



# **Miljögifter i våra sjöar**

*En undersökning av dioxin och PCB i fisk*

Författare: Per Eriksson

Handledare: Stefan Rosen – Haganässkolan, Älmhult och Lisa Lundin – Kemiska institutionen, Umeå universitet

Datum: 2017-03-13

## **Innehållsförteckning**

<b>Abstract</b> .....	3
<b>Inledning</b> .....	4
- PCCB, PCDF och PCB.....	4
- Hälsoeffekter.....	5
- Exponering.....	5
- Miljögifternas ursprung.....	6
- Syfte.....	6
- Frågeställning.....	7
<b>Metod</b> .....	7
<b>Resultat</b> .....	12
- Halterna av dioxin, furaner och PCB i fiskarna.....	12
- Hur människan kan påverkas av gifterna.....	14
<b>Diskussion</b> .....	15
<b>Tack</b> .....	16
<b>Referenser</b> .....	16
<b>Bilagor</b> .....	17

## **Abstract**

The aim of this study was to see if fish have been affected by industrial activities. The study focuses on the environmental toxins dioxin, furans and PCB. These substances are very toxic and may cause negative effects on your health, if being exposed by high amounts of toxins during a long period of time. The consequences could be a weakened immune system, disturbances on the development of your brain, a negative effect on the reproduction or even cancer. I have examined fish from the lake Möckeln. Möckeln is situated in Småland and borders on the town Älmhult. There are several industrial activities in Älmhult, two of which I am especially interested in. One of them is Stena Aluminium which is an aluminium recycling industry, it is known since before that the industry have dioxin emissions. The other industrial activity is Äskya waste disposal facility, which is fairly close to the lake. PCB can emit from any waste disposal and it is therefore important to make sure that no emissions to the environment has occurred. I also examined fish from a reference lake to determine if the results showed the global emissions of the toxins, or if local emissions have occurred. The reference lake was Vinen where no industrial activities takes place. I examined the fishes with the technique gas chromatography-mass spectrometry at Umeå university. The results showed that there were higher levels of toxins in the fish caught in Möckeln compared to the fish from the reference lake. The levels of dioxins and furans was twice as high and when I compared the levels of dioxin, furans and PCB it showed almost 400% higher values compared to the fishes from the reference lake. This could be because of emissions from local industry activities in Älmhult. The values did not exceed the limits set up by WHO and it should therefore have been relatively safe to have consumed the fish.

## Inledning

Miljögifter är ett samlingsnamn för gifter som har en negativ påverkan på miljön. Miljögifter skadar organismers funktioner. Gifterna finns över hela världen, eftersom att de generellt har bra spridningsförmåga samt långsam nedbrytning (1).

## PCDD, PCDF och PCB

Den här rapporten kommer att fokusera på miljögifterna polyklorerande dibensodioxiner (PCDD) och polyklorerande bifenyler (PCB). PCDD är en kategori av kemiska föreningar, i denna kategori ingår polyklorerande bidensofuraner (PCDF) och det finns totalt 210 olika varianter (kongener) 75 av PCDD och 135 av PCDF. Vanligtvis används termen ”dioxin/dioxiner” som samlingsnamn för föreningarna (2). Dioxin är ett tämligen harmlöst ämne, men det ingår som en del i den kemiska strukturen hos PCDD (3). Vanligtvis avses endast de mest toxiska kongenerna i kategorin, till exempel 2,3,7,8 TCDD som även är ett av de ämnena med högst toxicitet. Kongenerna beskrivs genom att skriva klorets placering i strukturen och även antalet klor i strukturen med prefix (T-Tetra, Pe-Penta, Hx-hexa osv). CDD står för bidenzodioxin och CDF står för bidensofuraner. Toxiciteten beror på mängden och placeringen av kloratomer (2). Det finns 209 kongener i gruppen PCB vars toxicitet, till skillnad från PCDD, endast beror på placeringen av kloreten. Kongenerna benämns som till exempel PCB 77 och PCB 126. Tolv av dessa kongener klassas som dioxinlika (non-orto) eftersom att de saknar klor i orto-position och kan därför ge samma typ av toxiska effekter som PCDD, övriga kallas för icke dioxinlika PCB (mono-orto) (4-5). PCDD och PCB:s kongeners toxicitet beskrivs genom en toxisk ekvivalensfaktor (TEF) vilket varierar mellan kongenerna. Det högsta TEF värdet utgår från TCDD, som har värdet 1, de andra värdena bestäms genom att ta hänsyn till hur skadliga de är jämfört med TCDD. Vid en analys ska koncentrationen av en kongen multipliceras med sitt TEF värde, sedan ska alla kongener i en kategori adderas ihop, detta ger ett TEQ (toxisk ekvivalent) värde.

*Exempel: 10 gram av förening 1 med TEF 1, 20 gram av förening 2 med TEF 0.5 och 20 gram av förening 3 med TEF 0,1 ger:  $(10g \times 1) + (20 \times 0.5) + (20 \times 0,1) = 22g \text{ TEQ}$ .*

TEQ värdet används sedan för att riskkaraktisera bland annat livsmedel som ägg och fiskkött. Många gånger finns det gränsvärden för hur högt ett TEQ värde får vara. TEF

värdena har satts upp genom olika biologiska modeller av WHO och deras tabeller är globalt accepterade (se bilaga 1 för WHO:s tabell över de olika TEF värdena), (2,6).

För att kunna riskkaraktisera en fisk bör därför ett TEQ värde användas. EU har satt upp gränsvärden för fisk och fiskprodukter till 3.5 pg TEQ/g färskvikt för PCDD + PCDF samt 6.5 pg TEQ/g för PCDD/F + PCB (7).

## Hälsoeffekter

De olika klorerande föreningarna bioackumuleras i fett, och kan lagras under väldigt lång tid. Det har påvisats i olika studier huvudsakligen på djur, att långtidsexponering av låga doser PCDD och dioxinlika PCB påverkar fortplantningen, immunförsvaret, utvecklingen av hjärnan och kan orsaka cancer. TCDD har klassats som cancerframkallande för människan av WHO:s cancerforskningsinstitut. Vid exponering av icke dioxinlika PCB:er är de kända effekterna bland djur nedsatt immunförsvaret, beteendeförändringar och störningar av hormonsystemet. Ett av de vanligaste symptomen på för hög exponering av PCDD och PCB är klorakne, som är väldigt besvärlig akne (7).

## Exponering

Människan får främst i sig PCDD och PCB via livsmedel, från bland annat fisk med hög fetthalt, ägg, mejeriprodukter, och kött. Halterna i livsmedel har minskat kraftigt sedan 1999 efter att olika åtgärder och restriktioner infördes. Livsmedelsgruppen fisk bidrar med ca 50 % av det totala intaget. Kända exempel på fisk med för höga halter av miljögifterna är strömming, lax och öring från Östersjön. Om en fisk överskrider gränsvärdena, så beror det dels på fisken storlek, strömming som är mindre än 17cm från östersjön har visats sig underskrida gränsvärdena i större delen av innanhavet, medan strömming över 17 cm ofta överskrider gränsvärdena (7). Fisken gädda, som var den fiskart som analyserades i laborationen, räknas till de magra fiskarna med en fetthalt på ca 0,5 % (8)

## Miljögifternas härkomst

PCDD är oavsiktliga restprodukter från vissa former av förbränning (där förbränningstemperaturen är låg) och en del industriella kemiska processer. Miljögifterna transporteras främst genom luften för att sedan landa på marken. Genom jorderosion hamnar gifterna i åar, sjöar, hav, osv. Men utsläpp sker även genom dagvattenavrinning från tätorter och vid industriella utsläpp kan koncentrationerna öka avsevärt. Främst så sker utsläpp av miljögifterna vid (2):

- *Förbränning av kommunalt avfall.*
- *Förbränning av medicinskt avfall.*
- *Sekundär smältning av koppar.*
- *Vissa återvinnings processer*
- *Skogsbränder.*
- *Spridning av avloppsslam.*
- *Cementugnar.*
- *Kolkraftverk.*
- *Klorblekning.*
- *Även förbränning av hushållsavfall, på t.ex en gårdsplan, kan också vara en viktig källa för utsläppen.*

Numera är användningen av PCB förbjuden men det är fortfarande möjligt att det läcker ut i miljön. PCB kan läcka ut i miljön via till exempel avfallshantering och förbränningsprocesser. I hus byggda mellan 1956-1972 användes fogmassor och andra byggnadsmaterial som innehöll stora mängder PCB, detta PCB läcker fortfarande ut i miljön (5).

## Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka koncentrationerna av dioxiner, furaner och PCB:er i fiskkött och se om sjöar har blivit påverkade av människans olika verksamheter. Fisk från sjön Möckeln och referenssjön Vinen har undersökts. Sjön Möckeln befinner sig nära samhället Älmhult. Det pågår flera olika industriella verksamheter i Älmhult, bland annat sophantering på Äskya sopptipp och aluminiumåtervinning på Stena Aluminium. Det är känt sedan tidigare att Stena Aluminium släpper ut dioxin (9). Båda verksamheterna ligger cirka 1.5 km från sjön.

Som referenssjö valde jag sjön Vinen, som befinner sig mer avlägset ute på landet, med ett flertal mil till närmsta större samhälle, närmsta industriella verksamhet är en torvmosse. För att få en klar bild hur påverkade sjöarna är, så beräknades TEQ värden (toxiska ekvivalens) efter laborationen. TEQ värdena jämfördes med WHO:s gränsvärden för att få en uppfattning om konsumtion av fisken skulle kunna utgöra en fara för hälsan. Sjöarnas värden jämförs även sinsemellan, om värdena är ungefär lika höga skulle det kunna tyda på att halten av dioxin, furaner och PCB beror på globalt utsläpp av miljögifterna. Skiljer sig värdena åt däremot, så skulle det kunna tyda på lokala utsläpp. Syftet med arbetet är även att få kunskap om hur skadliga miljögifterna är för människor, djur och miljön, samt att lära sig var dessa gifter kommer ifrån.

## Frågeställning

*Vad är det för koncentrationer av miljögifter (TEQ värden) i fiskarna från Möckeln och sjön Vinen?*

*Tyder resultatet på att sjön Möckeln kan ha påverkats negativt av närliggande verksamheter?*

*Hur kan människan, djur och miljön påverkas av dioxiner, furaner och PCB:er?*

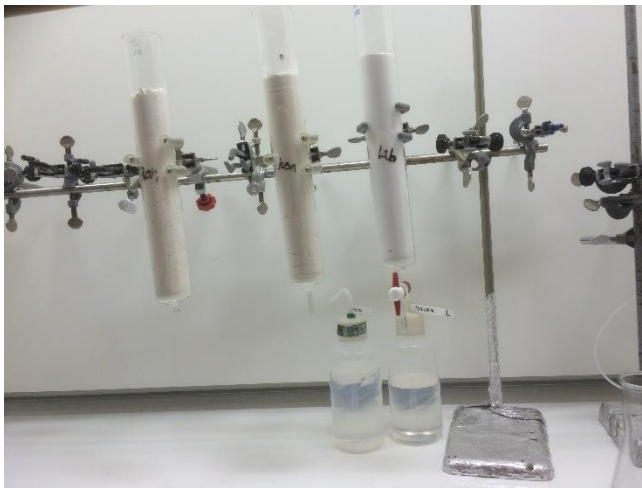
## Metod

I laborationen användes fiskkött från 4 olika fiskar av arten gädda. 3 stycken gäddor fångades i sjön Vinen, gäddorna vägde 1.9 kg, 1.5 kg och 1.3 kg. Från sjön Möckeln fångades endast en gädda med vikten 0.7 kg. Gäddorna fångades under månaderna september och november, gäddorna fångades genom att använda fisketekniken spinnfiske från en båt.

Koncentrationen av PCDD och PCB analyserades genom att använda tekniken gaskromatografi-masspektrometri (GC-MS). Miljögifterna binds i fettvävnader, vilket innebär att fett måste extraheras ur fiskköttet. Hela laborationen genomfördes på kemiska institutionen, Umeå universitet, beräkningarna genomfördes dock efteråt.

Av gäddorna som fångades i sjön Vinen gjordes ett homogent prov. Det skars ut lika stora köttbitar från varje fisk, som sedan kördes i en mixer. Vikten på det homogena fisk provet var

51.14 gram. Från gäddan som fångades i Möckeln skars det ut köttbitar som sedan kördes i en mixer. Vikten på fisk provet från den ensamma gäddan var 52.3 gram. Till varje prov tillsattes natriumsulfat som vägde motsvarande 5 gånger provets massa, vars syfte var att binda allt vatten i proverna, eftersom att vatten kan försämra lösningsmedlens lösningsförmåga samt kiselgelens funktion. I prov 1 (provet med fiskarna från Vinen) beräknades massan natriumsulfat till 255,7 gram, och avrundades till 255 gram. I prov 2 (fisken från Möckeln) beräknades massan natriumsulfat till 261,5 gram och avrundades till 260 gram. Proverna blandades om var för sig och hälldes sedan ner i varsin glaskolonn. I tredje kolonnen hälldes enbart natriumsulfat i, detta blev ett så kallat blankprov dvs ett prov på enbart labbutrustningen för att kunna detektera eventuell kontaminering. Blankprovet benämns som Labb i denna rapporten.



**Bild 1:** Bilden visar tre kolonnerna. Längst till vänster är prov 1 med fiskkött från Vinen, kolonnen i mitten är prov 2 med fiskkött från Möckeln och längst till höger är det blankprovet på labbutrustningen

I respektive prov hälldes 40 $\mu$ l PCB och 40 $\mu$ l PCDD, vardera syntetiskt gjorda med kol-13. Dessa var interna standarder som analyserades under masspektrometrin för att få fram hur stor procent av vikten som försvann under laborationen. Det antas sedan att miljögifterna med kol 12 kommer att ha samma procentuella bortfall.

Efter att miljögifterna med kol 13 tillsattes, gjordes en blandning på 900 ml bestående av n-hexan och aceton. 2 delar bestod av aceton (ca 640 ml) och 3 delar n-hexan (ca 255 ml). Blandningen användas sedan för att eluera proverna på fett. 300 ml av n-hexan/acetat blandningen hälldes ner i varje kolonn, eluatet fångades upp i rundkolvar under kolonnerna. Elueringen tog ca 1 timme att bli klar.





**Bild 2:** Bild på elueringen, blandningen n-hexan/acetat ”tvättar” ur kolonnerna på fett som hamnar i rundkolvarna.

Efter elueringen evaporerades kolvarna med blandningarna F/H/A (fett, n-hexan, aceton) för att koka bort n-hexanen och acetonen, så att bara fett skulle vara kvar. Kolven med Labbblandningen (kontrollen) evaporerades bara tills det var en liten mängd vätska kvar (eftersom att det inte innehöll något fett). Kolvarna evaporerades i 15 minuter vardera, sedan tillsattes 100 ml etanol i respektive kolv för att sedan evaporeras igen med syfte att få bort eventuellt vatten. Kolvarna vägdes för att sedan evaporeras igen, detta upprepades tills kolvarnas vikt inte förändrades mellan evaporeringarna (för att säkerställa att all vätska evaporerades bort).

**Tabell 1:** Tabell på kolvarnas vikt mellan varje evaporering, detta genomfördes inte med Labb-kolven (blankprovet) eftersom att den inte innehöll något fett.

	<b>Prov 1</b>	<b>Prov 2</b>
<b>1</b>	144.56g	145.18g
<b>2</b>	144.57g	145.1g
<b>3</b>	144,55g	145.09g
<b>4</b>	144.55g	145.09g



**Bild 3:** *Evaporatorn, kolven med fett, n-hexan och acetat blandningen ligger i vattnet som håller under 100 °C för att det inte ska börja koka i kolven. Om det skulle börja stormkoka så lättas trycket i kolven genom att öppna ventilen som syns nere till vänster.*

Efter evaporeringen gjordes tre kombinationskolonner, med syfte att få fram miljögifterna ur fett. Kombinationskolonnerna gjordes genom att först hälla i 10 ml KOH-kiselgel (som neutraliserar eluatet), sedan 10 ml ren kiselgel (vars syfte är att skilja lagren åt), därefter hällades 40 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -kiselgel ner (som fett reagerar med, men inte miljögifterna, vatten kan deaktivera den här funktionen), efter det hällades 20 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kiselgel i, sedan 20 ml ren kiselgel och slutligen hällades 5 ml natriumsulfat i för att få bort eventuellt vatten. De olika lagren skulle få en så jämn yta som möjligt, vilket gjordes genom att knäppa med fingrarna på kolonnerna. När kombinationskolonnerna var klara tvättades rundkolvarna ur på fett med hjälp av n-hexan, rundkolvarna tvättades ur upprepade gånger för att vara säkra på att allt fett togs med. N-hexanet med fett hällades i respektive kolonn, sedan tillsattes 200 ml n-hexan i varje kolonn för att sedan låta det eluera (om det elueras med för lite lösningsmedel fås inte all miljögift med och analysresultatet blir en underskattning av det verkliga värdet). Eluatet fångades upp i spetskolvar.



**Bild 4:** Kombinationskolonnerna, bilden är tagen efter elueringen, därför syns inte lagren så tydligt. Eluatet fångas upp i spetskolvar. I botten av kolonnerna finns även sintrat glas, för att förhindra att gelen ska rinna ut.

Efter elueringen tillsattes 40  $\mu$ l tetradekan (ett ämne med hög kokpunkt, så att en liten mängd vätska är kvar med miljögifterna efter evaporeringen, kallas även för keeper). Spetskolvarna evaporerades tills ca 40  $\mu$ l vätska var kvar. Vätskan hälldes sedan i små bägare. De små bägarna kördes därefter i en gaskromatograf-masspektrometern.



**Bild 5:** Gaskromatograf-masspektrometern, till vänster är gaskromatografen där de små bägarna placeras, sedan går ämnena genom gaskromatografen till masspektrometern (som är ungefär halva maskinen till höger.)

GC-MS:en kördes i flera timmar. Sedan analyserades masspektrumen (diagrammen) som spektrometern framställde. Retentionstiden för kongenerna blev kända genom att handledaren tog fram masspektrum som endast innehöll de valda kongenerna. Arealen för kongenerna

skrevs in i ett förprogrammerat excel program som beräknade koncentrationen i ng/g, genom att ta hänsyn till en standardkurva, samt eventuellt bortfall med hjälp av arean på intern standarden som också skrevs in i programmet.

## Resultat

### Halterna av dioxin, furaner och PCB i fiskarna

Resultatet visar att TEQ värdet för dioxin och furaner (PCDD/F) i prov 2 med fisken från sjön Möckeln var 0,66424 pg TEQ/g och att TEQ värdet för dioxin, furaner och PCB (PCDD/F + PCB) var 3,12292 pg TEQ/g. I prov 1 med fiskarna från Vinen var TEQ värdet för PCDD/F 0,31529 pg TEQ/g och TEQ värdet för dioxin, furaner och PCB (PCDD/F + PCB) var 0,795348 pg TEQ/g (se tabell 2). Provet på labbutrustningen visar att det har skett viss kontaminering under laborationen, den är däremot väldigt liten och påverkar resultatet ytterst marginellt (ej signifikant).

**Tabell 2:** Tabellen visar TEQ värdena i fisken från sjön Möckeln och fiskarna från sjön Vinen, WHO:s gränsvärde finns också med i tabellen. Labb är blankprovet

Ämne	WHO Gränsvärde	Möckeln	Vinen	Labb
	pg TEQ/g	pg TEQ/g	pg TEQ/g	pg TEQ/g
PCDD/F	3,5	0,66424	0,31529	0,00669
PCDD/F + PCB	6,5	3,12292	0,795348	0,00716

**Tabell 3:** Koncentrationerna för klorerande bidenzodioxiner, de mest toxiska kongener, samt det sammanlagda TEQ värdet för de olika kongenerna. Koncentrationerna beräknades i det förprogrammerade Excel-programmet.

Ämne, kongen	Möckeln	Vinen	Labb	TEF värde
Klorerande bidenzo-p-dioxiner	ng/g	ng/g	ng/g	
2,3,7,8 TCDD	1,58E-05	5,863E-05	2,52E-06	1
1,2,3,7,8 PeCDD	1,42E-05	1,114E-05	2,25E-06	1
1,2,3,4,7,8 HxCDD	2,65E-05	2,608E-05	4,38E-06	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	5,89E-05	7,72E-05	1,84E-06	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDD	7,21E-05	2,869E-05	1,78E-06	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,000193	0,0001077	2,92E-06	0,01
OCDD	0,00061	0,0001684	4,04E-06	0,0003
	g TEQ/g	g TEQ/g	g TEQ/g	
	4,784E-14	8,409E-14	8,304E-16	

**Tabell 4:** Koncentrationerna för klorerande bidenzofuranernas mest toxiska kongener i ng/g. TEQ värdet för de sammanlagda kongenerna visas också i tabellen.

Ämne, kongen	Möckeln	Vinen	Labb	TEF värde
Klorerande dibenzofuraner	ng/g	ng/g	ng/g	
2,3,7,8 TCDF	0,000309	0,000114	1,51E-06	0,1
1,2,3,7,8 PeCDF	0,000222	0,000123	2,03E-06	0,03
2,3,4,7,8 PeCDF	0,000201	0,0004394	1,09E-05	0,3
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,001555	0,0007736	9,24E-07	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,000281	5,199E-06	2,1E-06	0,1
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,000211	6,8E-06	4,49E-06	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDF	7,82E-05	4,46E-05	1,44E-05	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,002744	9,386E-05	7,19E-06	0,01
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	5,56E-05	3,511E-05	1,18E-05	0,01
OCDF	4,24E-05	3,396E-05	1,82E-06	0,0003
	g TEQ/g	g TEQ/g	g TEQ/g	
	6,164E-13	2,312E-13	5,863E-15	

**Tabell 5:** Koncentrationerna för klorerande non-orto substituerade PCB kongener (dioxinlika PCB) i ng/g

Ämne, kongen	Möckeln	Vinen	Labb	TEF värde
Dioxinlika non-orto substituerade PCB	ng/g	ng/g	ng/g	
PCB 77	0,003412	0,0019687	2,05E-06	0,0001
PCB 81	0,001783	0,0040153	9,97E-06	0,0003
PCB 126	0,023477	0,0061844	3,38E-06	0,1
PCB 169	0,000582	0,0009108	4,24E-06	0,03
	g TEQ/g	g TEQ/g	g TEQ/g	
	2,36E-12	4,471E-13	4,683E-16	

**Tabell 6:** Koncentrationerna för dioxinlika mono-orto substituerade PCB:s kongener (icke dioxinlika PCB). Vissa kongener har inget TEF värde.

Ämne, kogen	Möckeln	Vinen	Labb	TEF värde
Dioxinlika mono-orto substituerade PCB	ng/g	ng/g	ng/g	
PCB 28	0,0556824	0,090123	9,41E-05	0
PCB 52	0,0302015	0,0692753	6,76E-05	0
PCB 101	1,2441413	0,43570281	0,000161	0
PCB 123	0,2076212	0,01208429	5,8E-06	0,00003
PCB 118	1,9573434	0,66345164	0,000125	0,00003
PCB 114	0,0334052	0,01168388	3,42E-06	0,00003
PCB 105	0,3488899	0,12381252	2,71E-05	0,00003
PCB 153	3,6528084	2,17133116	0,000255	0
PCB 138	3,0162361	1,62941629	0,000207	0
PCB 167	0,2421795	0,09079982	1,05E-08	0,00003
PCB 156	0,4169825	0,15248936	2,18E-05	0,00003
PCB 157	0,0502469	0,01877769	9,21E-10	0,00003
PCB 180	2,0998838	1,30190943	1,31E-05	0
PCB 189	0,0327692	0,02551248	5,64E-06	0,00003
	g TEQ/g	g TEQ/g	g TEQ/g	
	9,868E-14	3,2958E-14	5,66E-18	

## Hur människan kan påverkas av gifterna

Dioxin och furaner är oavsiktliga restprodukter som bildas vid vissa former av förbränning och en del industriella kemiska processer. Källor till utsläppen är bland annat förbränning av kommunalt avfall, vissa återvinningsprocesser och vid skogsbränder. Användningen av PCB är förbjuden numera, men PCB återfinns fortfarande i hus byggda mellan 1956-1972, eftersom att fogmassor och andra byggnadsmaterial som användes under denna period innehöll stora mängder PCB. Detta PCB läcker fortfarande ut i miljön (4, 5, 6). Människan och djur får främst i sig gifterna via livsmedel och det tar väldigt lång tid för både djur och människan att bryta ner ämnen, det tar även väldigt lång tid för naturen att bryta ner gifterna. Miljögifterna bioackumuleras i fett. Exponering av dioxin och furaner påverkar bland annat fortplantningen, immunförsvaret, utvecklingen av hjärnan och kan orsaka cancer. PCB kan bland annat störa hormonsystemet och orsaka nedsatt immunförsvaret (2, 7).

## Diskussion

Koncentrationen av miljögifter i fisken från Möckeln och fiskarna från Vinen skiljer sig åt.

TEQ värdet för PCCD/F var dubbelt så högt i Möckeln jämfört med Vinen. Trots att fisken från Möckeln var ungefär hälften så stor jämfört med fiskarna från Vinen, vilket innebär att den även var betydligt yngre. En gädda på 0.7 kg är ungefär 3-4 år, medan en gädda på 1.5 kg är ca 6 år. Eftersom att gifterna bioackumuleras och lagras under lång tid, så tyder det på att gäddan från Möckeln har fått i sig mer gifter på kortare tid jämfört med fiskarna från Vinen. Den industriella återvinningsverksamheten Stena Aluminium kan vara en källa till utsläppen av PCDD och PCDF i Möckeln.

TEQ värdet för PCCD/F + PCB var nästan 4 gånger högre i fisken från Möckeln jämfört med fiskarna från Vinen. Att värdet var så många gånger högre, beror på att mängden PCB var högre, vilket syns i tabell 5 och 6. Det höga värdet av PCB kan eventuellt bero på den närliggande avfallshanteringen Äskya, eftersom att avfallshantering kan vara en källa för PCB.

Blankprovet visar att det har skett viss kontaminering, den är däremot väldigt liten och påverkar därför resultatet ytterst marginellt (ej signifikant).

Inget av värdena överstiger Världshälsoorganisationens gränsvärden (2) och det skulle därför ha vara relativt riskfritt att äta någon av fiskarna som analyserades. Det hade däremot varit intressant att göra om undersökningen med fler fiskar från Möckeln. Detta eftersom att den enskilda fisken som fångades kan ha haft högre eller lägre koncentration av miljögifterna jämfört med andra fiskar i Möckeln, dvs den enskilda gäddan är inte representativ för hela fiskpopulationen. Eftersom att miljögifterna lagras under lång tid så är det inte omöjligt att en äldre fisk från Möckeln skulle kunna ha halter som gränisar till eller eventuellt överstiger WHO:s gränsvärden.

Målet var att fånga 3 stycken gäddor på runt 1.5 kg från varje sjö, detta lyckades i Vinen men inte i Möckeln.

Jag har inte tagit del av några tidigare undersökningar där man har undersökt koncentrationen av dioxin, furaner och PCB i fisk från Möckeln. Däremot är det känt sedan tidigare att Stena Aluminium släpper ut dioxin, bland annat så har det uppmäts höga halter dioxin i dagvattendammar nära Stena. Dessa dagvattendammars utlopp i Möckeln ligger endast 900 meter från den plats där man tar upp dricksvatten (Möckeln är Älmhults dricksvattentäkt).(9)

## Tack

Jag vill tacka min handledare Stefan Rosén från Haganässkolan i Älmhult för den vägledning och hjälp jag har fått. Jag vill även tacka min handledare Lisa Lundin från Umeå universitet, Kemiska Institutionen som gav mig laborationsinstruktioner samt förklarade dioxiner och PCB:s struktur och varför dem är giftiga. Jag vill jag tacka Per Liljelind från Umeå Universitet som visade mig GS-MS och förklarade hur den fungerade. Slutligen vill jag tacka Möckelns fiskevårdsförening för fiskekortet som gav mig rätten att fiska upp gädda i Möckeln.

## Referenser

- (1) Wikipedia. (2016-11-02) *Miljögift* <https://sv.wikipedia.org/wiki/Milj%C3%B6gift> 2017-01-13
- (2) WHO Regional Office for Europe, Köpenhamn, Danmark. (2000) *Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans* [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/123065/AQG2ndEd\\_5\\_11PCDD\\_PCDF.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/123065/AQG2ndEd_5_11PCDD_PCDF.pdf) 2017-01-13
- (3) Wikipedia (2016-09-30) *Dioxin* <https://sv.wikipedia.org/wiki/Dioxin> 2017-01-13
- (4) United States Environmental Protection Agency (2016-09-15) *Learn about polychlorinated biphenyls PCBS* <https://www.epa.gov/pcbs/learn-about-polychlorinated-biphenyls-pcbs> 2017-01-13
- (5) Karolinska institutet (2015-05-01) *PCB* <http://ki.se/imm/pcb> 2017-01-13



- (6) United States Environmental Protection Agency (2016-07-25) *Dioxin and dioxin compounds toxic equivalency information* <https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/dioxin-and-dioxin-compounds-toxic-equivalency-information> 2017-01-14
- (7) Livsmedelsverket (2012) *Dioxin och PCB i fisk och andra livsmedel* [https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2012/2012\\_livsmedelsverket\\_21\\_dioxin\\_och\\_pcb\\_i\\_fisk\\_och\\_andra\\_livsmedel\\_2000-2011.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2012/2012_livsmedelsverket_21_dioxin_och_pcb_i_fisk_och_andra_livsmedel_2000-2011.pdf) 2017-01-16
- (8) Fiskbasen Näringsvärde <http://www.fiskbasen.se/naringsvarde1.html> 2017-01-15
- (9) Smålandsposten (2010-04-26) *Dioxinhot mot dricksvatten* <http://www.smp.se/almhult/dioxinhot-mot-dricksvatten/> 2017-02-07

## Bilaga 1

Från källa 7, Livsmedelsverket (2012)

Kongen	WHO TEF 1998	WHO TEF 2005
<i>Klorerade dibenzo-p-dioxiner</i>		
2,3,7,8-tetraklordibenzo-p-dioxin	1	1
1,2,3,7,8-pentaklordibenzo-p-dioxin	1	1
1,2,3,4,7,8- hexaklordibenzo-p-dioxin	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8- hexaklordibenzo-p-dioxin	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9- hexaklordibenzo-p-dioxin	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzo-p-dioxin	0,01	0,01
Oktaklordibenzo-p-dioxin	0,0001	<b>0,0003</b>
<i>Klorerade dibenzofuraner</i>		
2,3,7,8-tetraklordibenzofuran	0,1	0,1
1,2,3,7,8-pentaklordibenzofuran	0,05	<b>0,03</b>
2,3,4,7,8- pentaklordibenzofuran	0,5	<b>0,3</b>
1,2,3,4,7,8-hexaklordibenzofuran	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8- hexaklordibenzofuran	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9- hexaklordibenzofuran	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-hexaklordibenzofuran	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzofuran	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-heptaklordibenzofuran	0,01	0,01
Oktaklordibenzofuran	0,0001	<b>0,0003</b>
<i>Dioxinlika non-orto substituerade PCB</i>		
PCB 77	0,0001	0,0001
PCB 81	0,0001	<b>0,0003</b>
PCB 126	0,1	0,1
PCB 169	0,01	<b>0,03</b>
<i>Dioxinlika mono-orto substituerade PCB</i>		
PCB 105	0,0001	<b>0,00003</b>
PCB 114	0,0005	<b>0,00003</b>
PCB 118	0,0001	<b>0,00003</b>
PCB 123	0,0001	<b>0,00003</b>
PCB 156	0,0005	<b>0,00003</b>
PCB 157	0,0005	<b>0,00003</b>
PCB 167	0,00001	<b>0,00003</b>
PCB 189	0,0001	<b>0,00003</b>