar, vilket syns i figurerna från Naturvårdsverket (se figur 1, 2 och 3). Många mätningar har genomförts genom åren och tydliga skillnader i halter av miljögifter som olika tungmetaller, klorerade kolväten och dioxiner har påträffats. Mätningarna har visat att högre halter av klorerade kolväten och dioxiner finns i fisk i Östersjön jämfört med en mycket lägre siffra på västkusten. Halterna har genom åren minskat med varierande frekvens på båda sidor om Sverige. Däremot visar mätningarna än idag på höga halter av de också så långlivade POP:erna som ännu ligger över gränsvärdena, i Östersjön (se figur 1 och 2).

Gällande kvicksilver, har det inte minskat på samma vis som kolvätena. Om man ser till figurerna från Naturvårdsverket, kan man se att nivåerna av kvicksilver både ökat och minskat sedan 80-talet men har aldrig riktigt sjunkit lika mycket som kolvätena och kan på vissa ställen ökat lite. Däremot ligger dagens värden av kvicksilver i tre bakgrundslokaler under gränsvärdena och i två områden över.

Utvecklingen för de olika miljögifterna har varit varierande. Halterna av kvicksilver har visat sig ligga under rekommendationerna för dagligt intag på flera platser medan PCB- och dioxin-halterna legat kvar väldigt högt respektive högt ovan rekommendationerna för dessa. Trots detta är det ändå historiskt sett PCB som minskat mest enligt siffrorna från Naturvårdsverket jämfört med dioxinerna och kvicksilverhalterna (se figur 1, 2 och 3). Dagens rekommendationer är redan höga i och med undantaget från EU och efter denna kartläggning av utbredningen av miljögifter från 1970-talet tills idag kan slutsatsen dras att rekommendationerna för dagligt intag förmodligen inte borde höjas just nu. De totala halterna och de årliga, procentuella minskningarna av miljögifterna är bevis på den stora utbredningen av miljögifter i vår miljö och det faktum att miljögifter är långlivade och bryts ner mycket långsamt.

6 Figurer

6.1 Utveckling av PCB-halter i fisk (Naturvårdsverket 2019)

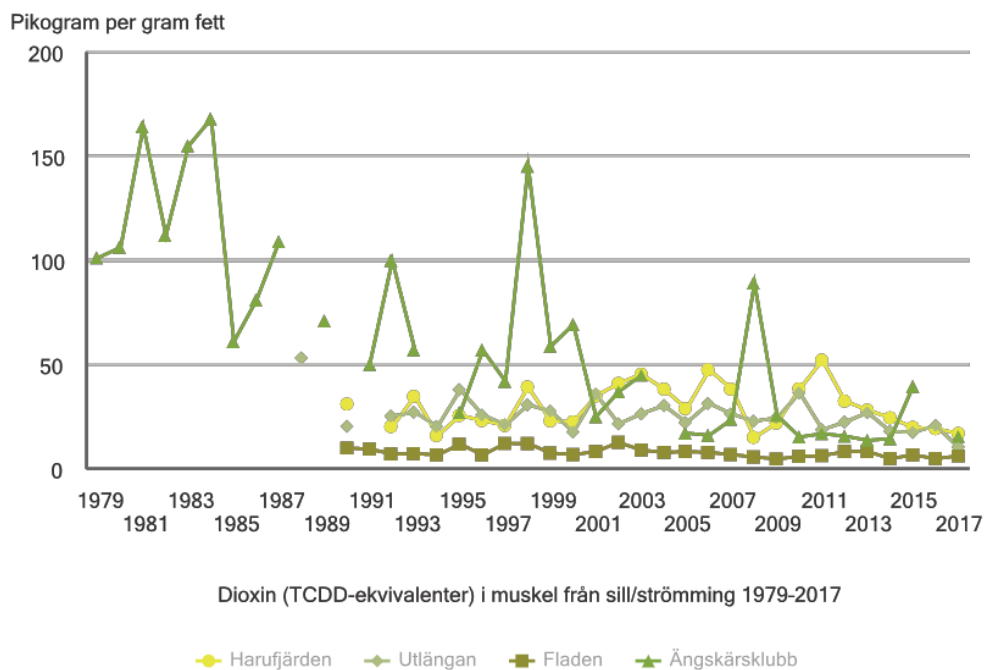


Källa: Naturvårdsverket

Figur 1. Utvecklingen av summan av PCB-kongener i sill och strömming (från Östersjön och västerhavet), mellan åren 1978 och 2017.

Figure 1. The development of the sum of PCB variants in herring (from the Baltic Sea and west coast of Sweden), between the years 1978 and 2017.

6.2 Utveckling av dioxinhalter i fisk (Naturvårdsverket 2019)

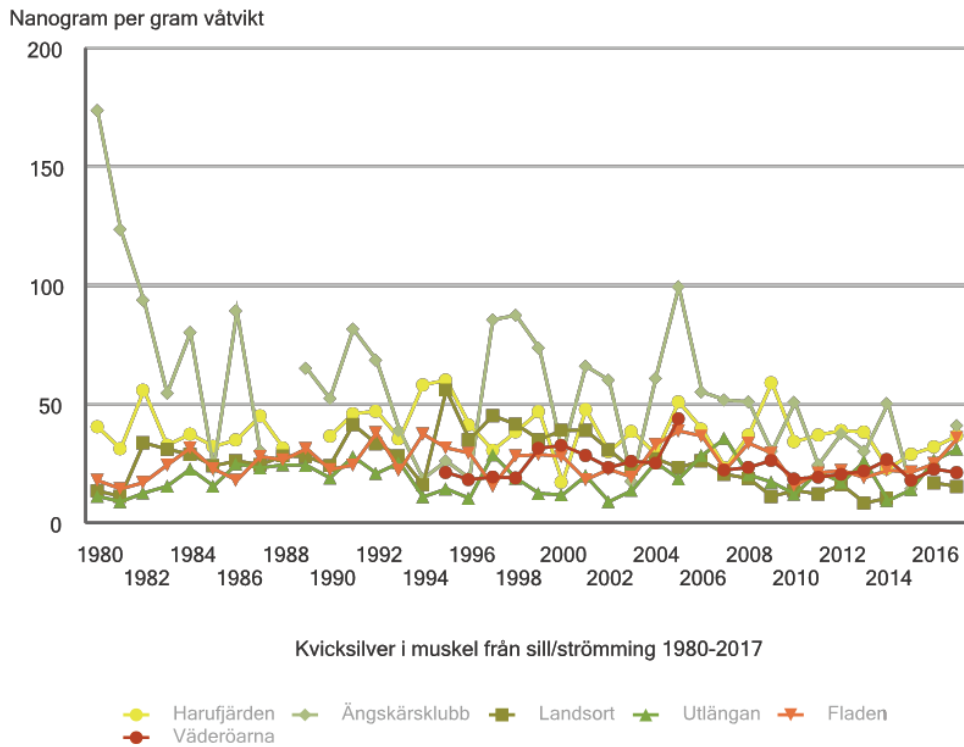


Källa: Naturvårdsverket

Figur 2. Utvecklingen av dioxiner i sill och strömming i Östersjön och västerhavet mellan åren 1979 och 2017.

Figure 2. The development of dioxins in herring in the Baltic Sea and the Swedish west coast between the years 1979 and 2017.

6.3 Utveckling av kvicksilver i fisk (Naturvårdsverket 2019)



Källa: Naturvårdsverket

Figur 3. Utvecklingen av kvicksilver i sill och strömming i Östersjön och västerhavet mellan åren 1980 och 2017.

Figure 3. The development of the amounts of mercury in herring in the Baltic Sea and the Swedish west coast between the years 1980 and 2017.

7 Referenslista

Aggerbeck, M., et al. (2011). "Effects of combined persistent organic pollutants on global gene expression in human HepaRG cells: Enhanced down-regulation of metabolic pathways." *Toxicology Letters* **205**: 1.

Atuma, S., et al. (2002). "Bostadsort och fiskkonsumtion avgör PCB-halten hos äldre kvinnor." *Vår föda* **54**: 2.

Axmon, A., et al. (2008). Reproductive toxicity of seafood contaminants: Prospective comparisons of Swedish east and west coast fishermen's families. Lund, US National Library of Medicine, National Institutes of Health, NCBI.

Berglund, M., et al. (2015). "Exposure and body burden of polychlorinated biphenyls (PCB) and metals in a historically contaminated community." *Environment International* **76**(0160-4120): 8.

Bernes, C. (1998). *Organiska miljögifter : ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem*. Stockholm, Naturvårdsverket.

Bignert, A., et al. (1998). "Temporal trends of organochlorines in Northern Europe, 1967–1995. Relation to global fractionation, leakage from sediments and international measures." *Environmental Pollution* **99**(2): 177-198.

Bradley, M. A., et al. (2017). "A Review of Mercury Bioavailability in Humans and Fish." *International journal of environmental research and public health* **14**(2): 169.

Cabrera-Rodríguez, R., et al. (2019). "Association between prenatal exposure to multiple persistent organic pollutants (POPs) and growth indicators in newborns." *Environmental Research* **171**: 8.

Elfström, C. (2011) Ryssland och Lettland sämst för Östersjön.

EU-Kommissionen (2006). KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel. Bryssel, Europeiska Unionen: 1-20.

González-Mille, D., et al. (2019). "DNA damage in different wildlife species exposed to persistent organic pollutants (POPs) from the delta of Coatzacoalcos river, Mexico." *Ecotoxicology and Environmental Safety* **180**: 9.

Granström, P. (2000). *Miljögifter i strömming : tungmetaller och klororganiska miljögifter i strömming längs kusten i Gävleborgs län 1996-1998*. Gävle, Länsstyrelsen Gävleborg.

- Hamnqvist, S. (2017). "Ingen kontroll av utsläpp från pappersbruk." Retrieved 5 Maj, 2019.
- Helmfrid, I., et al. (2012). "Health effects and exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and metals in a contaminated community." *Environment International* **44**(0160-4120).
- Holmström, C. (2016). "Koldioxid - historisk utveckling." Retrieved 23 Maj, 2019.
- Huang, W., et al. (2018). "Risk of breast cancer and adipose tissue concentration of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides: a hospital-based case-control study in Chinese women." *Environmental Science and Pollution Research*.
- Johnson, Y. and M. Crona (2018). SOS - Varning för sill. *Sveriges Natur*, Johnson, Ylva.
- Kim, H., et al. (2019). "Dietary mercury intake and colorectal cancer risk: A case-control study." *Clinical Nutrition*.
- Korkmaz, C., et al. (2019). "Heavy metal levels in muscle tissues of some fish species caught from north-east Mediterranean: Evaluation of their effects on human health." *Journal of Food Composition and Analysis* **81**: 9.
- Koual, M., et al. (2019). "Associations between persistent organic pollutants and risk of breast cancer metastasis." *Environment International* **132**.
- Landin, C. (1979). Tungmetallerna växande föroreningsfaktor. *Miljö i Sverige*. Stockholm, Åke Jacobsen: 1.
- Leng, L., et al. (2015). "Polychlorinated biphenyls and breast cancer: A congener-specific meta-analysis." *Environment International* **88**: 9.
- Lim, J. T., et al. (2019). "Association between serum heavy metals and prostate cancer risk - A multiple meta analysis." *Environment International* **132**(105028).
- Lindström, G. (1997). *Miljöfaktorer som påverkar människors hälsa : hälsorelaterad miljöövervakning, rapporterade resultat från verksamheten 1995/1996*. Stockholm, Naturvårdsverket.
- Livsmedelsverket (2018). "All fisk är inte nyttig." 1. Retrieved 1 april, 2019, from <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad-och-matvanor/all-fisk-ar-inte-nyttig>.
- Livsmedelsverket (2018). "Dioxiner och PCB." Retrieved 5 Maj, 2019.
- Livsmedelsverket (2019). "Fisk och skaldjur - råd." Retrieved 1 april, 2019, from <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad-och-matvanor/rad-om-bra-mat-hitta-ditt-satt/fisk>.
- Lundén, Å. and K. Norén (1998). "Polychlorinated Naphthalenes and Other Organochlorine Contaminants in Swedish Human Milk, 1972–1992." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **34**(4): 414-423.
- Magnusson, U. and K. Ljungvall (2013). "Environmental pollutants and dysregulation of male puberty: A comparison among species." *Reproductive Toxicology* **44**: 10.
- Mohan Sharma, B., et al. (2019). "An overview of worldwide and regional time trends in total mercury levels in human blood and breast milk from 1966 to 2015 and their associations with health effects." *Environment International* **125**: 20.
- Naturvårdsverket (2018). "Giftfri miljö." Retrieved 24 Maj, 2019.

- Naturvårdsverket (2018). Miljöfarliga ämnen i vattenmiljön. Stockholm.
- Naturvårdsverket (2019). Dioxin i fisk. Ö. f. k. o. hav.
- Naturvårdsverket (2019). Kvicksilver i fisk. Ö. f. k. o. hav.
- Naturvårdsverket (2019). PCB i fisk. Ö. f. k. o. hav.
- Naturvårdsverket (u.å). "Miljögifter." Retrieved 1 april, 2019, from <https://www.naturvardsverket.se/Amnen/Miljogifter/>.
- Norén, K. (1993). "Contemporary and retrospective investigations of human milk in the trend studies of organochlorine contaminants in Sweden." *The Science of the total environment* **139-140**: 347.
- Ohlin, B. (1978). *Halter av metylkvicksilver och polyklorerade bifenyler (PCB) i fisk och musslor fångade i samband med muddringar vid Göteborg och Uddevalla - Methylmercury and PCB levels in fish and mussels caught off the west coast of Sweden in connection with dredging operations*. SLU:s databaser, Uppsala, Statens livsmedelsverk.
- Oskarsson, A. (1992). "Hälsoaspekter av metylkvicksilver i fisk." *Vår föda* **44**: 7.
- Skyllberg, U. (2003). Kvicksilver och metylkvicksilver i mark och vatten, Institutionen för skogsekologi.
- Slorach, S. (1992). "Kvicksilver och andra främmande ämnen i fisk - åtgärder för att begränsa hälsoriskerna." *Vår föda* **44**: 8.
- Sportfiskarna, S. S.-F.-. (u.å). "Miljögifter i fisk." 1. Retrieved 1 april, 2019, from <https://www.sportfiskarna.se/Fiske/Fiske-i-Sverige2>.
- Wang, R. and W.-X. Wang (2010). "Importance of Speciation in Understanding Mercury Bioaccumulation in Tilapia controlled by Salinity and Dissolved Organic Matter." *Environmental Science & Technology* **44**: 7964-7969.
- Wizelius, T. (1999). Organiska miljögifter ett globalt problem. En presentation på overhead. *Organiska miljögifter Ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem*. C. Bernes. Stockholm, Naturvårdsverket. **16**.
- Zani, C., et al. (2017). "Do polychlorinated biphenyls cause cancer? A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies on risk of cutaneous melanoma and non-Hodgkin lymphoma." *Chemosphere* **183**: 10.