

## Nätverksmöte kring PFAS 24 november 2016

Livsmedelsverket och Kemikalieinspektionen bjuder in till årets andra Nätverksmöte kring högfluorerade ämnen torsdagen den 24 november kl. 10-16, i DeGeersalen på Stockholms Universitet, Stockholm.

### Agenda

<b>09:30</b>	<b>Kaffe/Te</b>
10:00-10:15	Välkommen hit! Kort presentation av deltagare
10:15-10:45	Saneringsprocessen, arbetet med att utreda och åtgärda förorenade områden. <i>Helena Andersson, Sveriges Geologiska Undersökning</i>
10:45-11:15	Successful ozone treatment of Perflourooctanesulfonic acid (PFOS), Perfluorooctanoic acid (PFOA), and 6:2 Fluorotelemer sulfonate (6:2 FTS) in highly contaminated soil and groundwater. <i>Jane Piper, Piper Environmental Group, Inc.</i>
11:15-11:45	Deponiproblematik och problem vid hårdlagda ytor <i>Anna Kärrman, Örebro Universitet</i>
11:45-12:15	Vattenmyndighetens förslag till riktvärde och utgångspunkt för att vända trend för PFAS i grundvatten. <i>Carola Lindeberg, Vattenmyndigheten</i>
<b>12:15-13:00</b>	<b>Lunch</b>
13:00-13:20	Information om Efsas arbete om riskbedömningen av PFAS <i>Niklas Johansson, EFSA</i>
13:20-13:50	PFOS i utter <i>Jonathan Benskin, ACES, Stockholms Universitet</i>
13:50- 14:20	Tidstrender i sillgrissla och fisk <i>Anders Bignert, Naturhistoriska Riksmuseet</i>
<b>14:20-14:40</b>	<b>Fika</b>
14:40-15:10	Trendstudier i människa <i>Anders Glynn, Livsmedelsverket</i>
15:10-15:40	Forskningsprogram Ronneby-PFAS <i>Kristin Scott, Lunds universitet</i>
15:40-16:00	Avslutande diskussion

## Praktisk information och kontaktuppgifter

Datum: 24 november 2016

Tid: 10:00-16:00 (registrering mellan 09:30-10:00)

Plats: Stockholms Universitet, Hitta till Stockholms universitet

Lokal: DeGeersalen

Ingång: Svante Arrhenius väg 14 (Geovetenskapens hus)

Sista anmälningsdatum: 18 november

[Hitta till Stockholms universitet](#)

Anmäl dig [här](#)

### Kontaktuppgifter:

*Frågor om nätverket och mötet*

Anders Glynn, anders.glynn@slv.se

Emma Halldin Ankarberg, emma.ankarberg@slv.se

Bert-Ove Lund, Bert-Ove.Lund@kemi.se

Jenny Ivarsson, Jenny.Ivarsson@kemi.se

*Praktiska frågor om mötet*

Therese Gellerstedt, Therese.gellerstedt@kemi.se

# Information om EFSA's arbete med riskbedömning av PFAS

*Niklas Johansson*  
*Karolinska institutet och*  
*Melica Biologkonsult*



# Tidigare riskbedömning inom EFSA

- ❖ Presenterades 2008
- ❖ Omfattade endast PFOA och PFOS
- ❖ ”Self tasking” inom dåvarande CONTAM-panelen
- ❖ Arbetsgrupp: Diane Benford, Jacob de Boer, Angelo Carere, Elena Dellatte, Alessandro di Domenico, Corrado Galli, Claudia Heppner, Niklas Johansson, Dieter Schrenk, Greet Schoeters, Pim de Voogt



2008

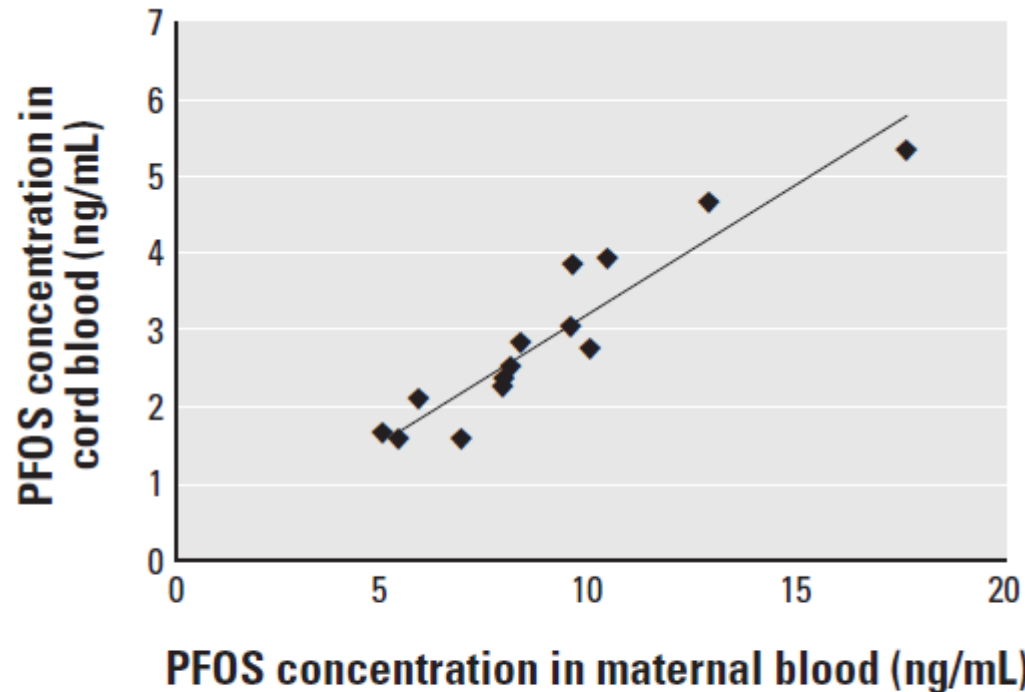
# Förekomst i miljön

- ❖ Föda
  - ❖ Få rapporter var tillgängliga,
  - ❖ Merparten rapporter härstammade från USA och Kanada men Europa var på frammarsch,
- ❖ Biota
  - ❖ Koncentrationen av PFOS vanligen högre än PFOA
  - ❖ Nivåerna i Nordamerikanska prover ofta högre än Europeiska

# 2008 Uppskattning av PFOA-exponering via föda

- ❖ 2 och 6 ng/kg b.w. och dag för medel- respektive högkonsumenter av fisk
- ❖ Olika nationella studier i Europa rapporterar 1 – 10 ng/kg b.w. och dag

# 2008 Överföring av PFOS från moder till foster

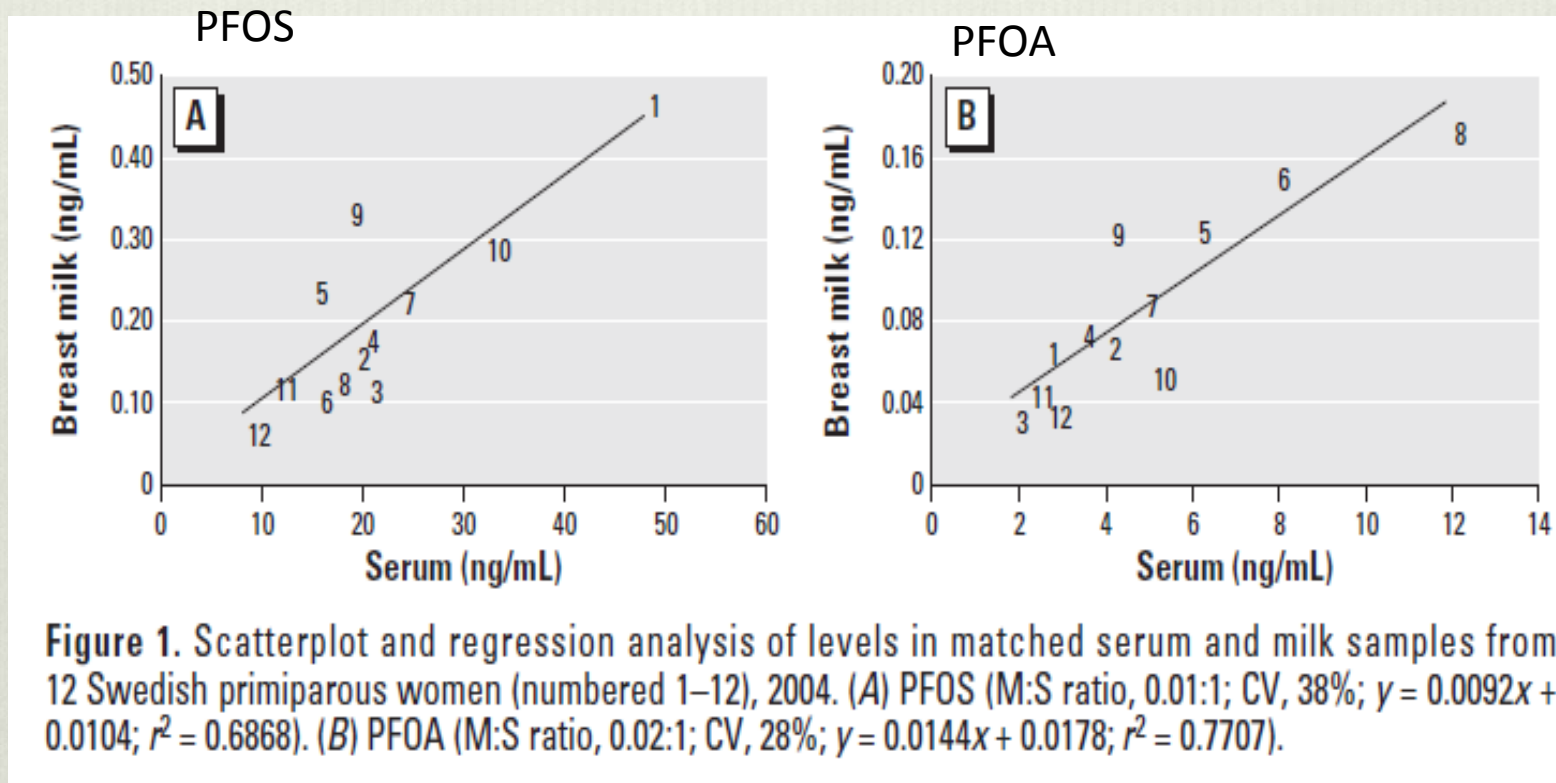


**Figure 1.** PFOS concentrations in maternal and cord blood samples ( $r^2 = 0.8759$ ;  $y = 0.3332x - 0.0877$ ).

Inoue K, Okada F, Ito R, Kato S, Sasaki S, Nakajima S, Uno A, Saijo Y, Sata F, Yoshimura Y, Kishi R, Nakazawa H. (2004): Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and related perfluorinated compounds in human maternal and cord blood samples: assessment of PFOS exposure in a susceptible population during pregnancy. *Environ Health Perspect* (2004) Aug;112(11):1204-7.



# 2008 Överföring av PFOS och PFOA till bröstmjolk



Kärman, Ericson, Bavel et al. (2007): Vol115 | No. 2 | February 2007 • Environmental Health Perspectives, 226-230

Rylander, Brustad et al. (2009): Journal of Environmental and Public Health; Volume 2009,1-10

H. Fromme, Tittlemier, Völkel et al. (2009): Int. J. Hyg. Environ. Health 212 ; 239–270



2008

## Toxicitet hos PFOS och PFOA

- ❖ PFOS och PFOA visade tämligen låg akut toxicitet (LD<sub>50</sub> mellan 0.2 till 0.5 g/kg b.w.)
- ❖ I subakuta and kroniska studier påverkade PFOS främst levern
- ❖ PFOS och PFOA bedömdes sakna tydlig genotoxisk verkan
- ❖ Inga epidemiologiska data som pekade på ökad cancerrisk var tillgängliga
- ❖ Den carcinogena effekt som setts hos råtta bedömdes vara medierad av en indirekt/icke-genotoxisk verkningsmekanism

2008

# Toxicitet hos PFOS

- ❖ Förhöjda nivåer av TSH (♂) och minskade nivåer av HDL (♀) och T<sub>3</sub> (♂,♀)
- ❖ Hanrättor tycktes generellt vara känsligare än honrättor förutom effekten på HDL
- ❖ Baserat på dessa observationer identifierades ett NOAEL of 0,03 mg/kg b.w. och dag



2008

# TDI för PFOS

- ❖ Hos hondjur motsvarar NOAEL en plasmakoncentration av 13,2 µg/mL
- ❖ Förutsatt en halveringstid om 200 dagar, representerar 13,2 µg/mL inte ett steady state tillstånd
- ❖ Därför nyttjades en osäkerhetsfaktor om 100 för inom- och mellanartsvariation samt ytterligare en osäkerhetsfaktor om 2 för att kompensera för osäkerheter rörande försökets omfattning i tid samt i kinetik
- ❖ TDI: 0,15 µg/kg b.w.

# 2008 Toxicitet hos PFOA

- ❖ Subkronisk och kronisk exponering påverkar leverfunktioner men även reproduktion och utveckling
- ❖ Kritisk effekt hos hanråtta var ökad levervikt och viss hypertrofi
- ❖ Baserat på dessa observationer identifierades ett NOAEL om 0,06 mg/kg b.w. och dag



2008

# TDI för PFOA

- ❖ Stort glapp mellan NOAEL och LOAEL (0,06 respektive 0,64 mg/kg b.w. och dag)
- ❖ Benchmark modellering ( $BMDL_{10}$ ) ger 0,3 mg/kg b.w. och dag som togs som utgångspunkt
- ❖ Beslöts därför att nyttja en osäkerhetsfaktor om 100 för inom- och mellanartsvariation samt en extra osäkerhetsfaktor om 2 för att kompensera för kinetisk osäkerhet
- ❖ TDI: 1,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  b.w.

# Sedan dess ...

- ❖ PFOS har inkluderats i Stockholms och LRTAP konventionerna men med en del undantag
- ❖ Ett betydande antal toxikologiska men även epidemiologiska studier har publicerats. Nya endpoints och lägre NOAEL har identifierats



**Elevated exposure to PFCs associated with reduced humoral immune response to routine childhood immunizations in children aged 5 and 7.**  
*JAMA. 2012;307(4):391-397*

---

 ORIGINAL CONTRIBUTION

---

## Serum Vaccine Antibody Concentrations in Children Exposed to Perfluorinated Compounds

Philippe Grandjean, MD, DMSc

Elisabeth Wreford Andersen, PhD

Esbén Budtz-Jørgensen, PhD

Flemming Nielsen, PhD

Kåre Mølbak, MD, DMSc

Pal Weihe, MD

Carsten Heilmann, MD, DMSc

**F**LUORINE-SUBSTITUTED organic compounds have thousands of important industrial and manufacturing applications and occur widely in surfactants

**Context** Perfluorinated compounds (PFCs) have emerged as important food contaminants. They cause immune suppression in a rodent model at serum concentrations similar to those occurring in the US population, but adverse health effects of PFC exposure are poorly understood.

**Objective** To determine whether PFC exposure is associated with antibody response to childhood vaccinations.

**Design, Setting, and Participants** Prospective study of a birth cohort from the National Hospital in the Faroe Islands. A total of 656 consecutive singleton births were recruited during 1999-2001, and 587 participated in follow-up through 2008.

**Main Outcome Measures** Serum antibody concentrations against tetanus and diphtheria toxoids at ages 5 and 7 years.

**Results** Similar to results of prior studies in the United States, the PFCs with the highest serum concentrations were perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA). Among PFCs in maternal neonatal serum, PFOS showed the stron-

# Beställning

- ❖ In accordance with Art 29 (1) of Regulation (EC) No 178/2002, the European Commission asks the European Food Safety Authority to prepare **an** opinion on the risks to human health related to the presence of **perfluoroalkylated** substances in **food**, considering existing hazard assessments and available occurrence data
- ❖ Preliminärt klar till sommaren 2017



# EFSA-dokument sedan 2008

- ❖ 2014: Extensive literature search and provision of summaries of studies related to the oral toxicity of perfluoroalkylated substances (PFASs), their precursors and potential replacements in experimental animals and humans. EFSA supporting publication 2014:EN-572, 345 pp.
- ❖ 2012: Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. EFSA Journal 2012;10(6):2743
- ❖ 2011: Results of the monitoring of perfluoroalkylated substances in food in the period 2000 – 2009

# Val av substanser

- ❖ PFBA, Perfluorobutanoic acid
- ❖ PFPA, Perfluoropentanoic acid
- ❖ PFHxA, Perfluorohexanoic acid
- ❖ PFHpA, Perfluoroheptanoic acid
- ❖ PFOA, Perfluorooctanoic acid
- ❖ PFNA, Perfluorononanoic acid
- ❖ PFDA, Perfluorodecanoic acid
- ❖ PFUnDA, Perfluoroundecanoic acid
- ❖ PFDoDA, Perfluorododecanoic acid
- ❖ PFTrDA, Perfluorotridecanoic acid
- ❖ PFTeDA, Perfluorotetradecanoic acid
- ❖ PFPeDA, Perfluoropentadecanoic acid
- ❖ PFHxDA, Perfluorohexadecanoic acid
- ❖ PFHpDA, Perfluoroheptadecanoic acid
- ❖ PFOA, Perfluorooctanoic acid
- ❖ PFODA, Perfluoroocta-decanoic acid
- ❖ PFBS, Perfluorobutane sulfonic acid/sulfonate
- ❖ PFHxS, Perfluorohexane sulfonic acid/sulfonate
- ❖ PFHpS, Perfluoroheptane sulfonic acid
- ❖ PFOS, Perfluorooctane sulfonic acid
- ❖ PFDS, Perfluorodecane sulfonic acid
- ❖ PFOSI, Perfluorooctane sulfinic acid
- ❖ 8:2 FTOH, 8:2 Fluorotelomer alcohol
- ❖ 8:2 monoPAP, 8:2 Fluorotelomer phosphate monoester
- ❖ 8:2 diPAP, 8:2 Fluorotelomer phosphate diester
- ❖ FOSA, Perfluorooctane sulfonamide
- ❖ EtFOSA, N-ethyl perfluoroalkane sulfonamide
- ❖ EtFOSE, N-Ethyl perfluorooctane sulfonamidoethanol



# Opinion: traditionell disposition

- ❖ Bakgrund
- ❖ Kemi
- ❖ Användning
- ❖ Lagstiftning
- ❖ Data och metoder
- ❖ Bedömning
  - ❖ Förekomst o exponering
- ❖ Hazard identification and characterisation
  - ❖ Toxikokinetik
  - ❖ Biomonitorering
  - ❖ Försöksdjur
  - ❖ Människor
- ❖ Dos-respons
- ❖ Riskkaraktisering
- ❖ Osäkerhetsanalys
- ❖ Slutsatser och rekommendationer

?

- ❖ För hur många ämnen finns det tillräckligt underlag för att idag göra en kvantitativ riskbedömning?
- ❖ Kommer TDI att kunna föreslås för fler ämnen än PFOS och PFOA?
- ❖ Kommer arbetsgruppen att ge sin syn på möjligheterna att tillämpa aggregerade, hälsomässigt baserade, bedömningsvärden där förekomst och exponering för flera PFAS beaktas samtidigt?



Tack för uppmärksamheten!

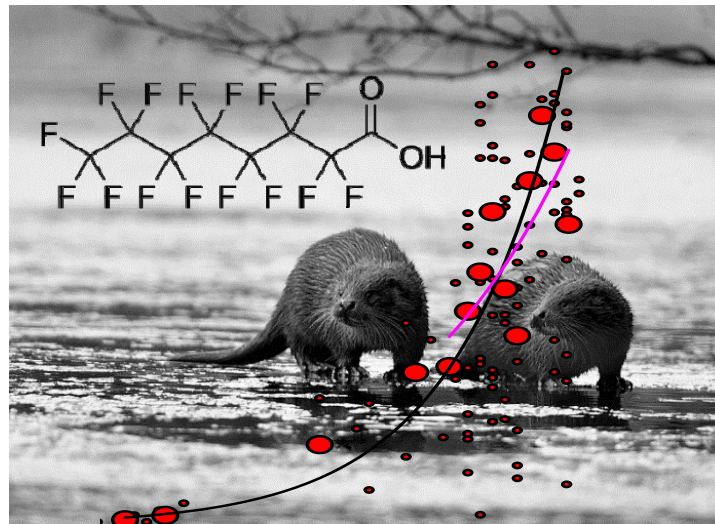
Frågor?

# PFAS temporal trends in otters from Sweden, 1970-2015

Anna Roos<sup>1</sup>, Raed Awad<sup>2</sup> and Jonathan P. Benskin<sup>2</sup>

anna.roos@nrm.se

Jonathan.Benskin@aces.su.se



<sup>1</sup>Swedish Museum of Natural History

<sup>2</sup>ACES, Stockholm University

## Increasing Concentrations of Perfluoroalkyl Acids in Scandinavian Otters (*Lutra lutra*) between 1972 and 2011: A New Threat to the Otter Population?

Anna Roos,<sup>†,‡,\*</sup> Urs Berger,<sup>§</sup> Ulf Järnberg,<sup>§</sup> Jiska van Dijk,<sup>||</sup> and Anders Bignert<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Contaminant Research, Swedish Museum of Natural History, PO Box 50007, SE-104 05 Stockholm, Sweden

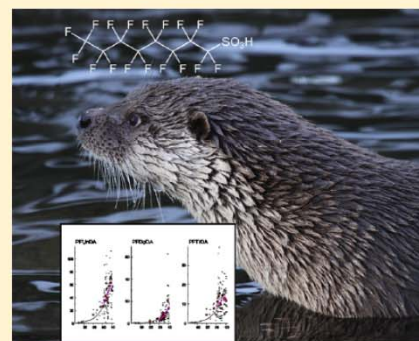
<sup>‡</sup>Department of Environmental Toxicology, Uppsala University, Norbyvägen 18A, SE-752 36 Uppsala, Sweden

<sup>§</sup>Department of Applied Environmental Science (ITM), Stockholm University, SE-106 91 Stockholm, Sweden

<sup>||</sup>Norwegian Institute for Nature Research (NINA), NO-7485 Trondheim, Norway

**S** Supporting Information

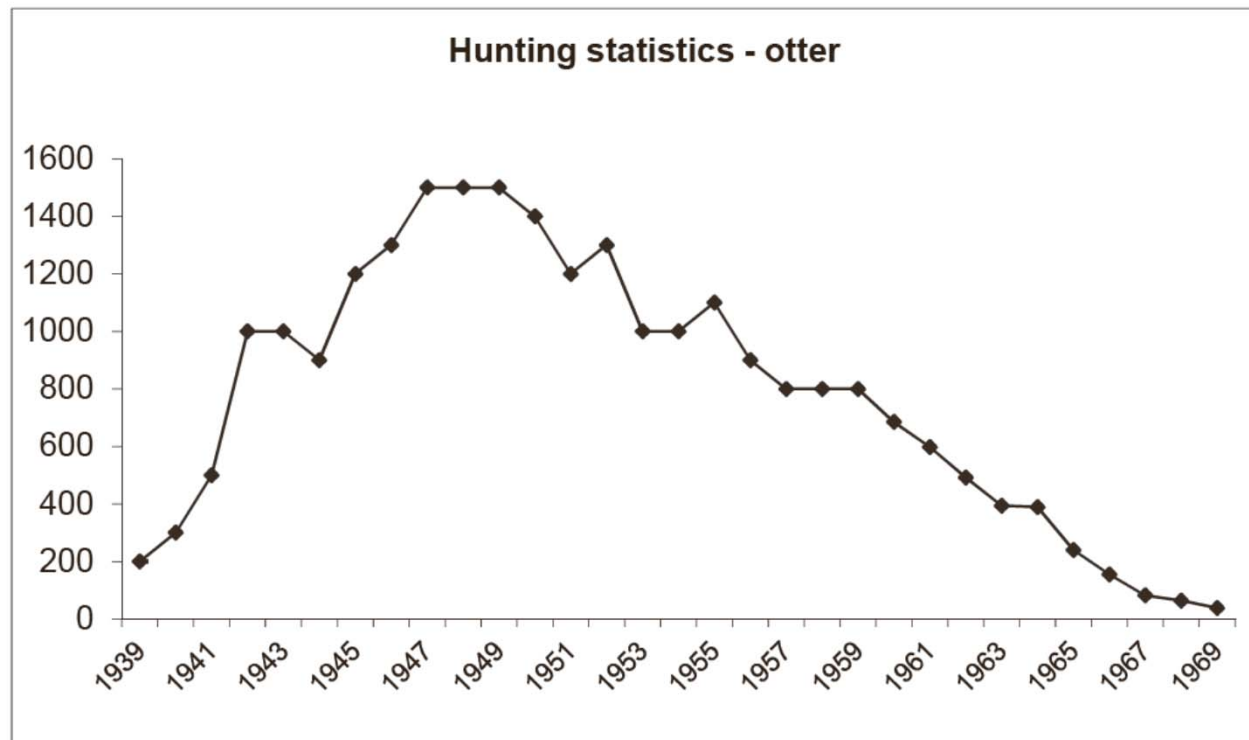
**ABSTRACT:** Liver samples from 140 otters (*Lutra lutra*) from Sweden and Norway were analyzed for 10 perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs; C6–C15), 4 perfluoroalkane sulfonic acids (PFASs; C4,C6,C8,C10) and perfluorooctane sulfonamide (FOSA). Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) was the dominant compound accounting for approximately 80% of the fluorinated contaminants and showing concentrations up to 16  $\mu\text{g/g}$  wet weight. Perfluorononanoic acid (PFNA) was the dominant PFCA (up to 640  $\text{ng/g}$  wet weight) closely followed by the C10 and C11 homologues. A spatial comparison between otters from southwestern Norway, southern and northern Sweden sampled between 2005 and 2011 revealed that the samples from southern Sweden had generally the largest contaminant load, but two PFCAs and FOSA were higher concentrated in the Norwegian samples. A temporal trend study was performed on otters from southern Sweden collected between 1972 and 2011. Seven PFCAs (C8–C14), PFOS and perfluorodecane sulfonic acid (PFDS) showed significantly increasing trends with doubling times between 5.5 and 13 years. The PFCAs also showed significantly increasing trends over the period 2002 to 2011. These findings together with the exceptionally high liver concentrations of PFOS are of great concern for the Scandinavian otter populations.





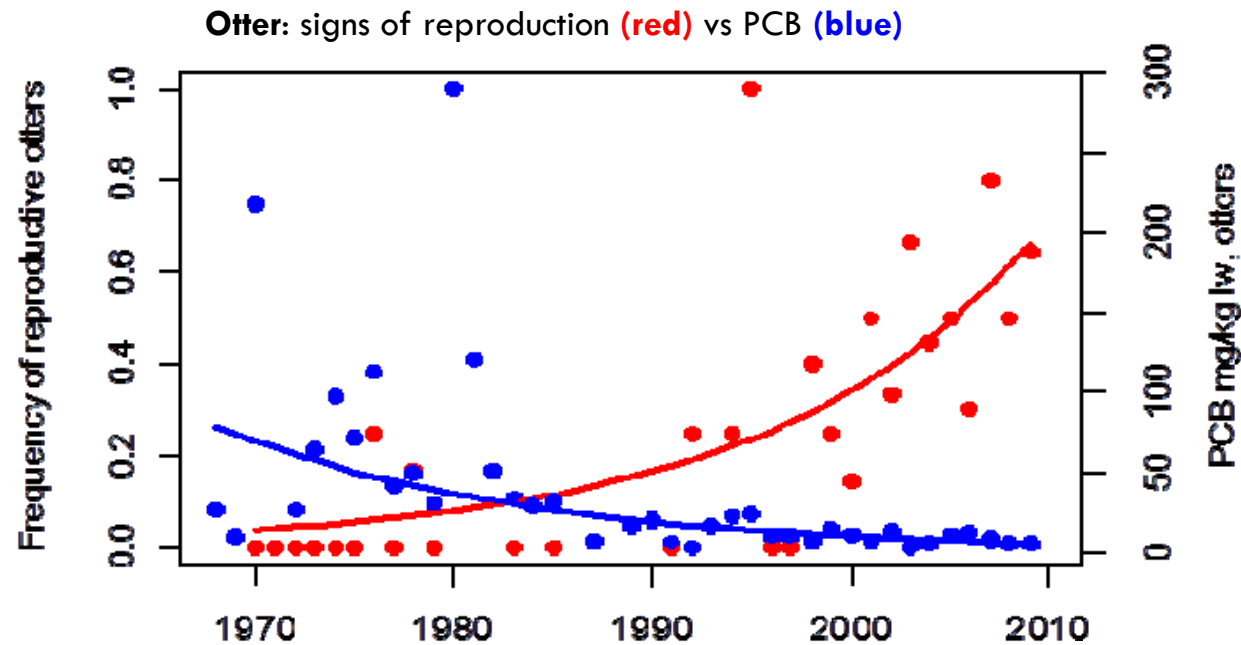
## Background

- Decline in otter populations in 1950s due to hunting + organochlorine exposure.



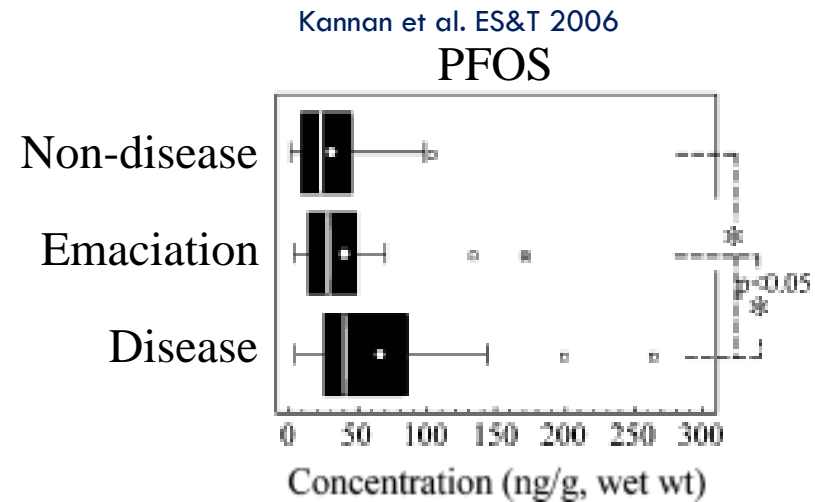
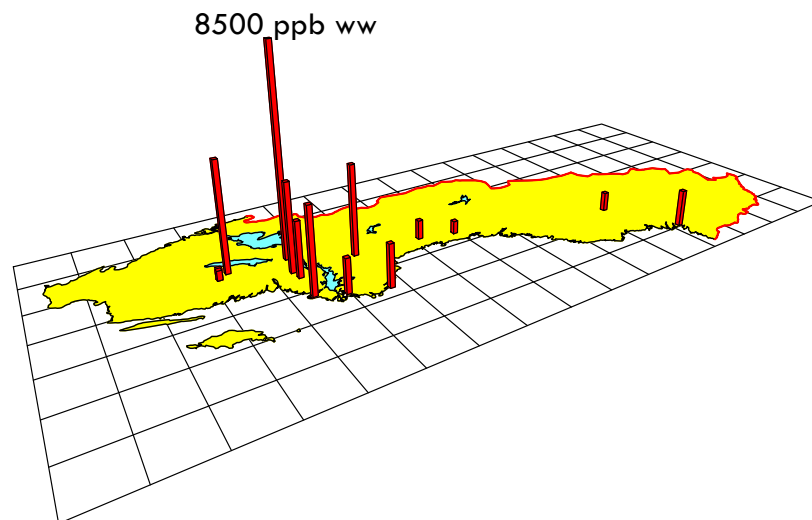
## Background

- Decline in otter populations in 1950s due to hunting + organochlorine exposure.
- Following bans of PCB and DDT, reproductive health improved and otter populations increased.



## Background

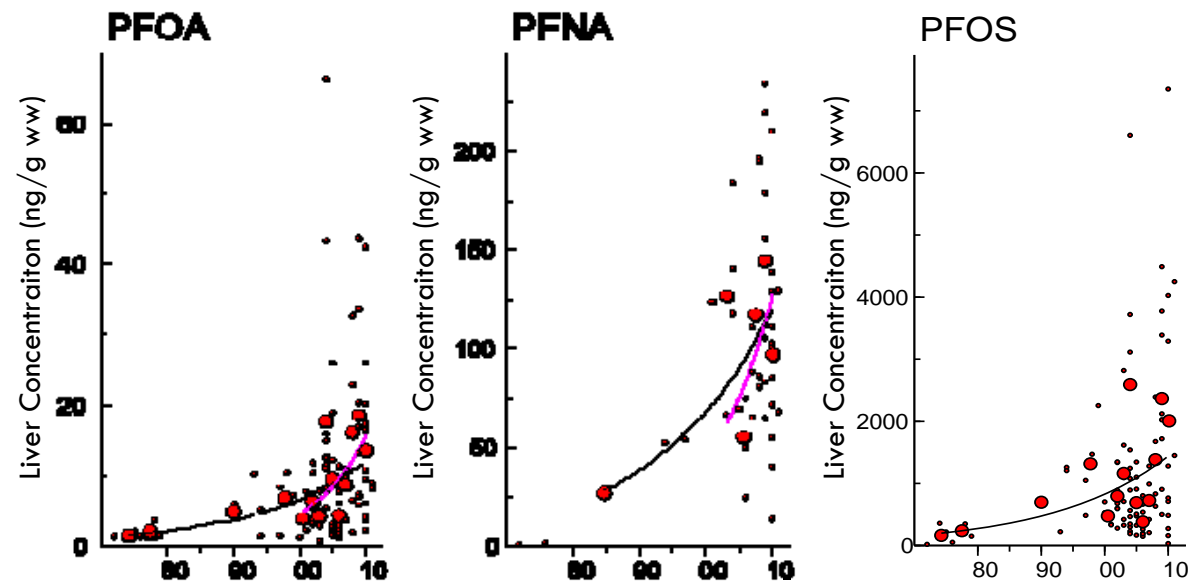
- Pilot study showed elevated PFOS concentrations (up to 8500 ppb ww) in otters from Sweden liver in 2004.
- Higher levels of PFOS (up to 884 ppb ww) associated with otters from California with infectious diseases (Kannan et al. ES&T 2006).





## Background

- Roos et al. ES&T 2013: Strong increases in PFAS concentrations in otters from southern Sweden 1970-2011.
- In contrast, temporal trend studies in human milk, grey seals, guillemots have all displayed decreasing PFOS concentrations since 2000 (see Sundström et al 2011, Bignert et al 2016, Kratzer et al 2011).



## Objectives

1. Examine differences in PFAS contamination between northern and southern otters.
2. Update time trends since 2010.
3. Identify hot spots.

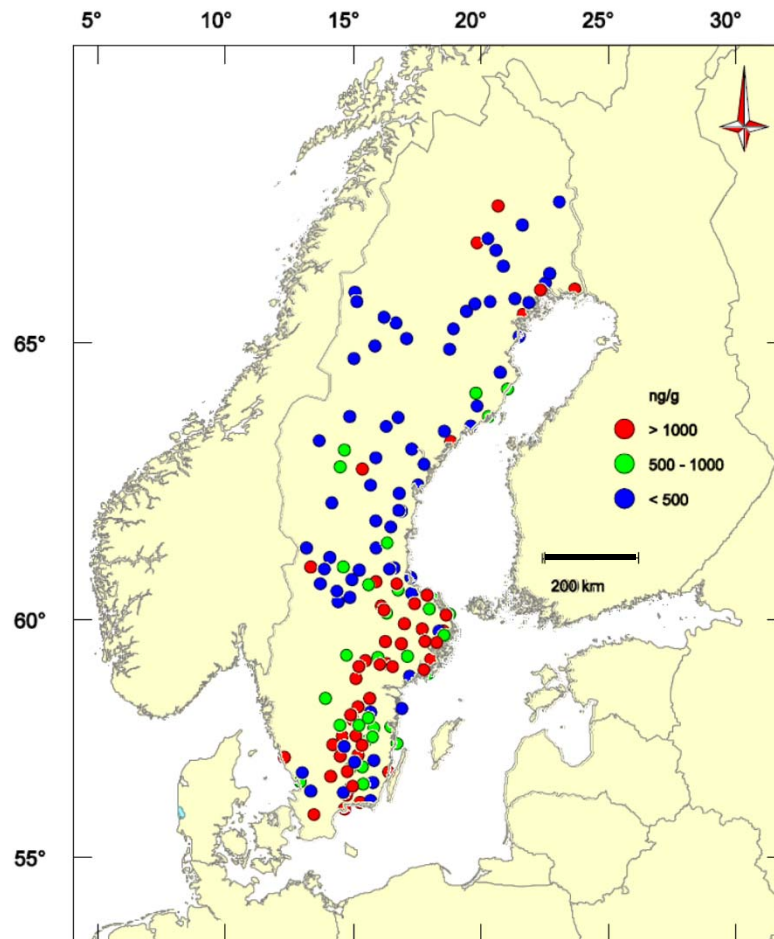


## Materials and Methods

- Liver samples from 297 sub-adult and adult otters from Northern (n=192) and southern (n=115) Sweden collected from 2006 – 2015.
- Acetonitrile extraction with dispersive carbon cleanup (Berger et al. 2009).
- Analysis of 10 PFCA<sub>s</sub>, 4 PFSA<sub>s</sub>, and FOSA by LC-MS/MS with quantification by isotope dilution.

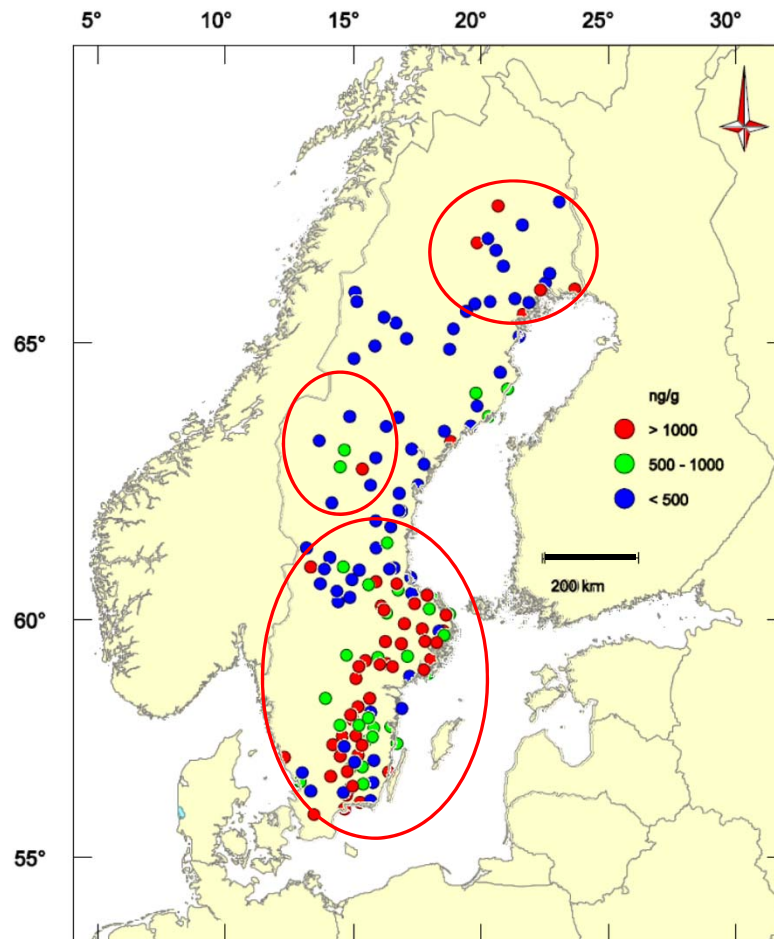


## Results-PFOS spatial distribution in otters (1973-2015)

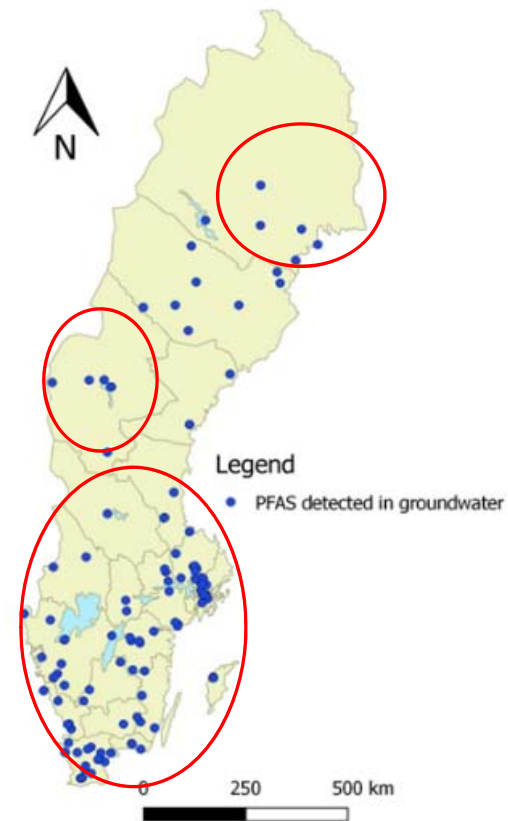


- Higher levels of PFOS observed more frequently in otters from southern Sweden.
- High levels of PFOS (>1000 ppb ww) observed in some locations in the north.

## Results-PFOS spatial distribution in otters (1973-2015)

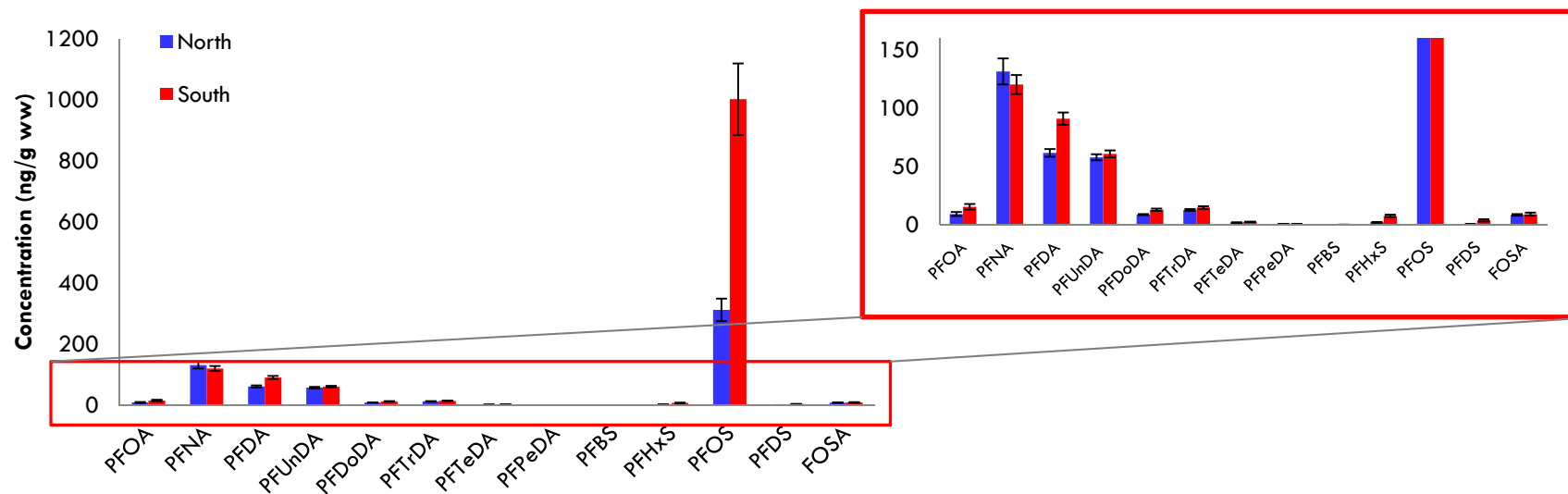


## Contaminated groundwater



## Results - Overall homologue profile

Mean  $\pm$  SEM concentrations all locations, 2006-2015

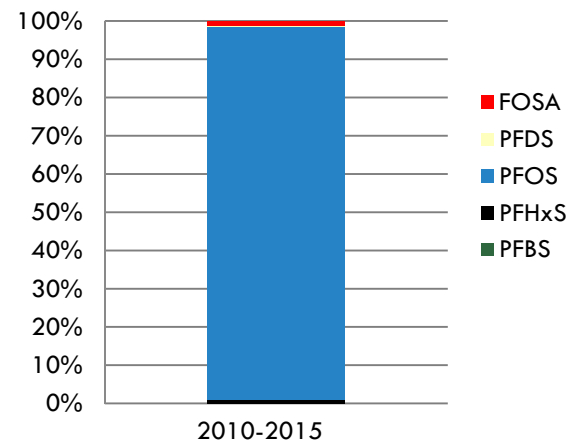
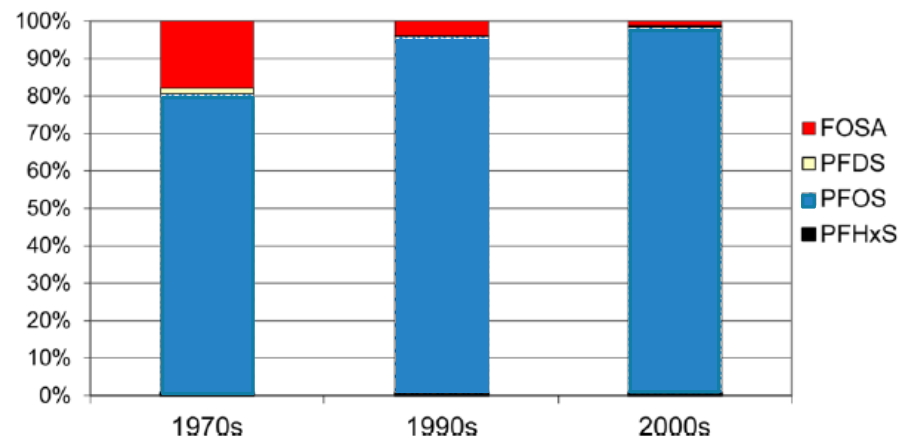
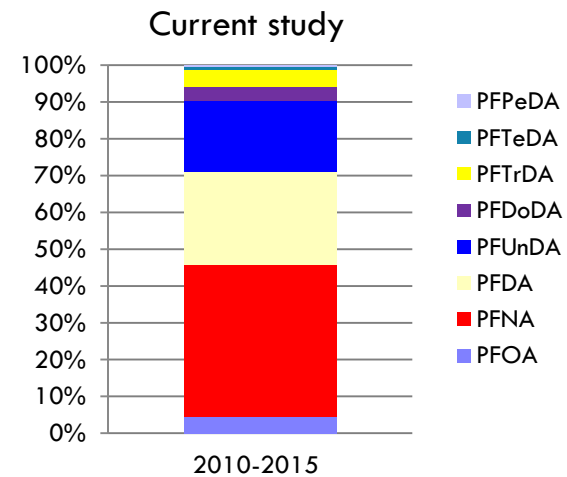
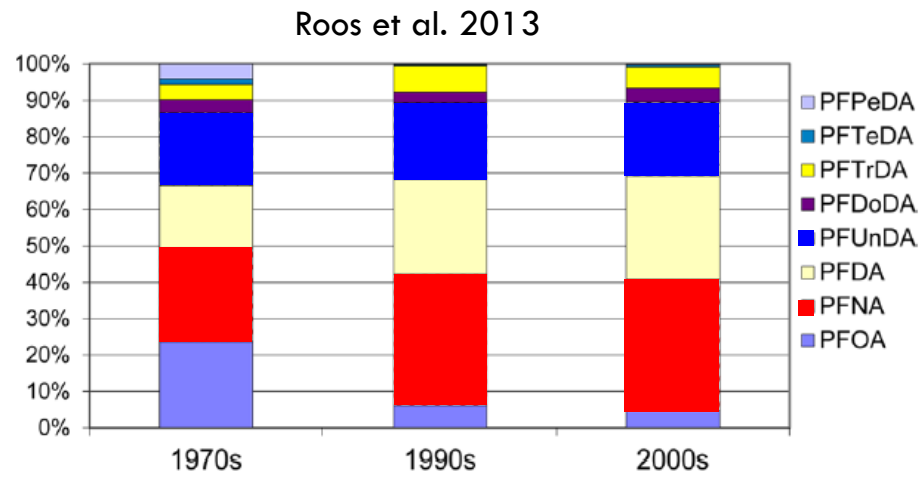


- Homologue profile consistent between north and south, with the exception of PFOS, which was higher in southern Sweden.
- PFNA, PFDA and PFUnDA accounted for more than 75% of PFCAs.

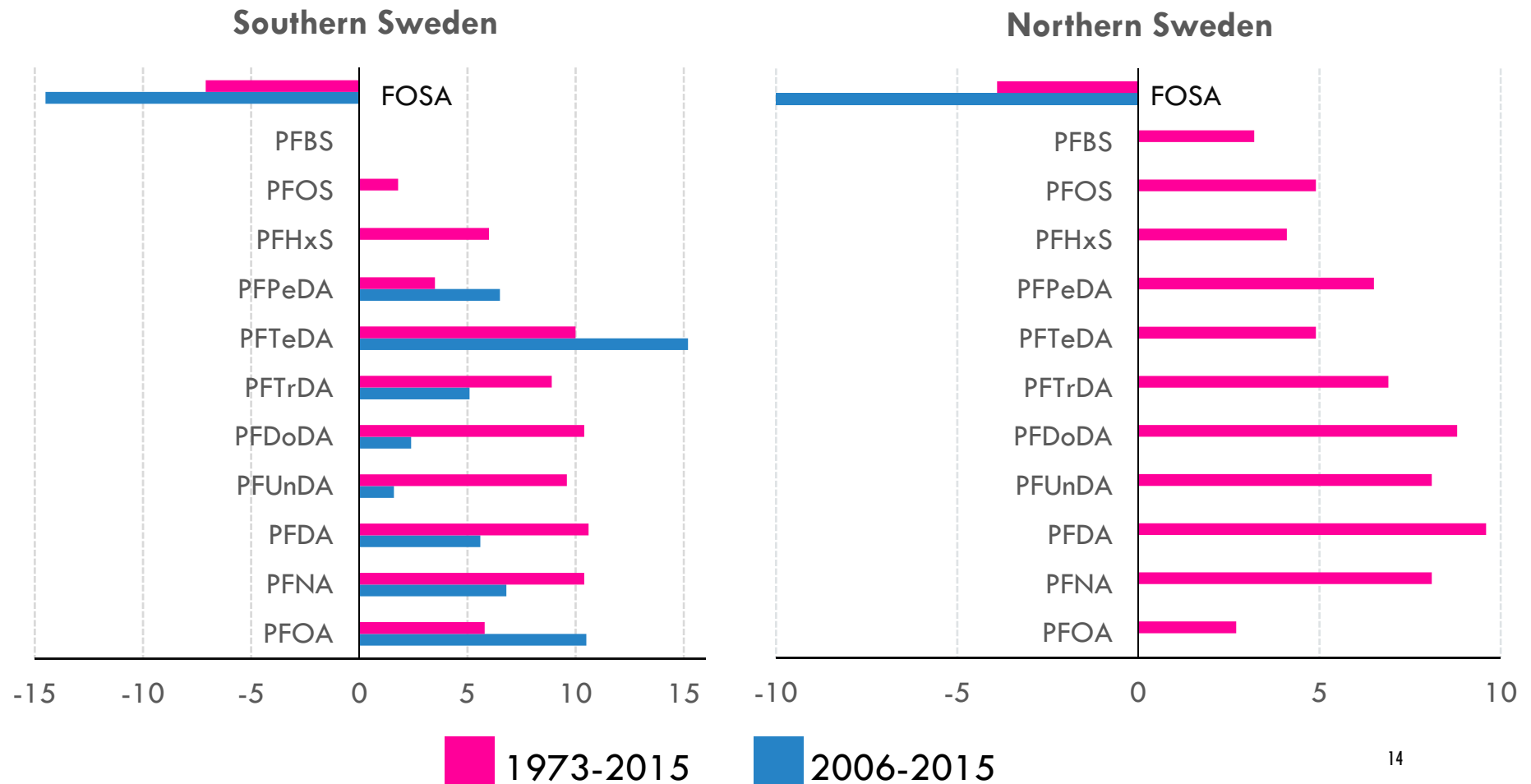




## Results - Comparison of homologue profile to Roos et al. 2013

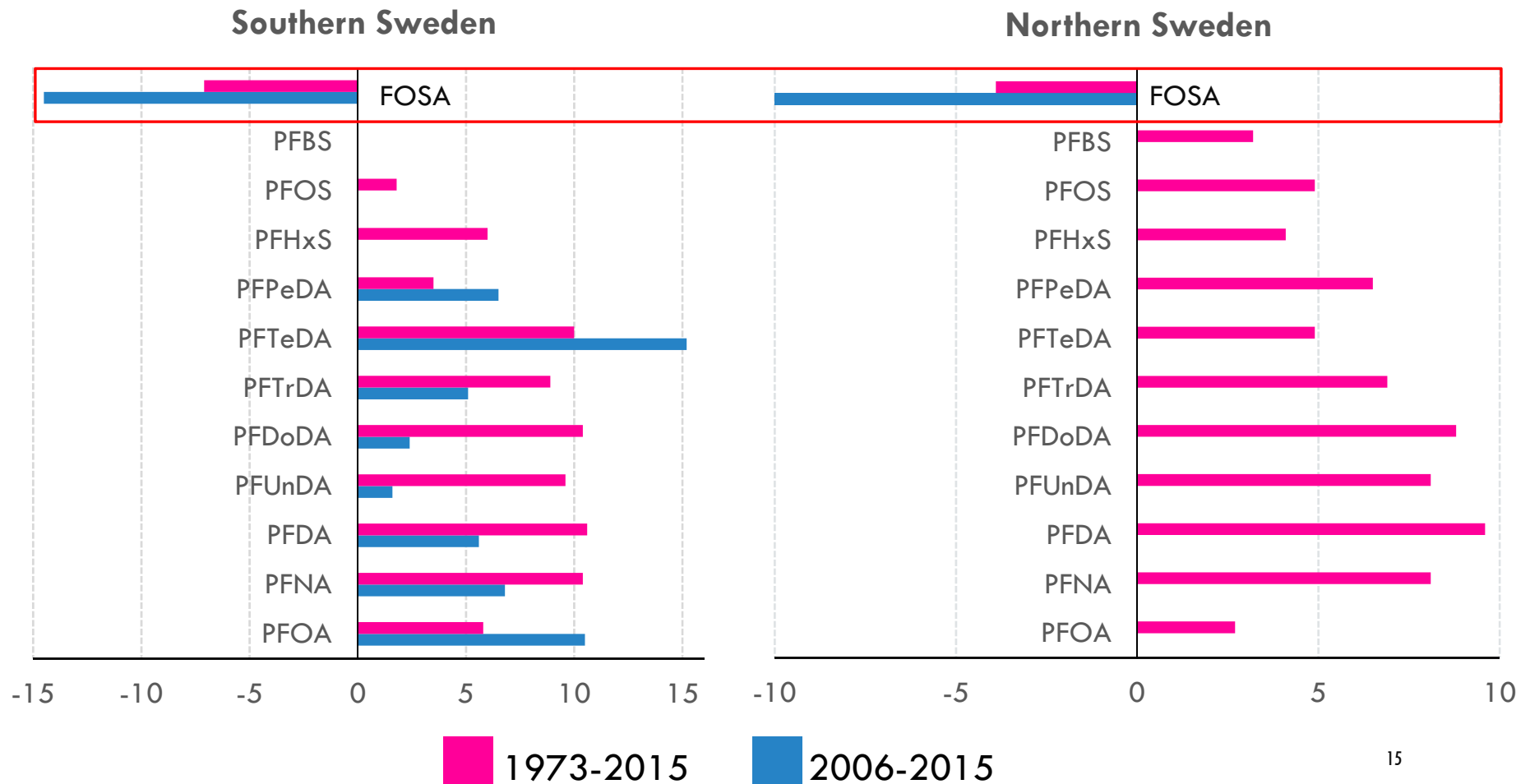


## Results - % Yearly change in PFAS concentrations ( $p < 0.05$ )

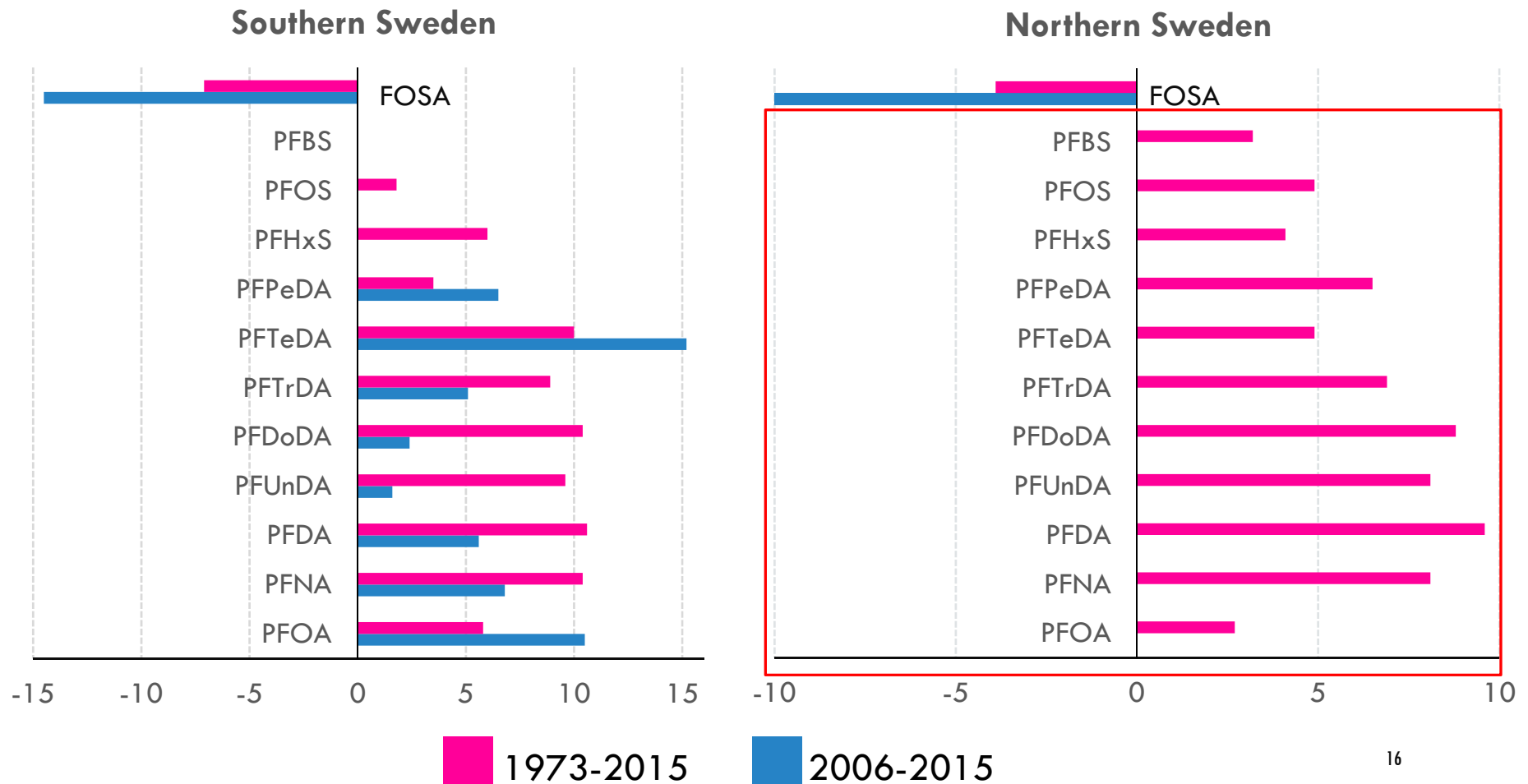




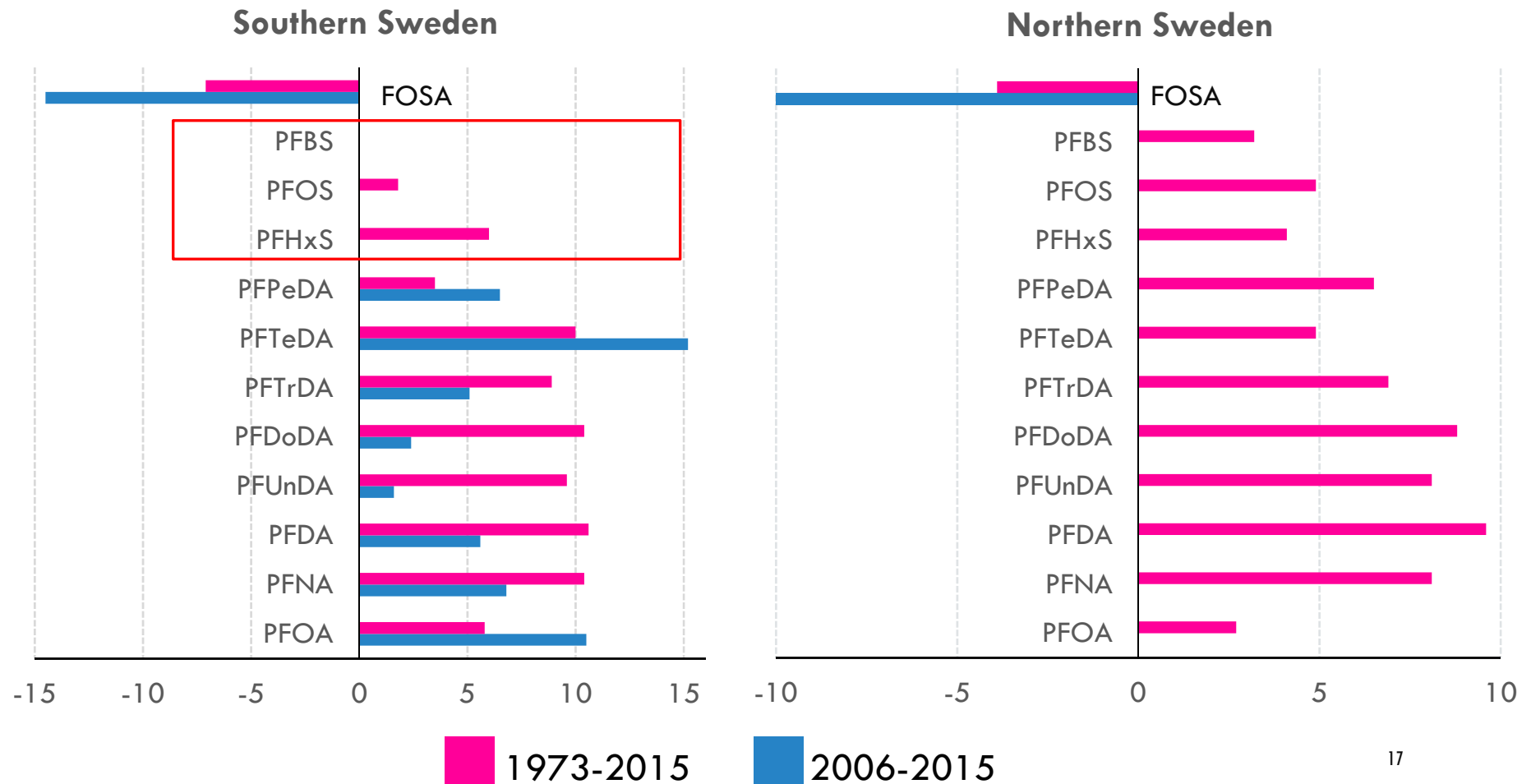
## Results - % Yearly change in PFAS concentrations ( $p < 0.05$ )



## Results - % Yearly change in PFAS concentrations ( $p < 0.05$ )

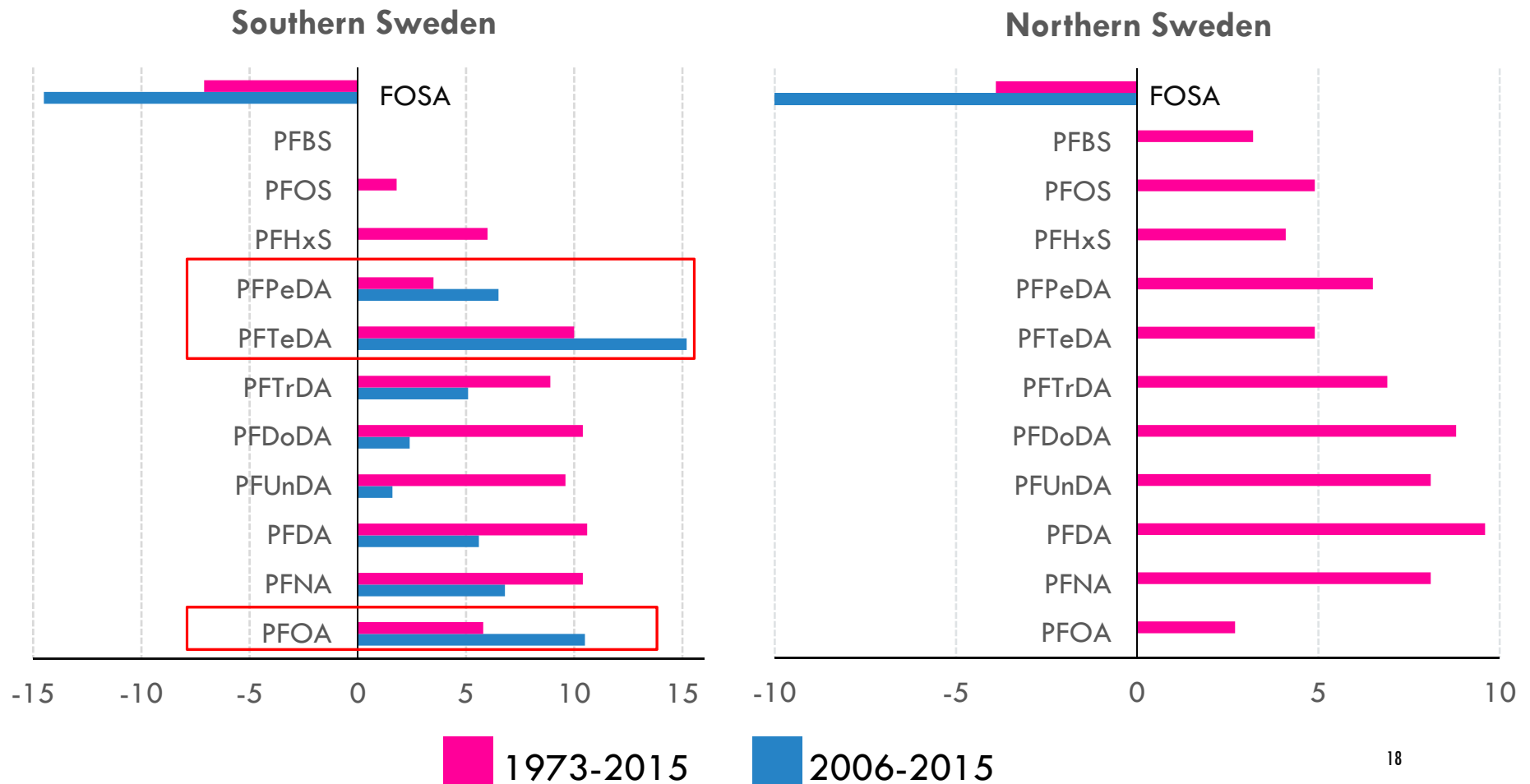


## Results - % Yearly change in PFAS concentrations ( $p < 0.05$ )

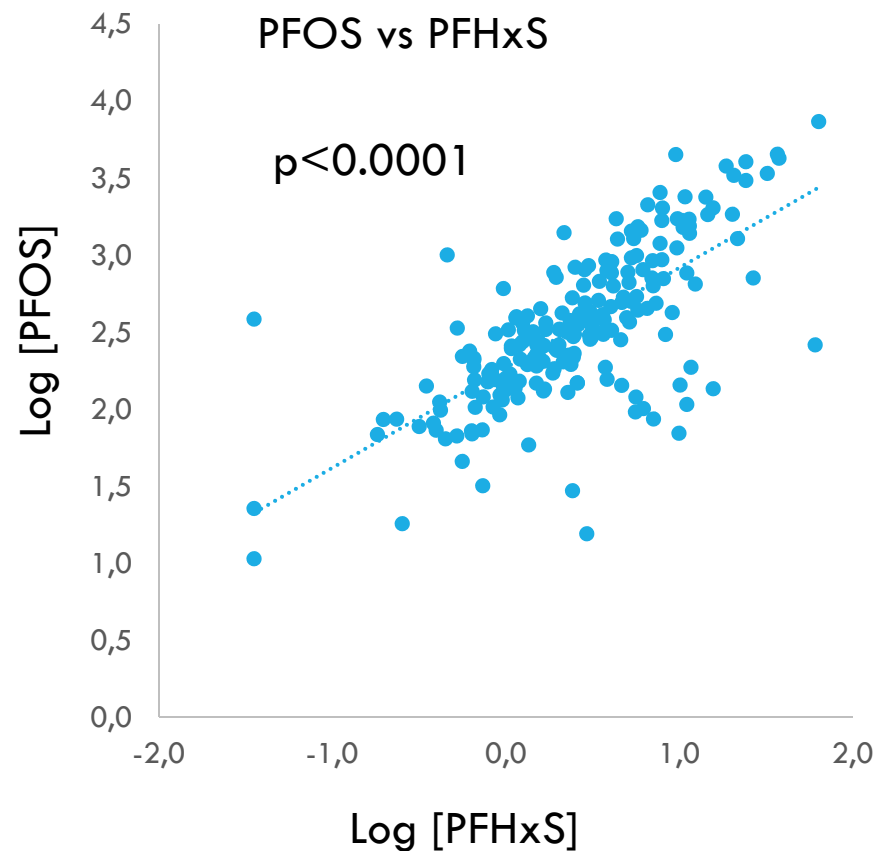




## Results - % Yearly change in PFAS concentrations ( $p < 0.05$ )



## Results – correlations among PFASs



- Strong correlations observed between PFOS and PFHxS; individual PFCAs.
- Weaker yet in some cases statistically significant correlations between PFOS and PFCAs.

## Concluding Remarks

- PFOS concentrations higher in south versus north (mean 1000 ppb vs 313 ppb, respectively). Some hotspots exist in the north.
- PFSA concentrations in north and south and PFCA concentrations in north have clearly leveled off, but are not declining.
- Concentrations of all PFCAs with >C8 chain lengths are significantly increasing from 2006-2015 in Southern Sweden. For PFOA, PFTeDA, and PFPeDA, greater increases have been observed over the last 10 years.



A black dog is swimming in a pond. The pond is surrounded by snow and reeds. The dog is in the center of the pond, and its reflection is visible in the water. The background shows a snowy bank with reeds and a small stream of water.

Report on this work is available at <http://www.nrm.se/>

Thanks to:

EPA and numerous County boards

Tomas Alsberg and Anne-Sofie Kärstrud (ACES)

Photo: Ann-Charlotte Nellein, Vingåker 13/1 2013.



# Tidstrender i fågel och fisk



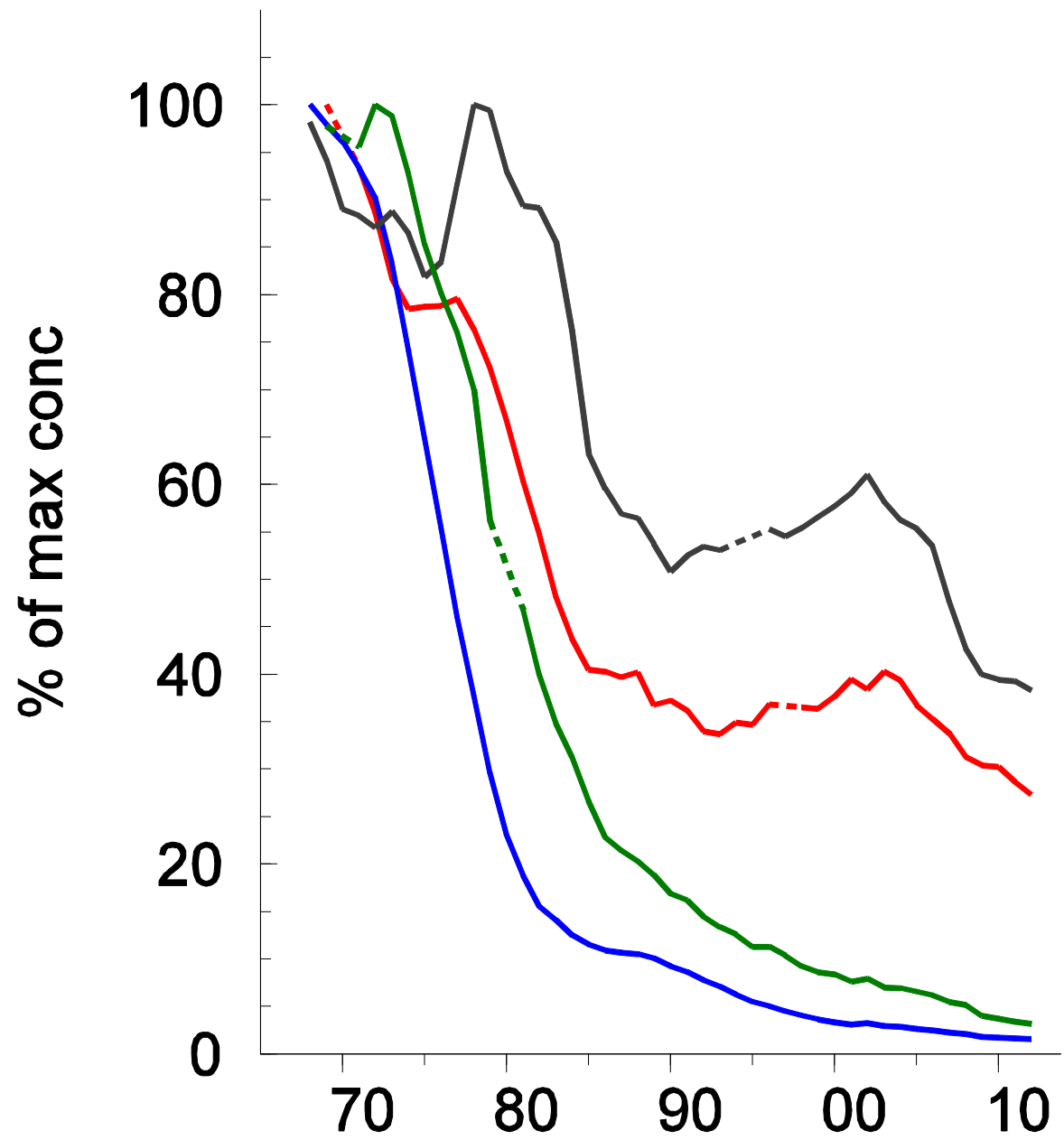
# Sillgrisslans utbredning











Hg

sTCDD\_EQ

CB-153

DDE

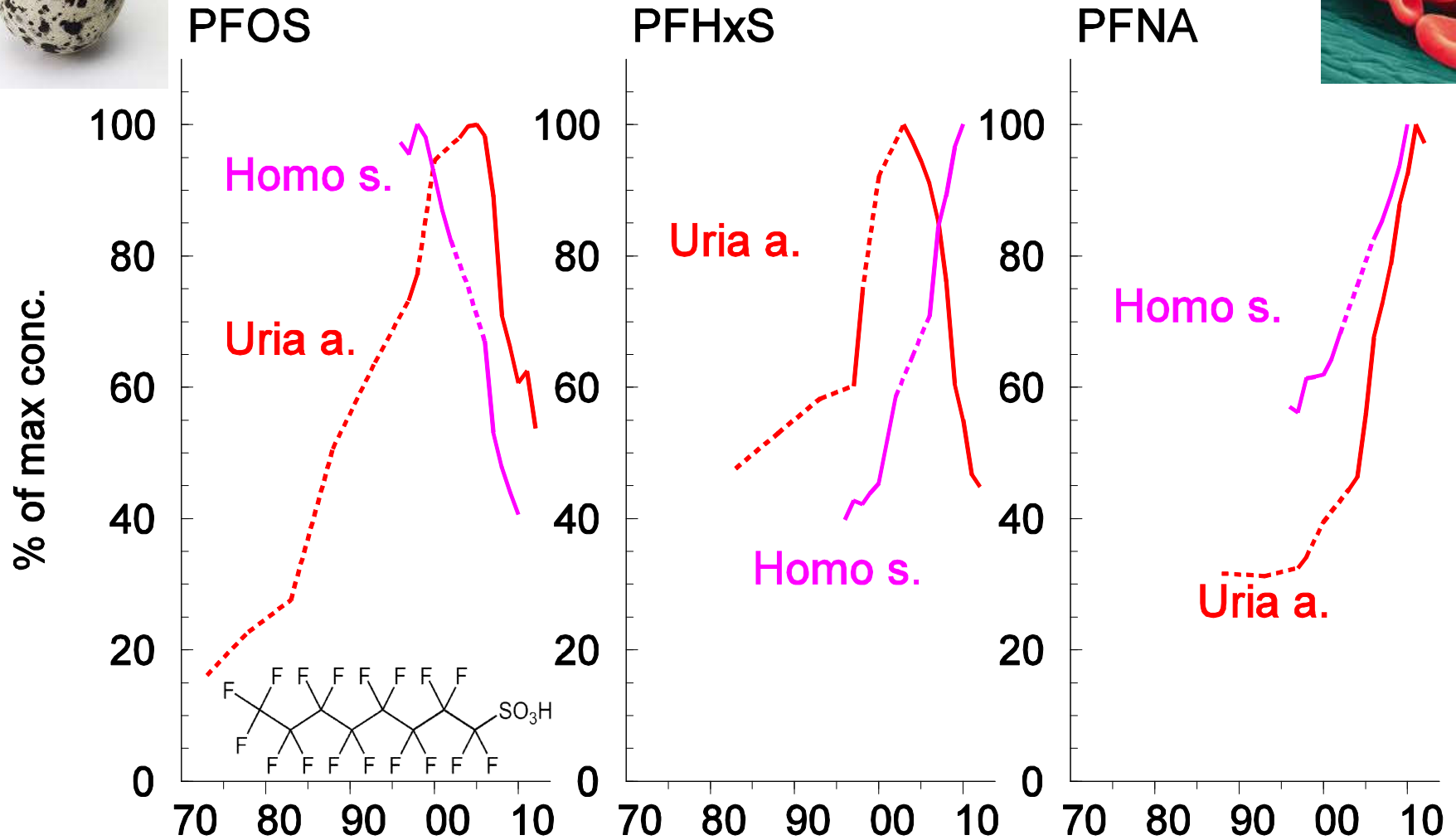




Holmström, Järnberg, Bignert (2005) Temporal trends of PFOS and PFOA in Guillemot Eggs from the Baltic Sea, 1968-2003. *Environ. Sci. Technol.*



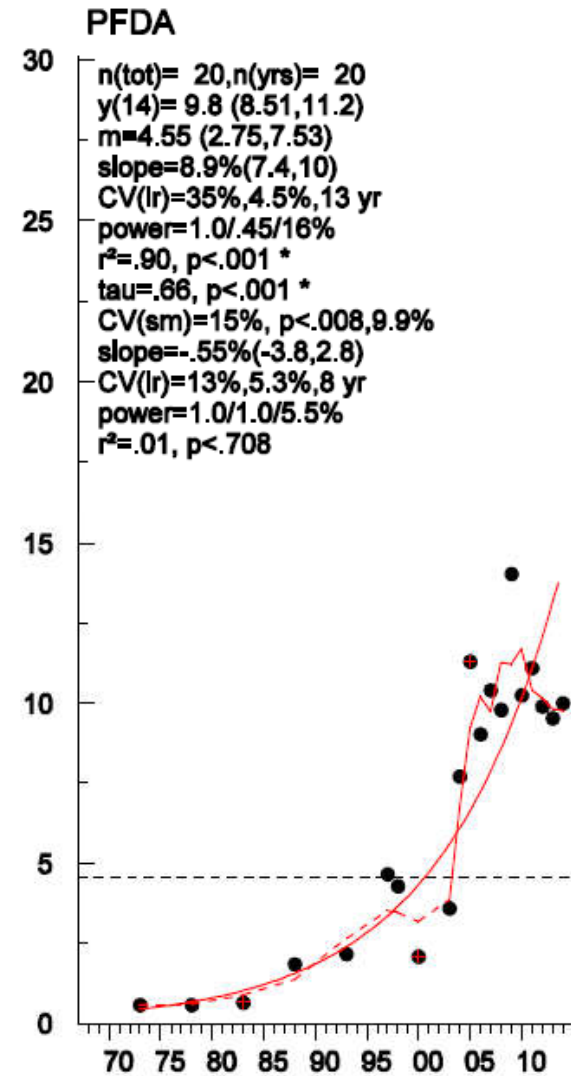
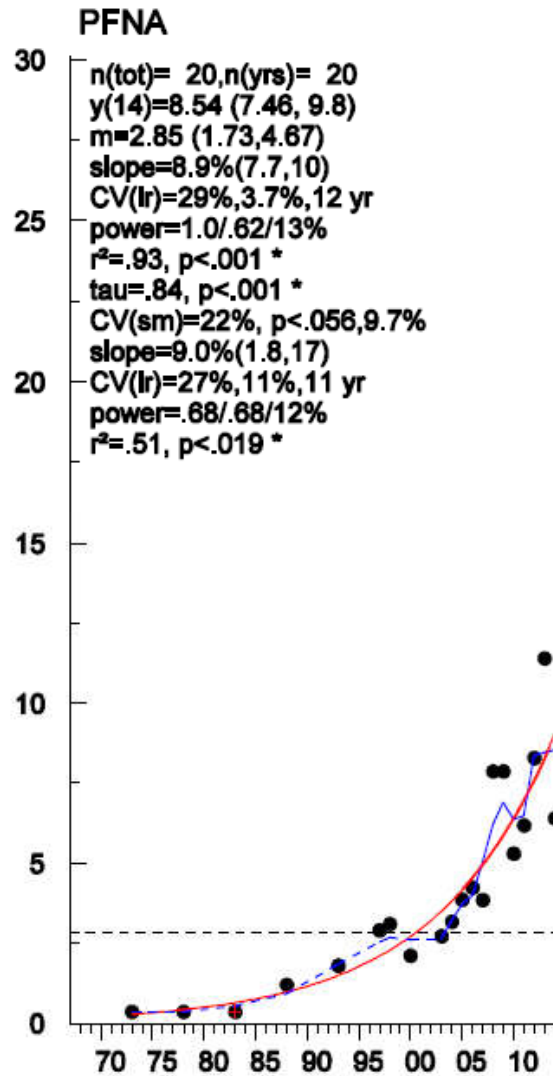
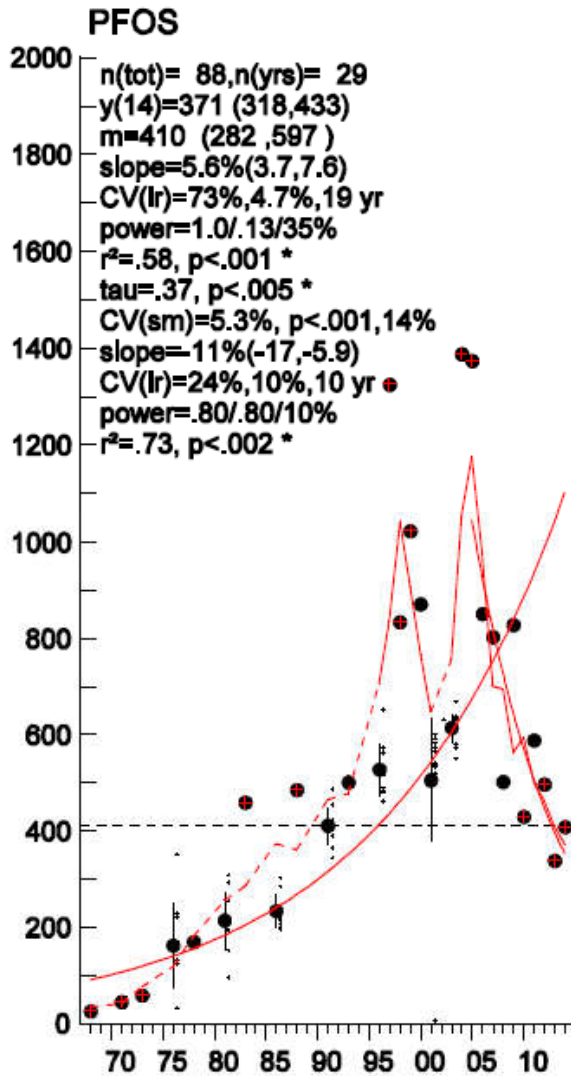
## PFAS in guillemot egg and human blood serum



Human blood data from: Glynn, Berger, Bignert, Ullah, Aune, Lignell, Darnerud (2012) Perfluorinated Alkyl Acids in Blood Serum from Primiparous Women in Sweden during Pregnancy and Nursing, and Temporal Trends 1996-2010. *Environmental science & technology*

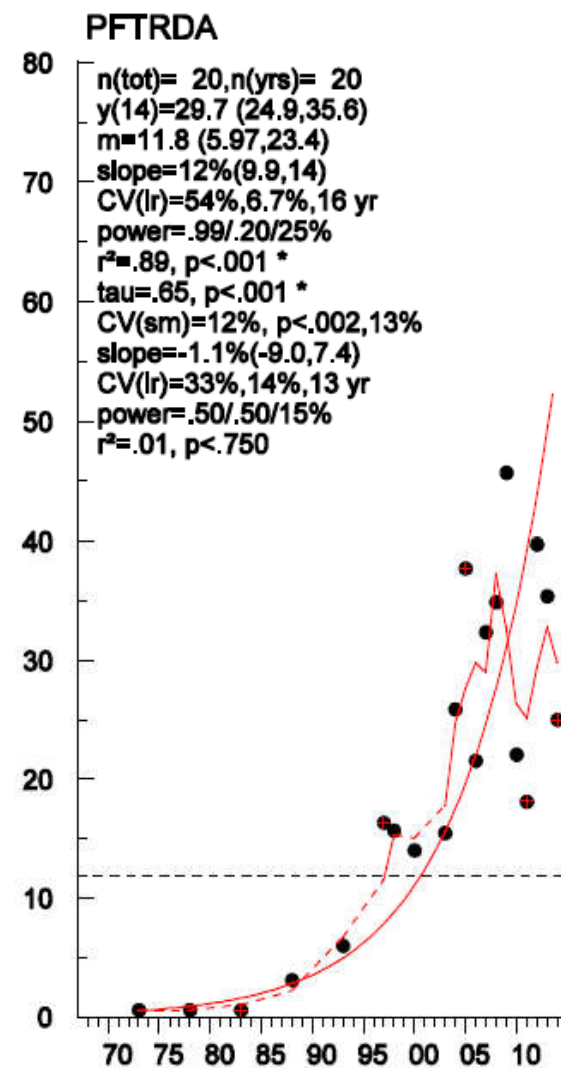
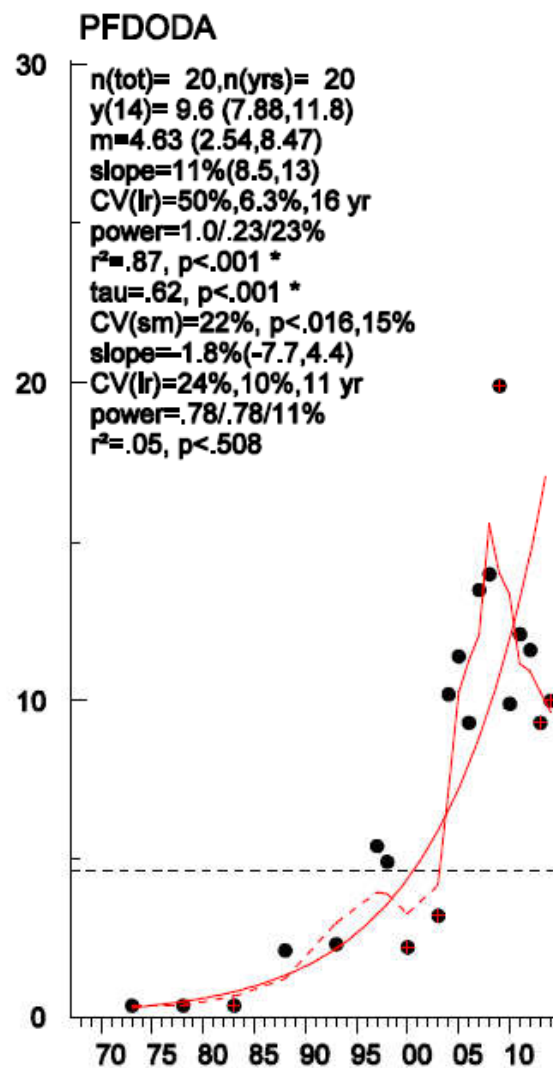
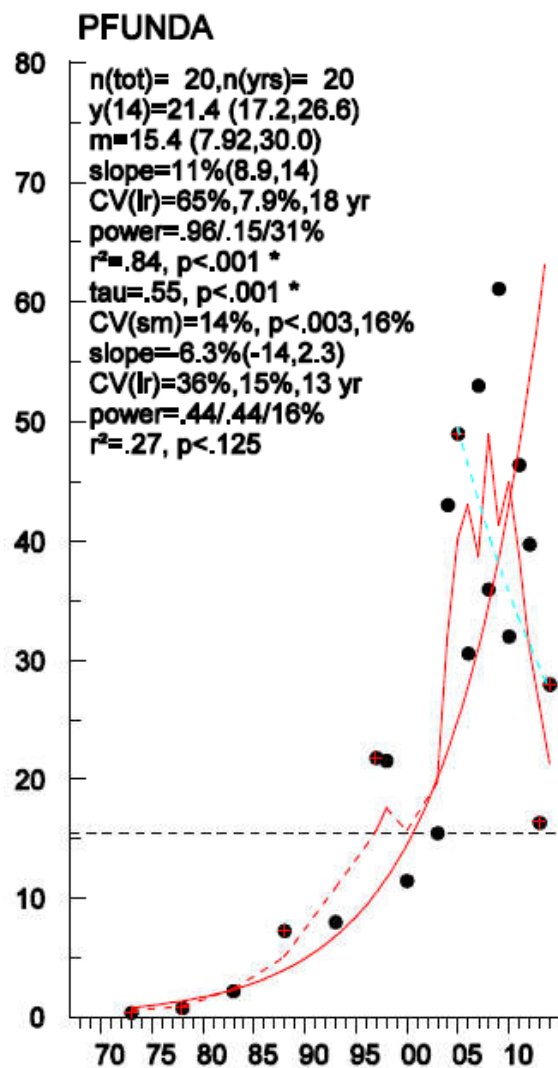


# PFASs, ng/g fresh w., guillemot egg, St Karlsö



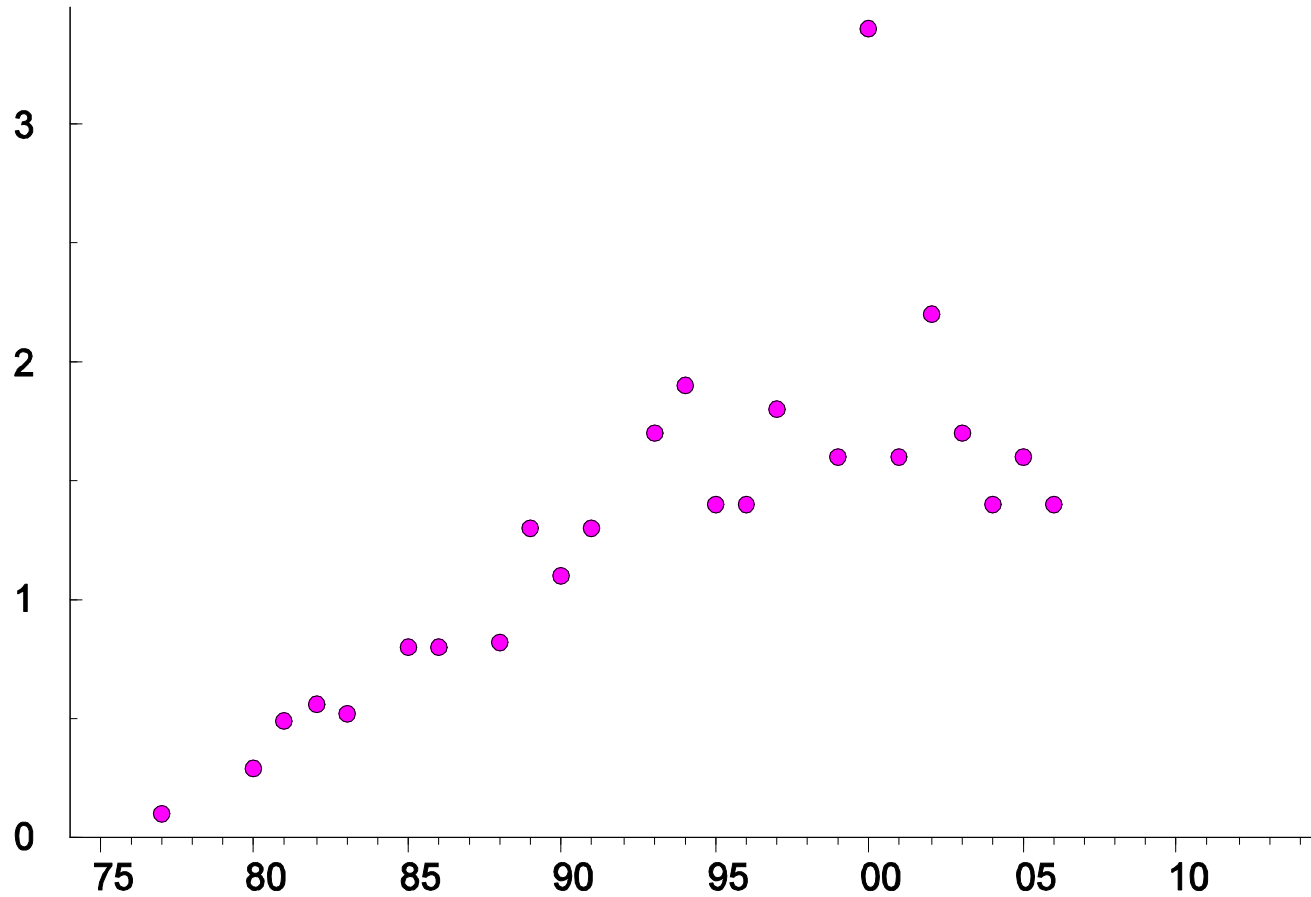


# PFASs, ng/g fresh w., guillemot egg, St Karlsö



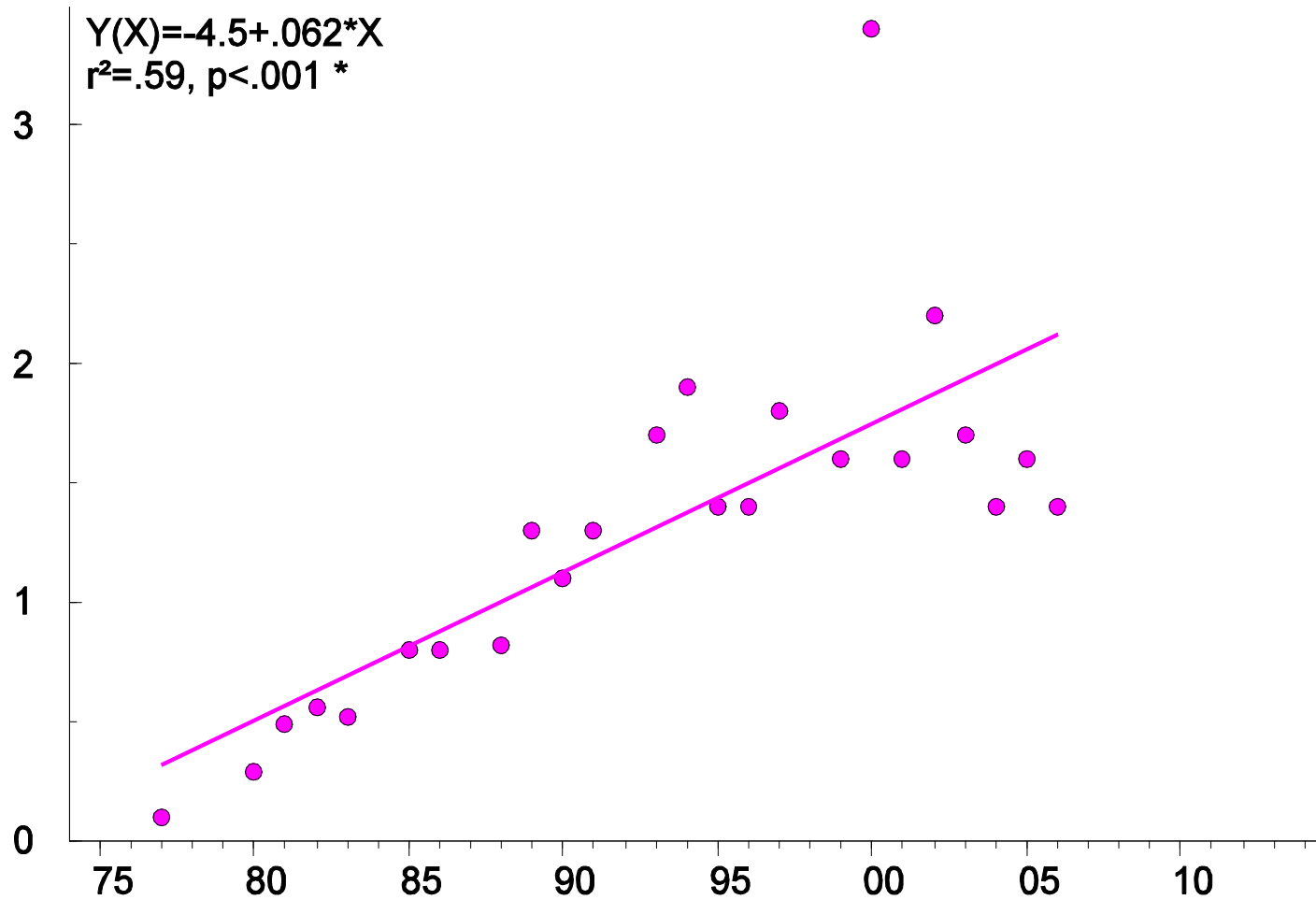
# Haug et al. 2009, Norway, serum, men 40-50 yrs

PFHxS



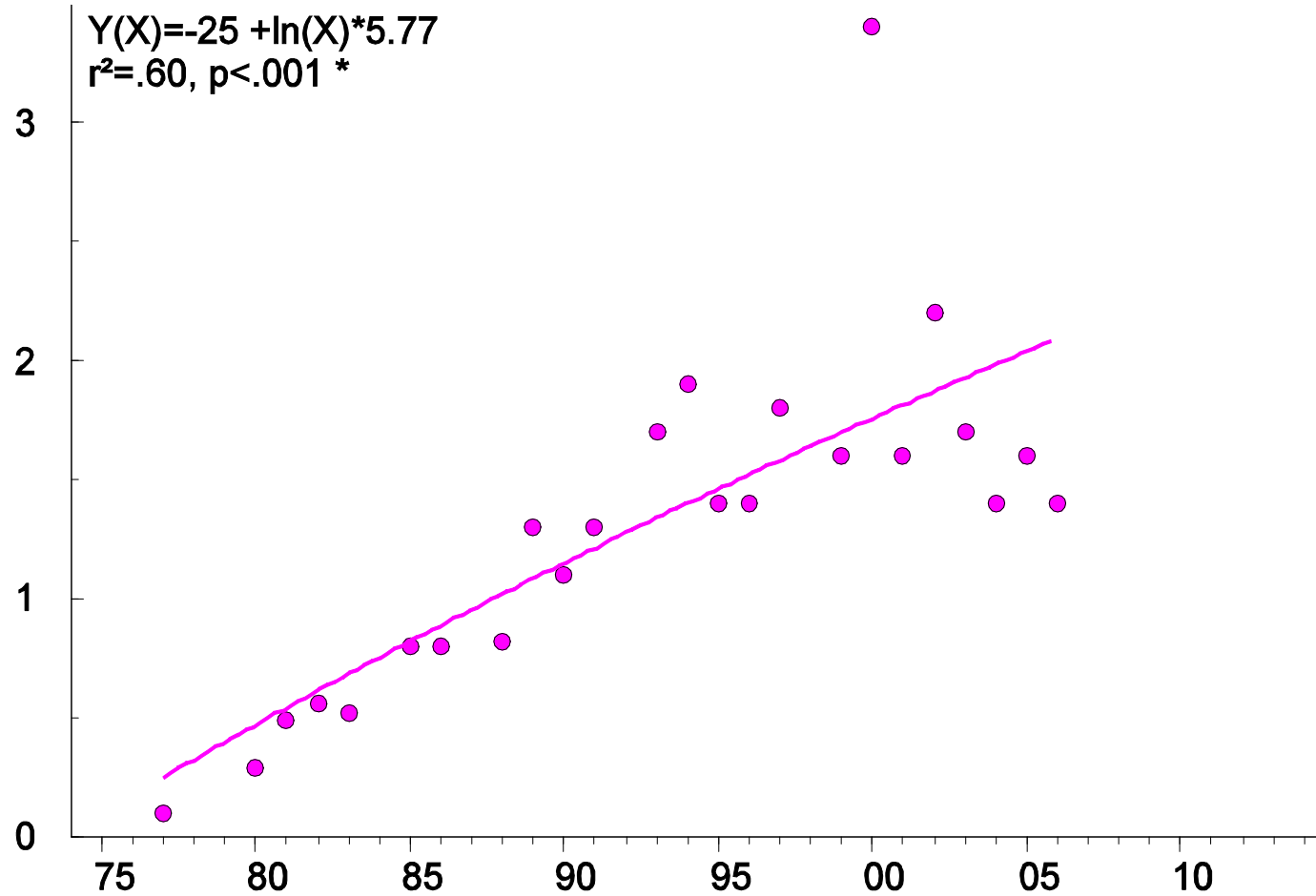
# Linjär regression

PFHxS



# Exponentiell funktion

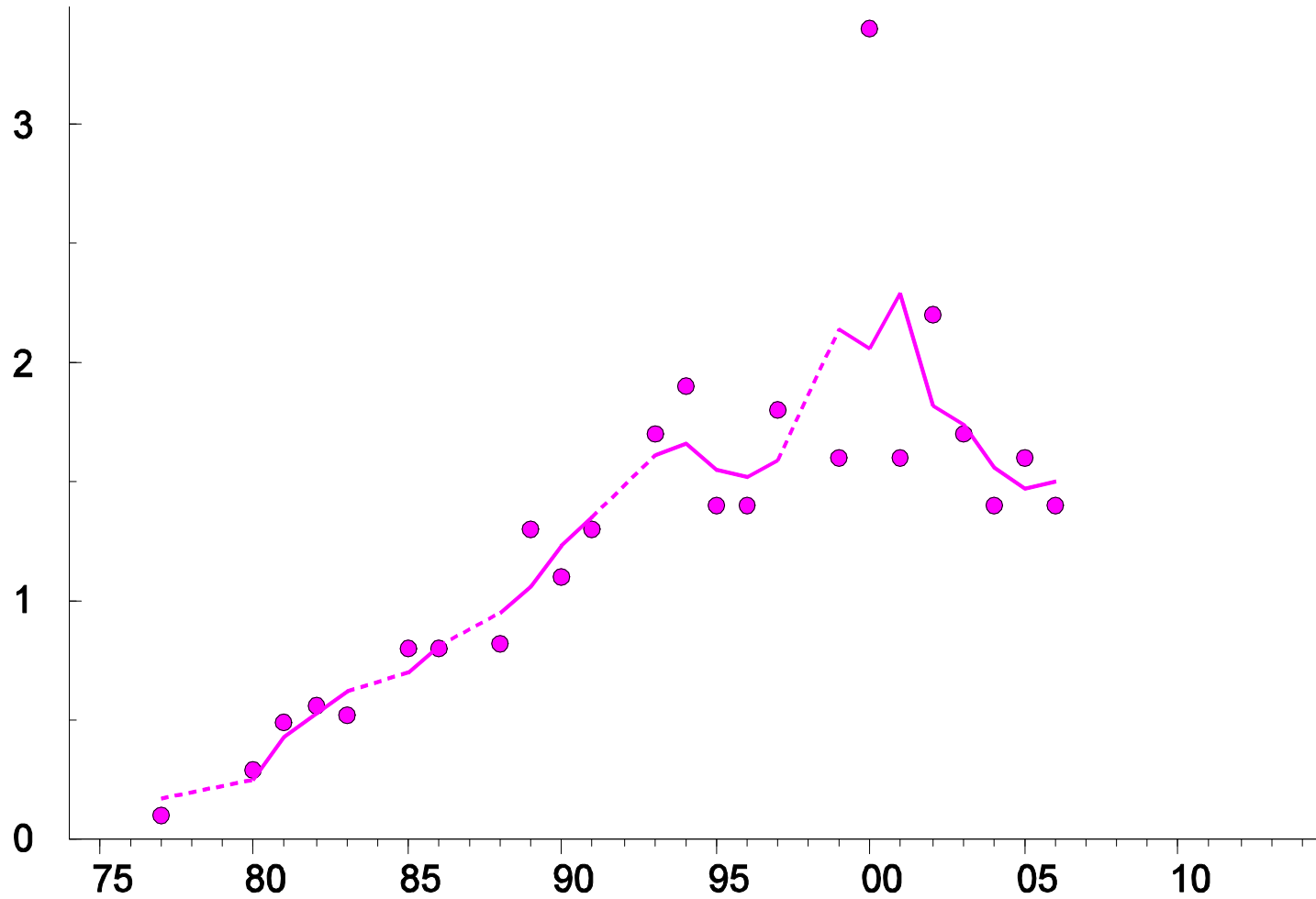
PFHxS





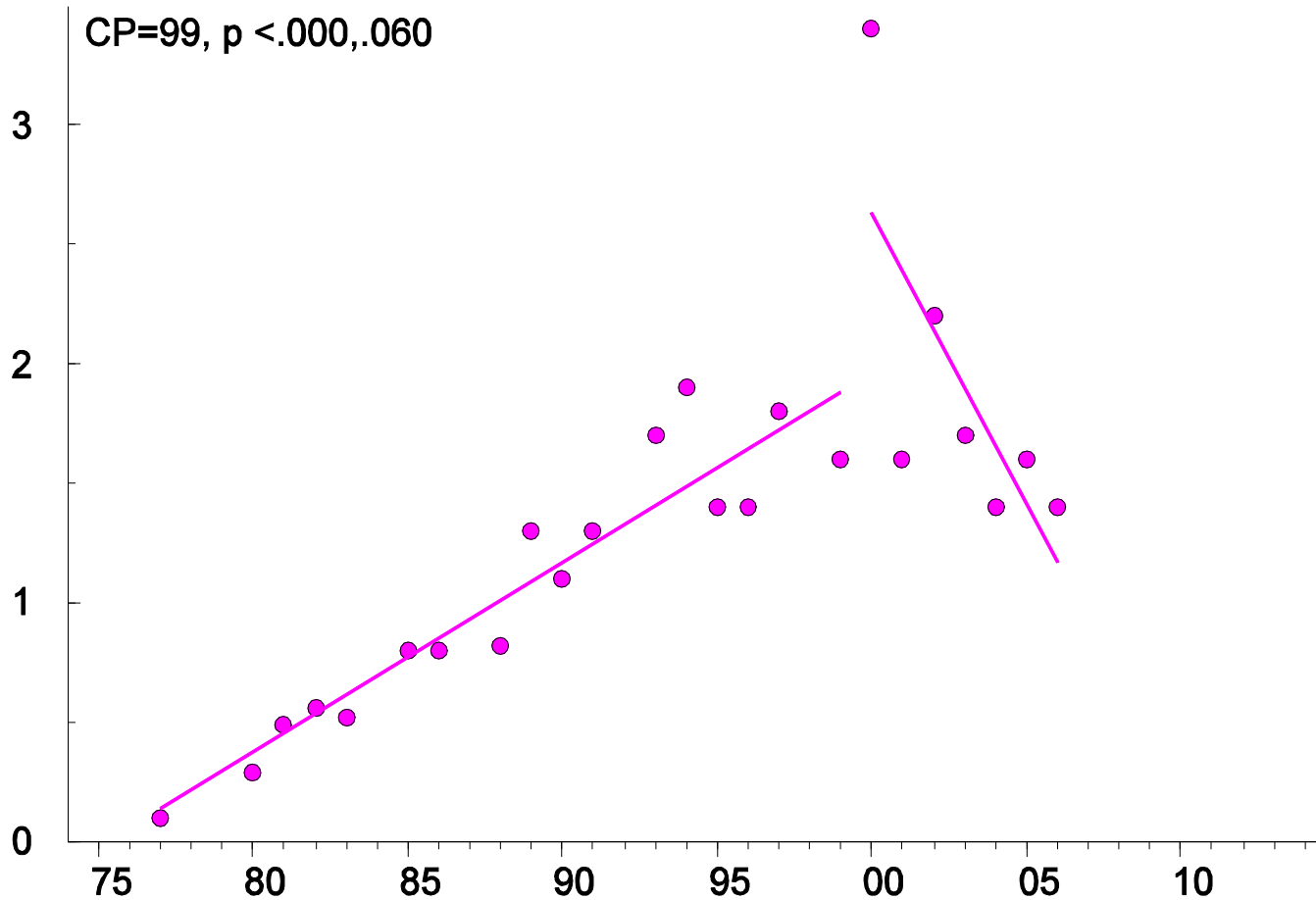
# Smoother

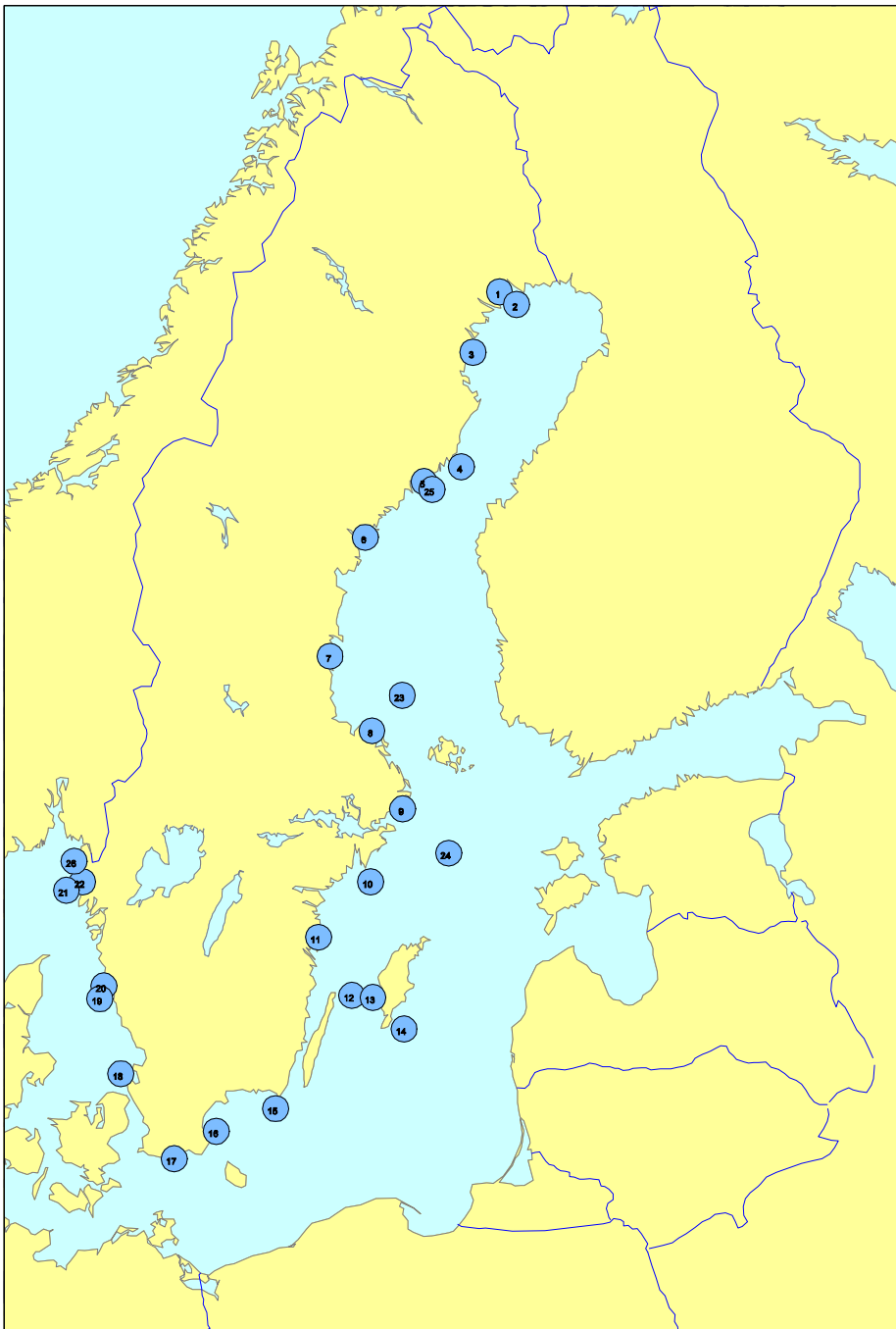
PFHxS



# Change-point detection

PFHxS

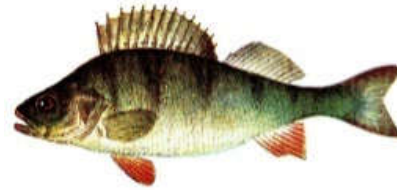




- Guillemot egg (2)  
(Oystercatcher, tern, 2)



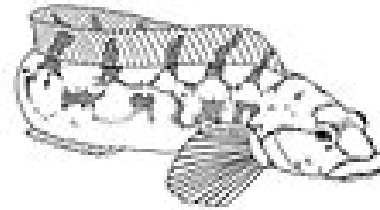
- Herring (20)



- Perch (2-8)



- Cod (2)



- Eelpout (3)



- Blue mussel (3)

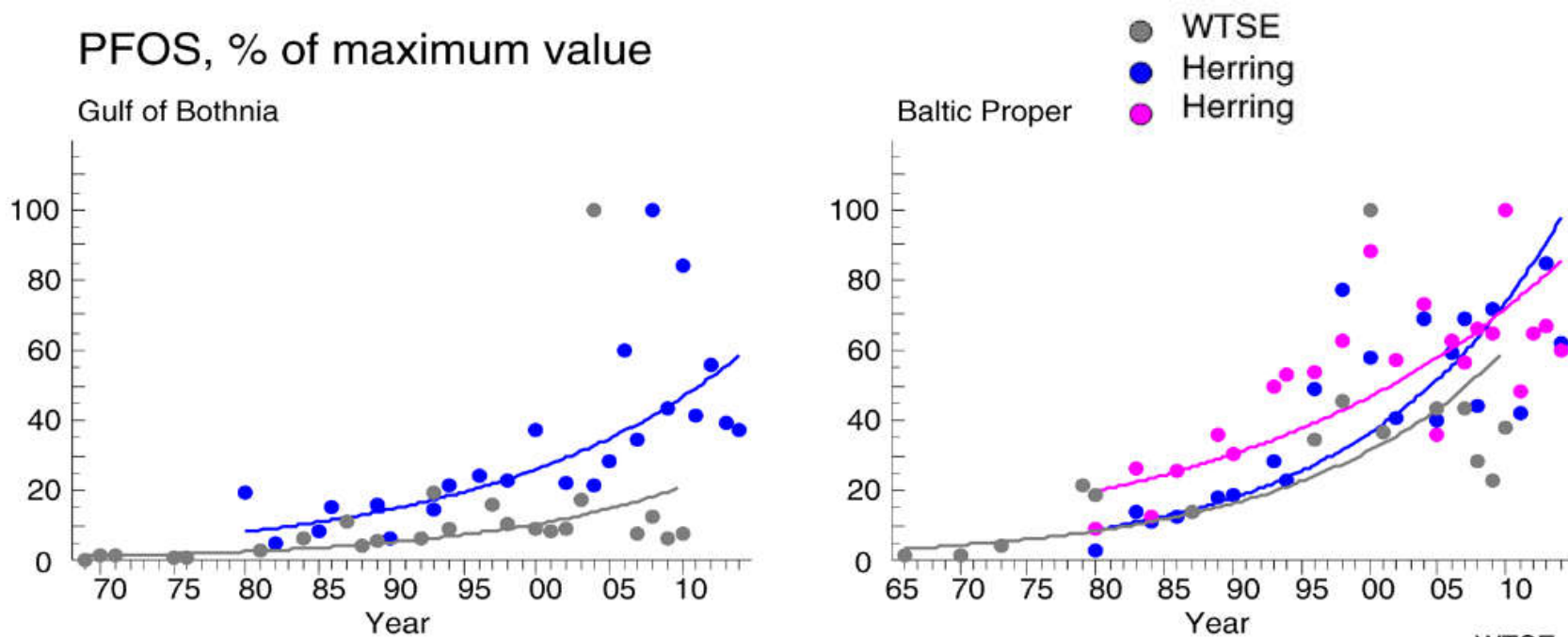


Foto: Björn Helander



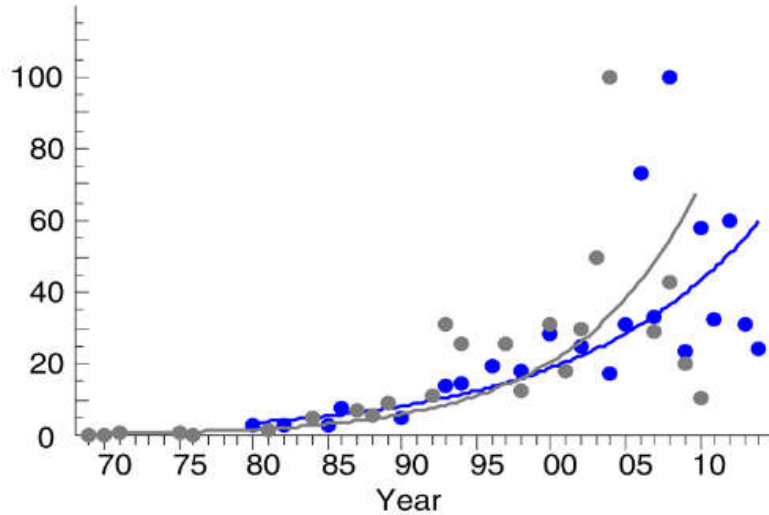
# Temporal Trends and Geographical Differences of Perfluoroalkyl Acids in Baltic Sea Herring and White-Tailed Sea Eagle Eggs in Sweden

Suzanne Faxneld,<sup>\*,†</sup> Urs Berger,<sup>‡,⊥</sup> Björn Helander,<sup>†</sup> Sara Danielsson,<sup>†</sup> Aroha Miller,<sup>†</sup> Elisabeth Nyberg,<sup>†</sup> Jan-Olov Persson,<sup>§</sup> and Anders Bignert<sup>†</sup>

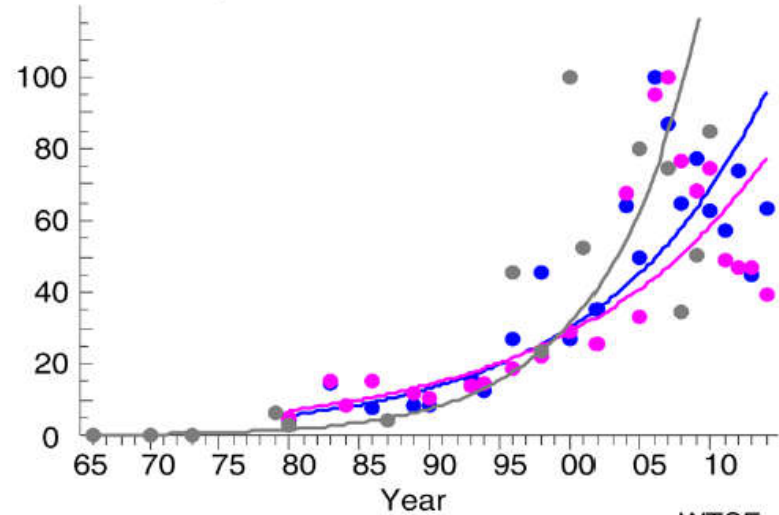


# PFUNDA, % of maximum value

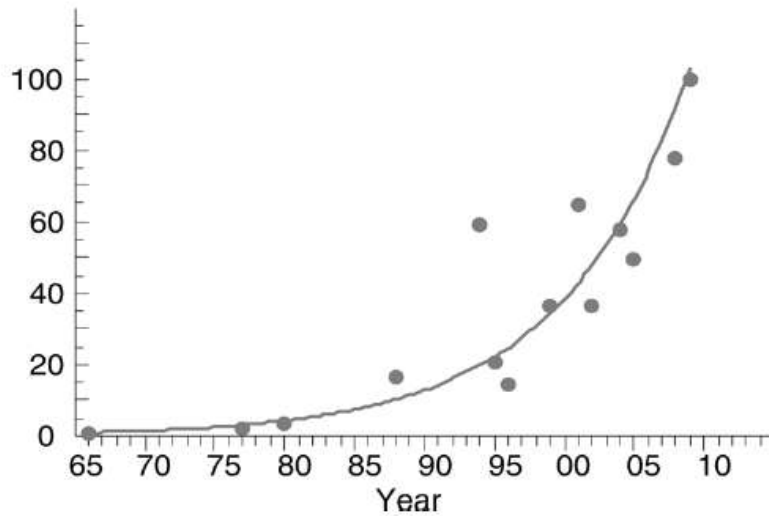
## Gulf of Bothnia



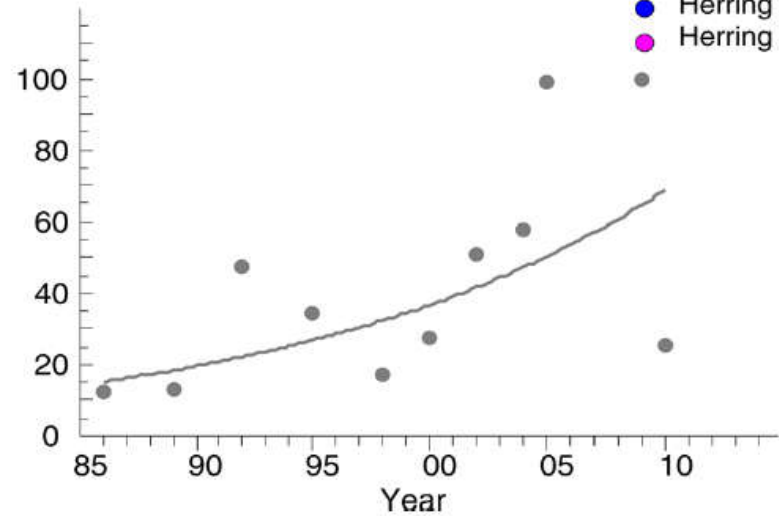
## Baltic Proper



## Northern Inland

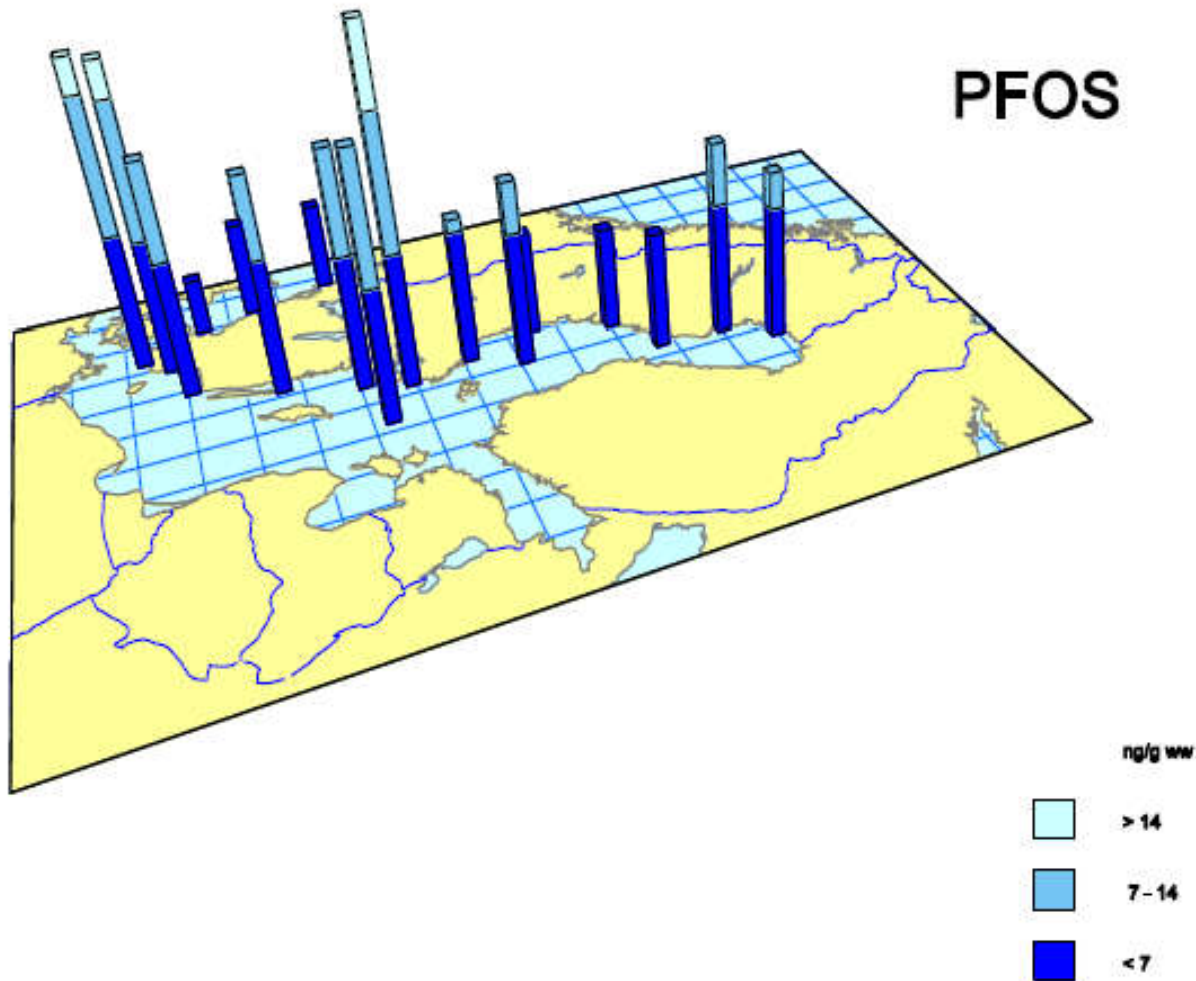


## Southern Inland

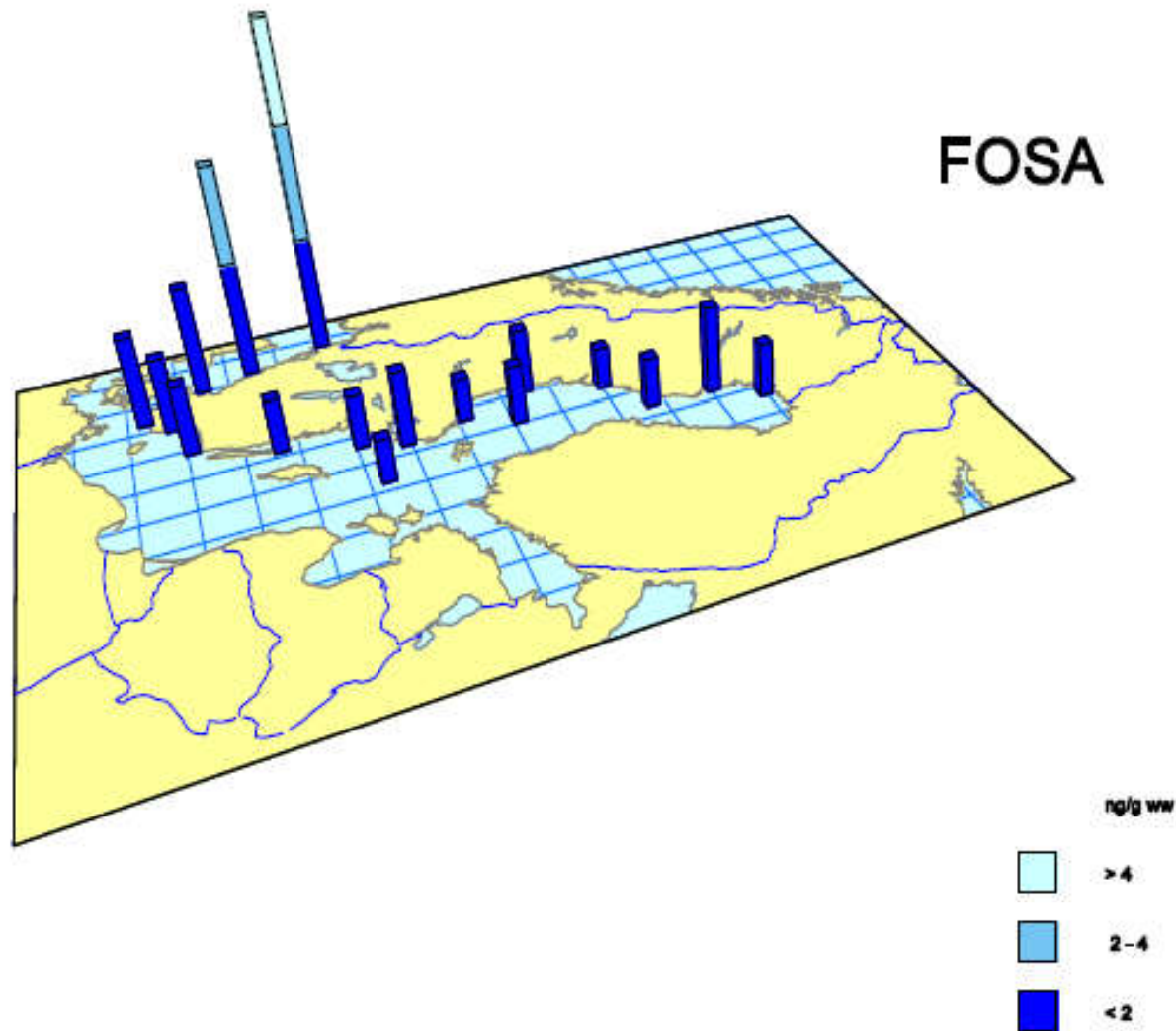


- WTSE
- Herring
- Herring

# PFOS (ng/g ww) i sill/strömming

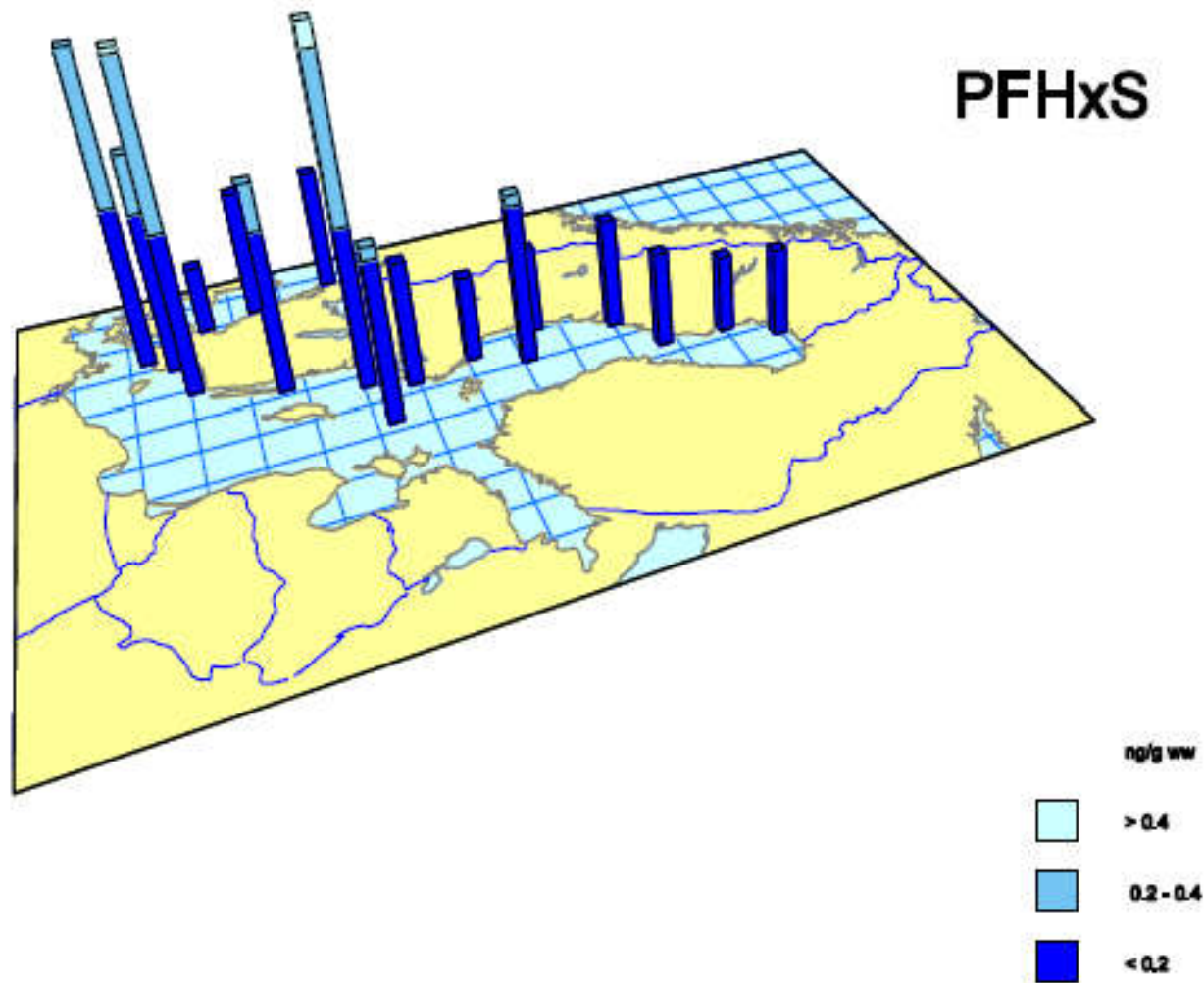


# FOSA (ng/g ww) i sill/strömning





# PFHxS (ng/g ww) i sill/strömning

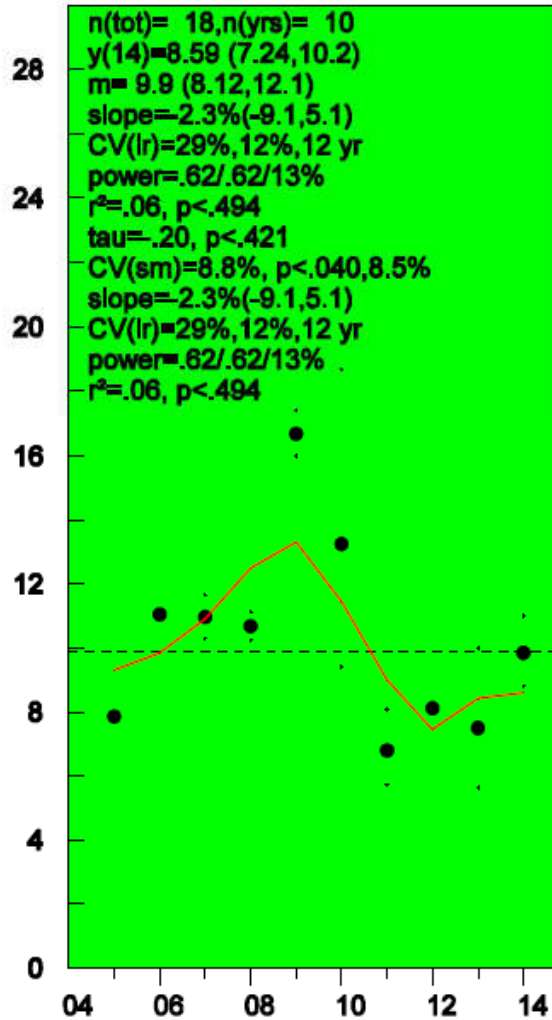


EQS biota: 9.1 ng/g w.w. in muscle >155 ng/g w.w. in liver

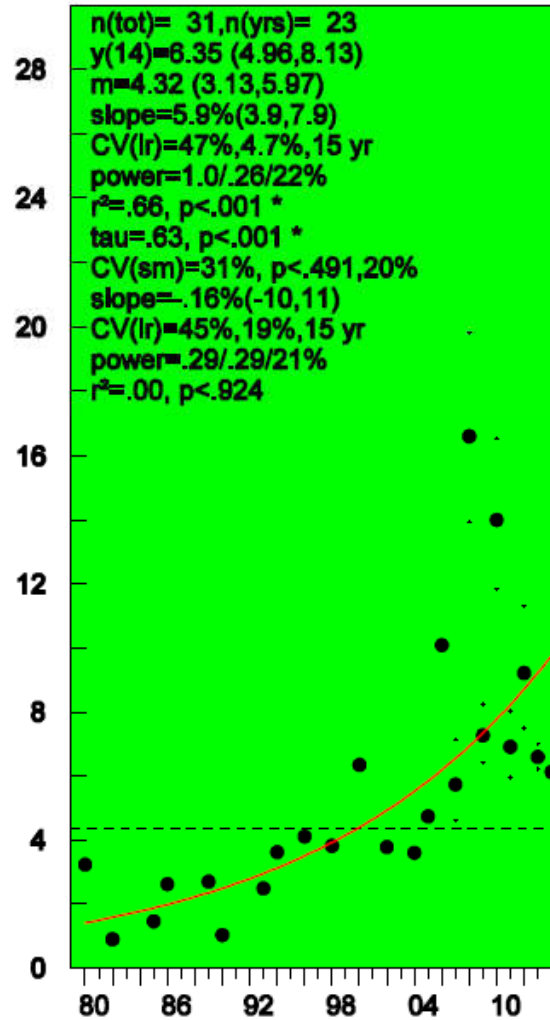


## PFOS, ng/g wet w., herring liver

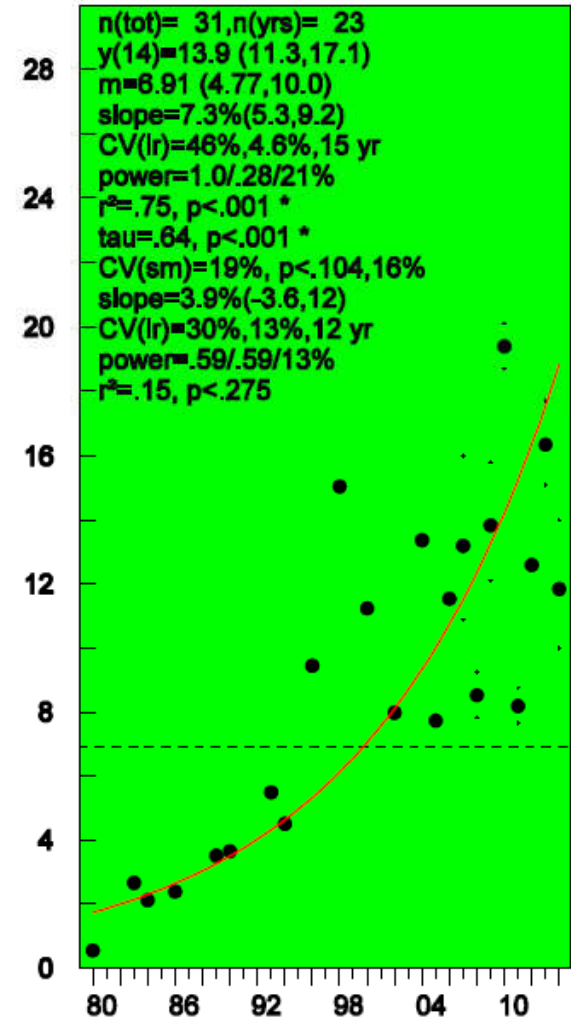
Harufjärden



Ängskärsklubb



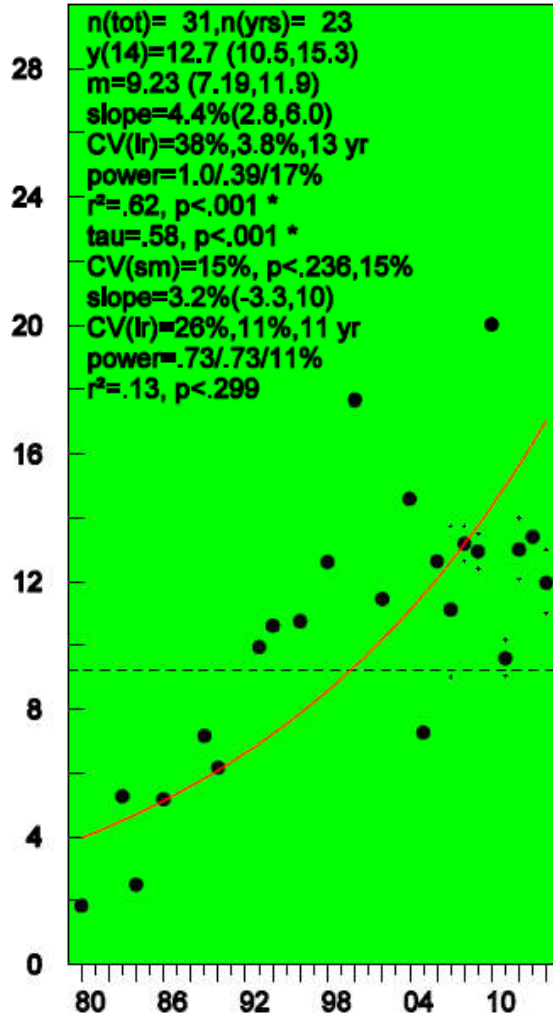
Landsort



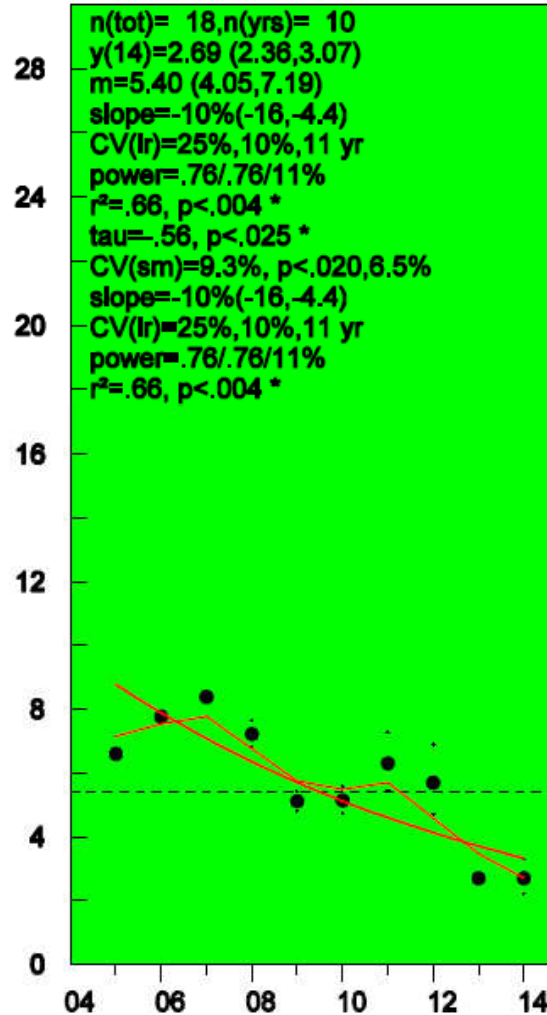


# PFOS, ng/g wet w., herring liver

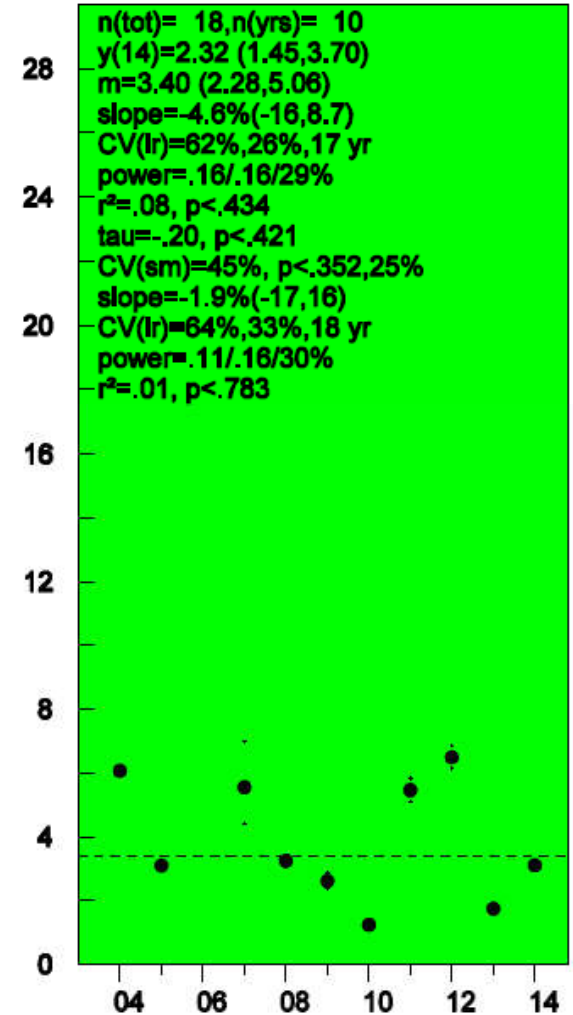
Utlången

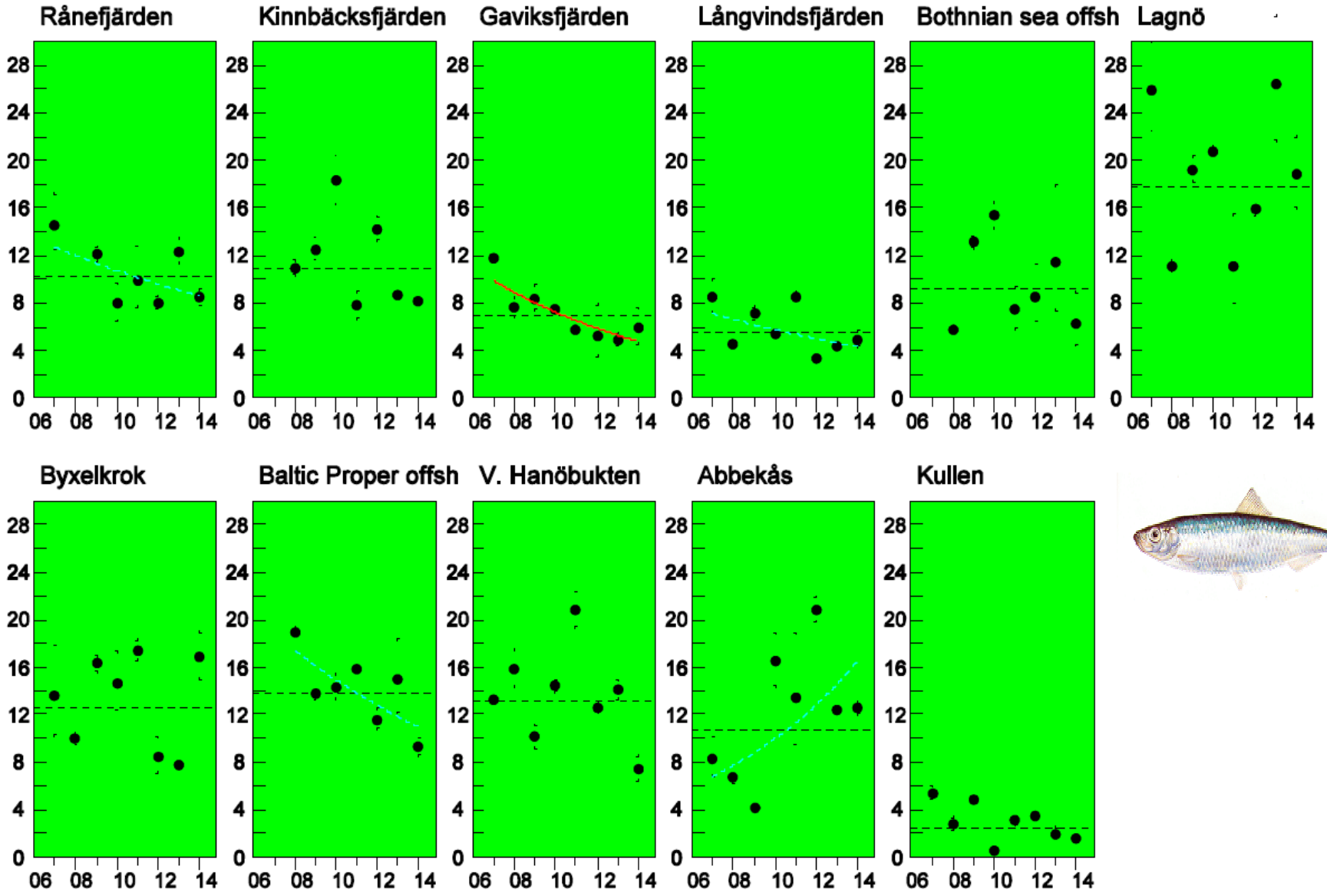


Fladen



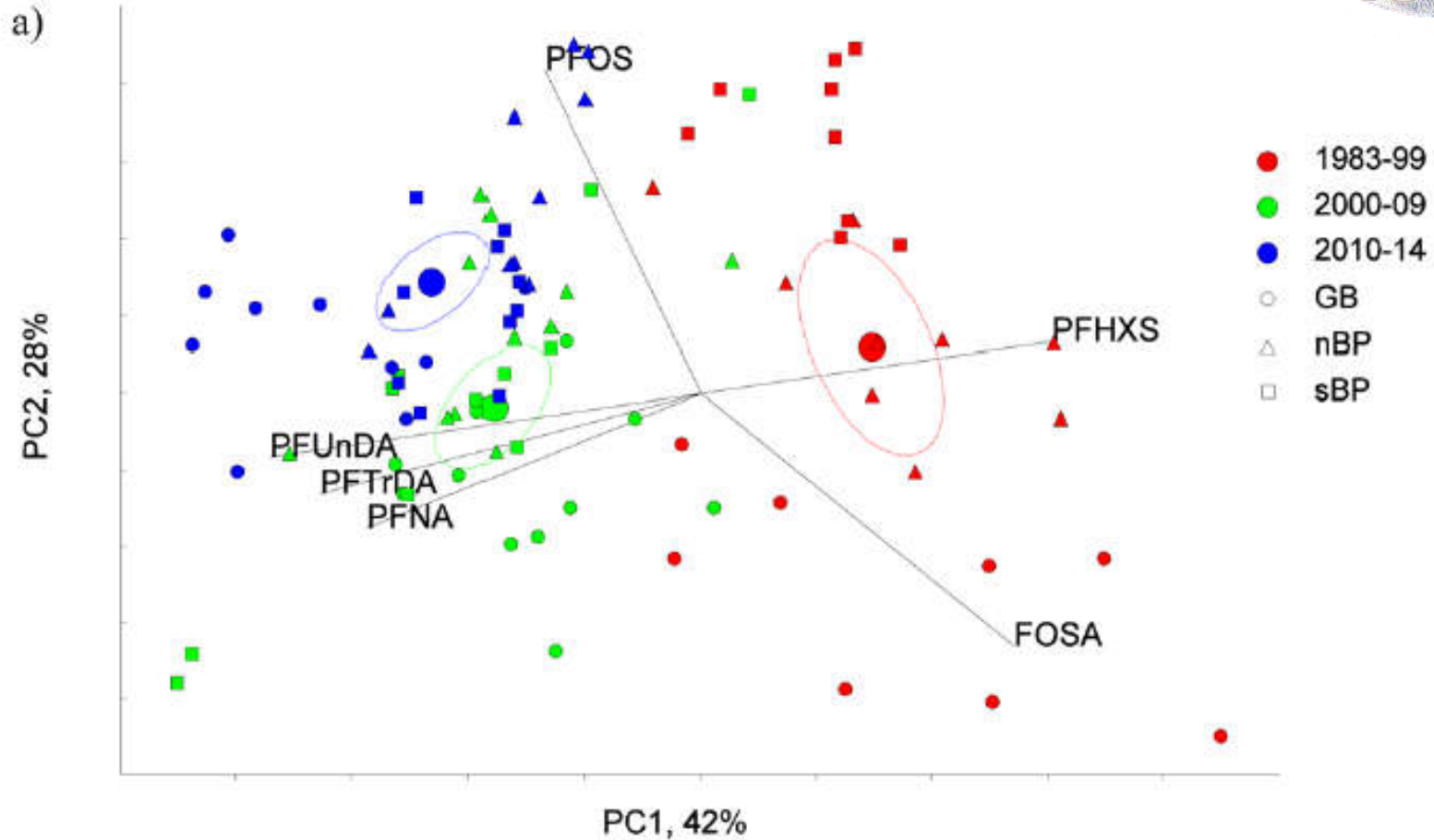
Väderöarna



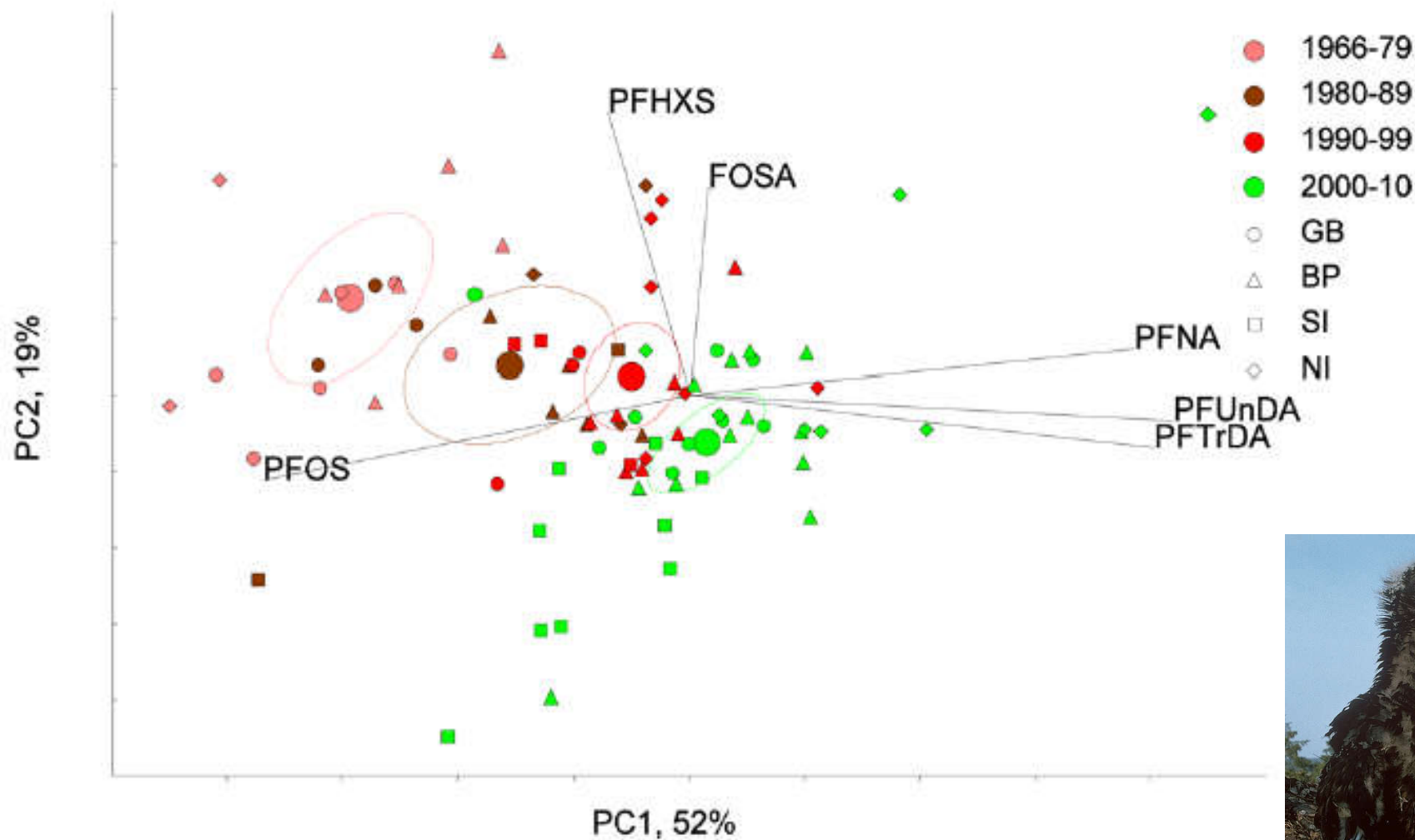




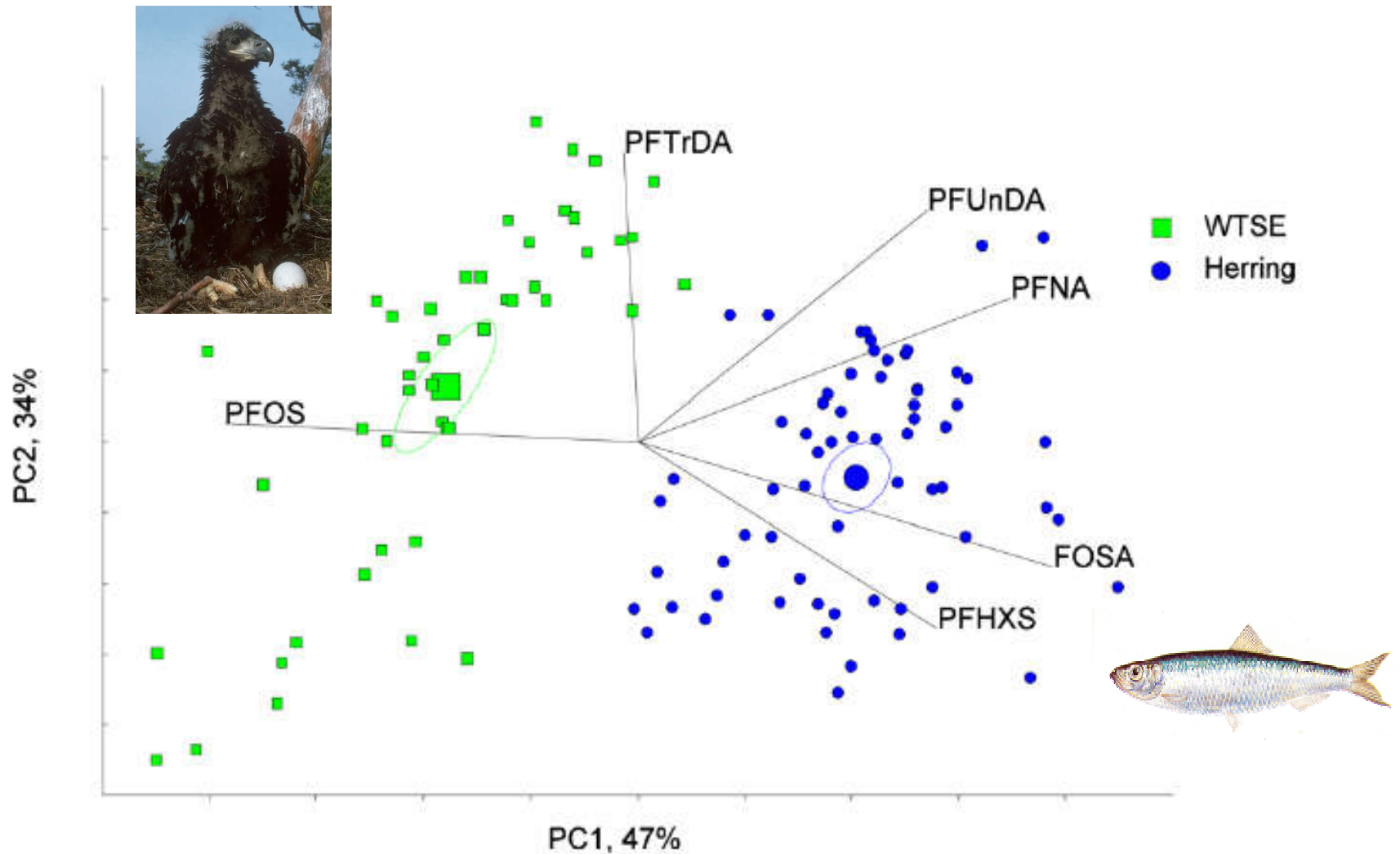
# PFAS förändring i mönster över tid i strömming



# PFAS förändring i mönster över tid i havsörn



# Skillnad i mönster mellan havsörn och strömming







1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

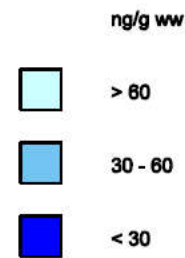
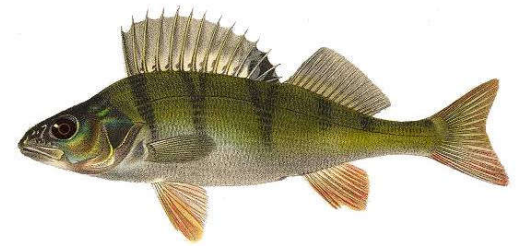
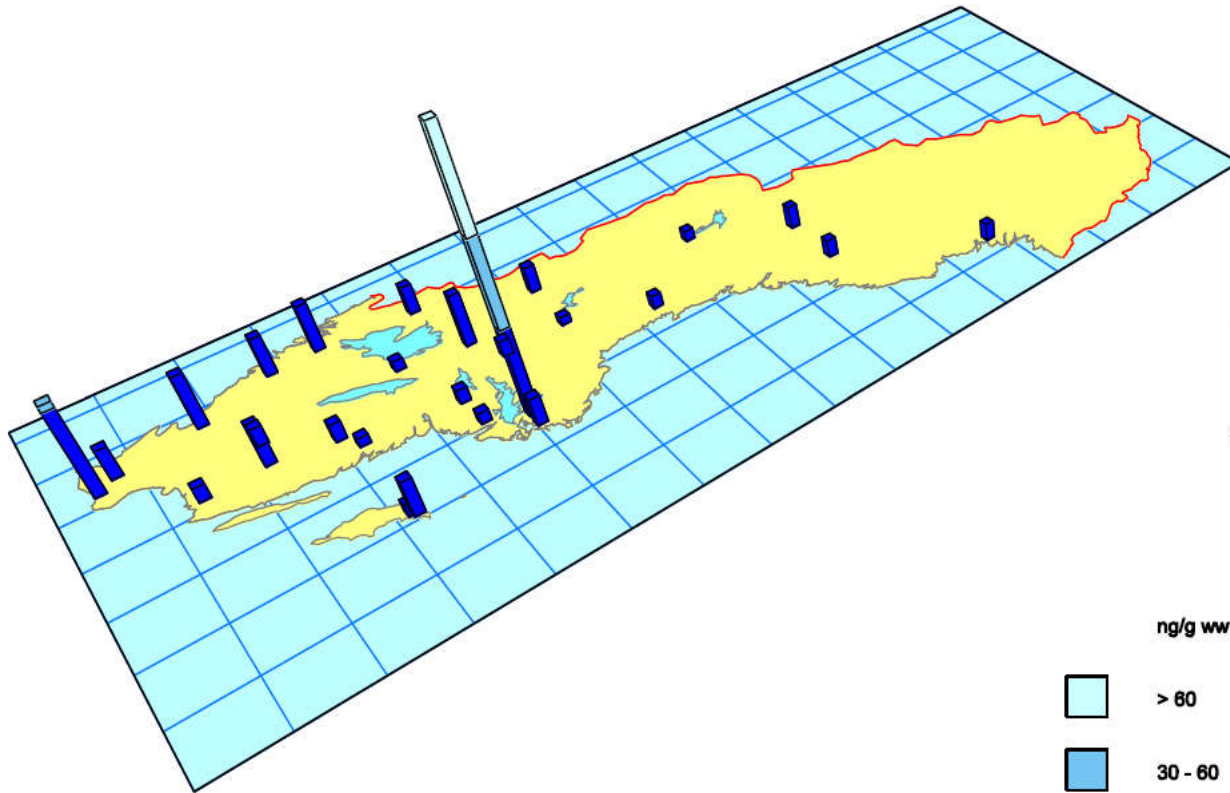
30

31

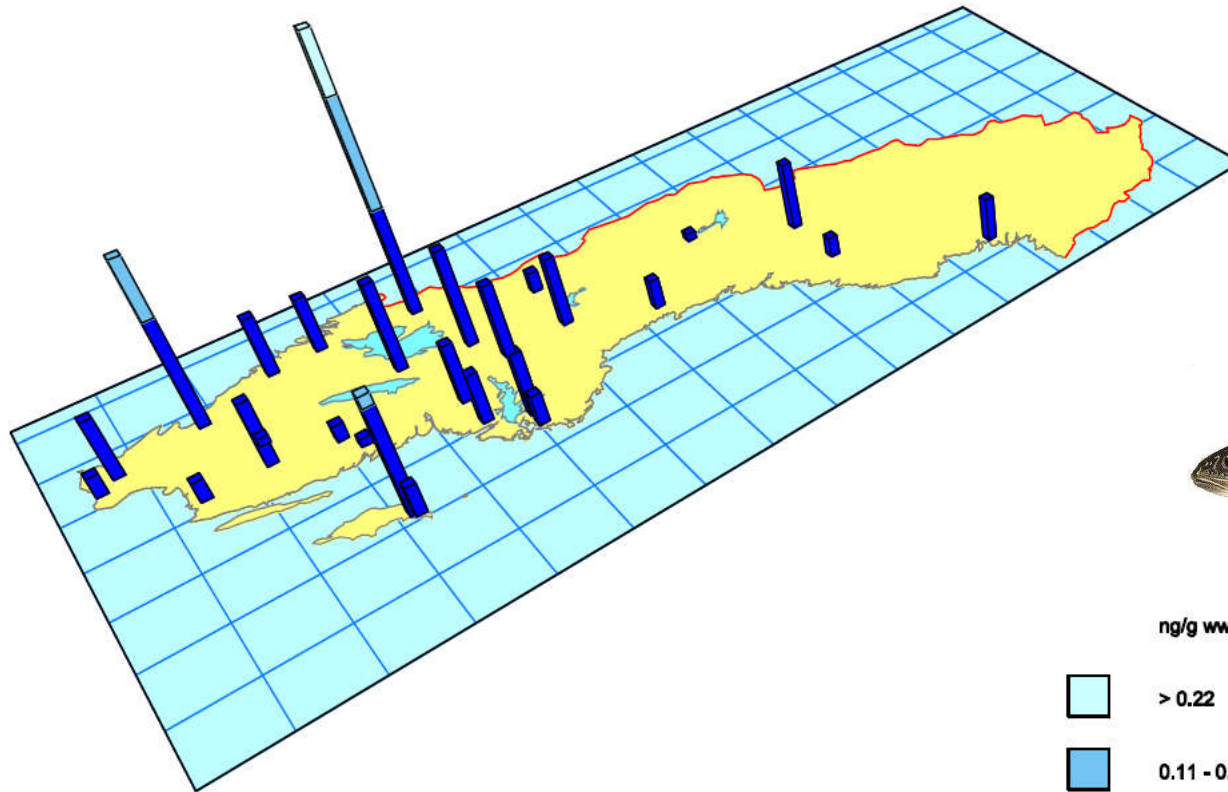
32



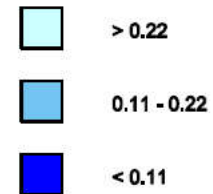
# PFOS (ng/g ww) i abborre, lever



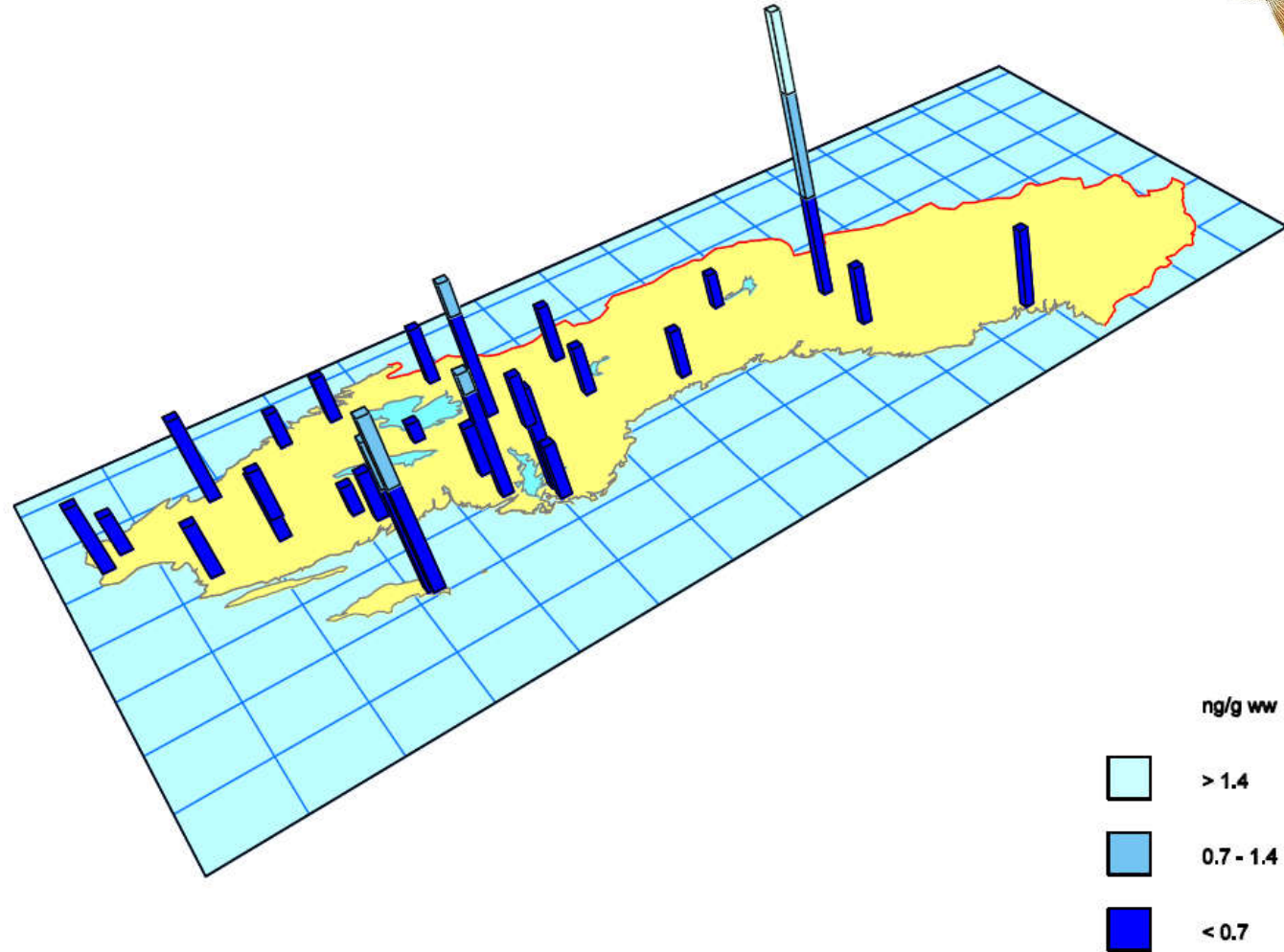
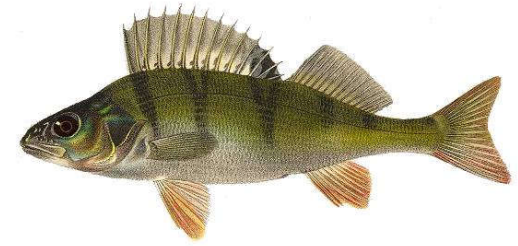
# FOSA (ng/g ww) i abborre, lever



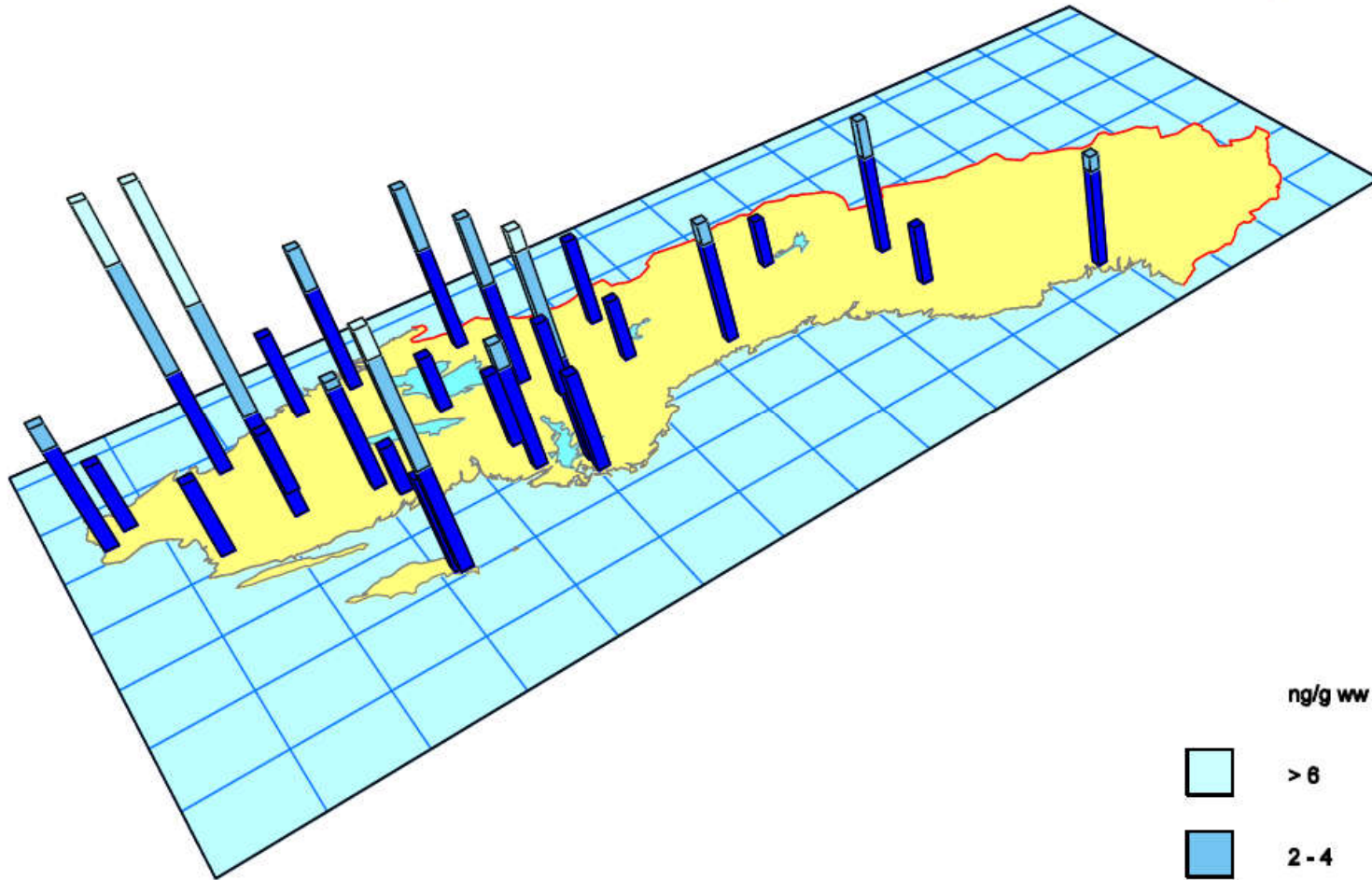
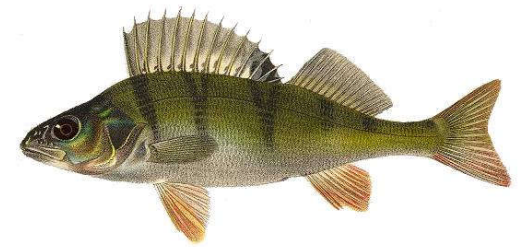
ng/g ww



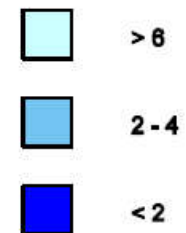
# PFNA (ng/g ww) i abborre, lever



# PFDA (ng/g ww) i abborre, lever

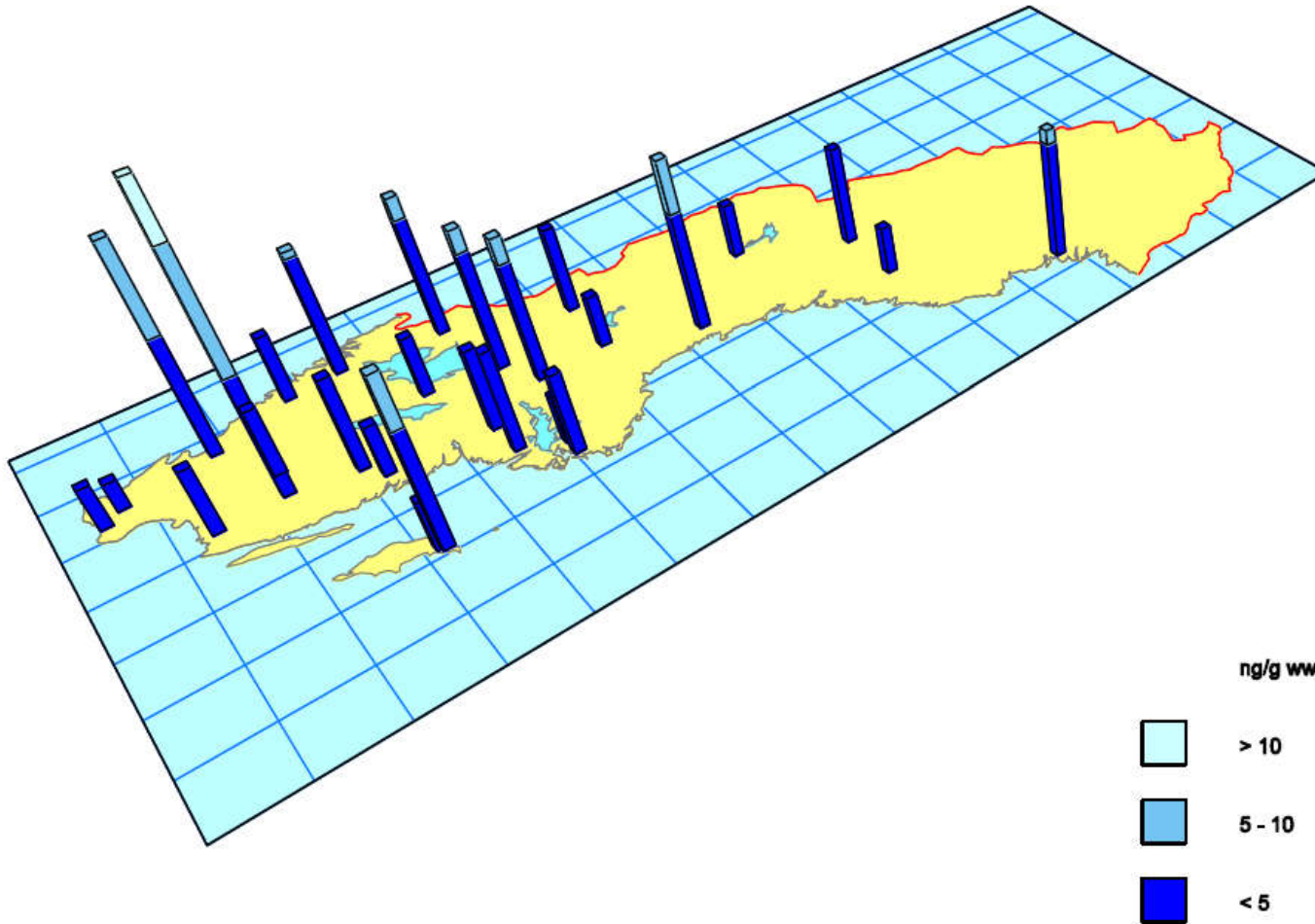
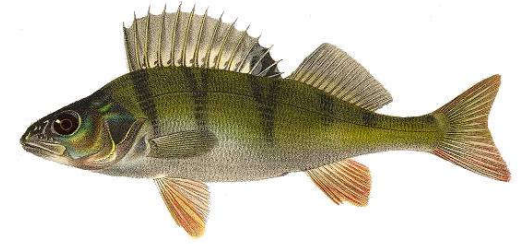


ng/g ww





# PFUnDA (ng/g ww) i abborre, lever

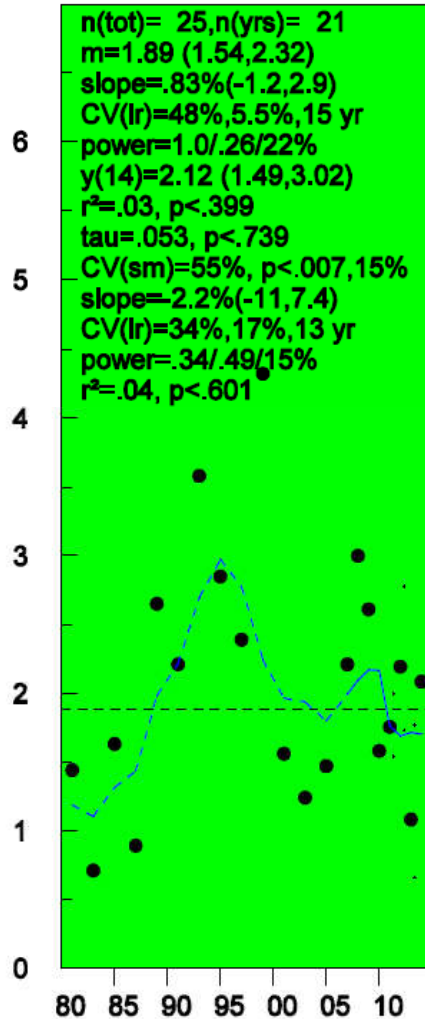


EQS biota: 9.1 ng/g w.w. in muscle >155 ng/g w.w. in liver

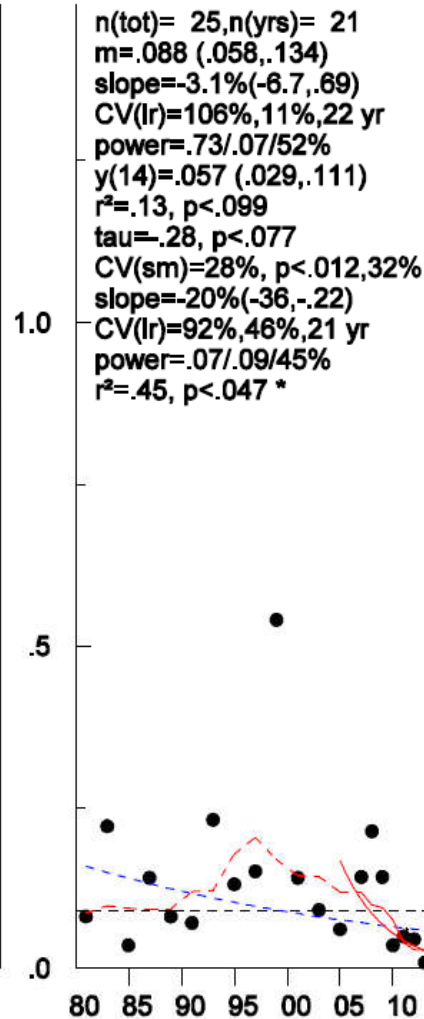


## Abiskojaure, arctic char, ng/g wet weight, liver

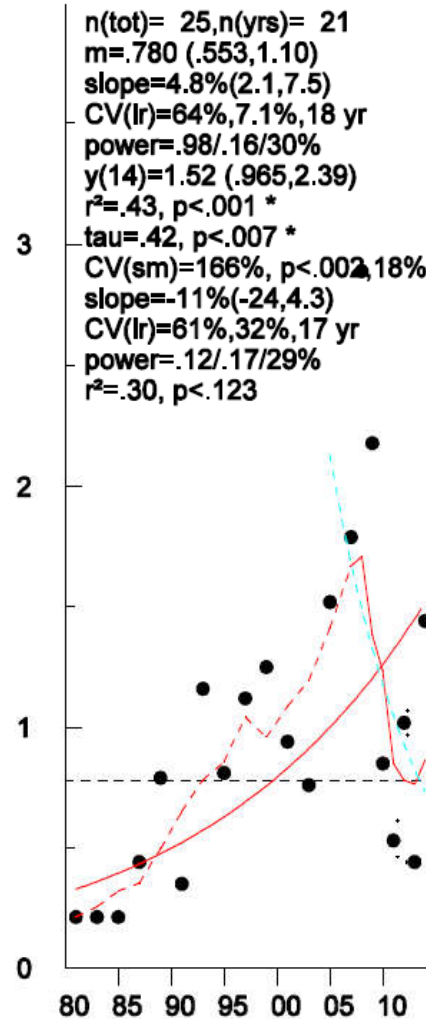
PFOS



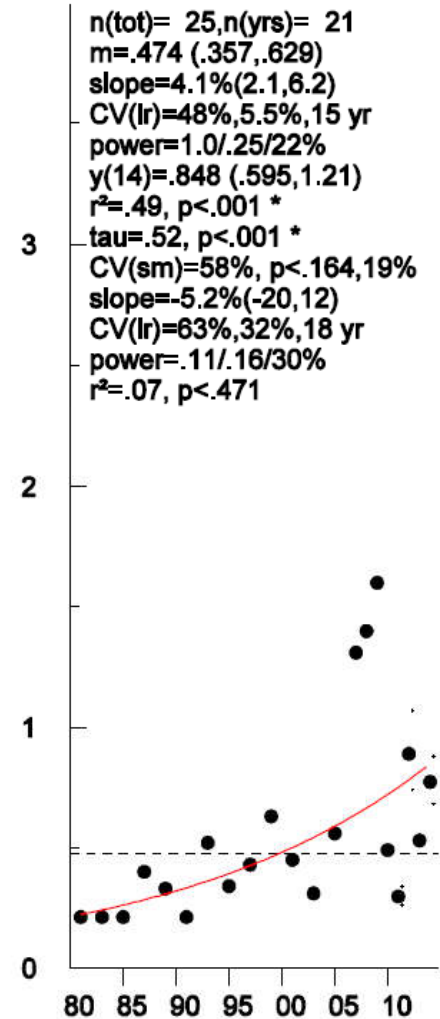
FOSA

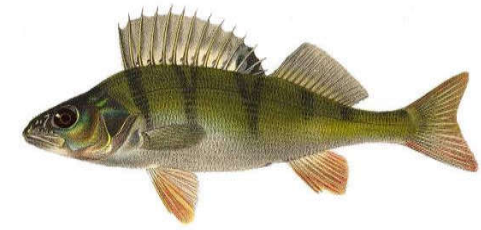


PFNA



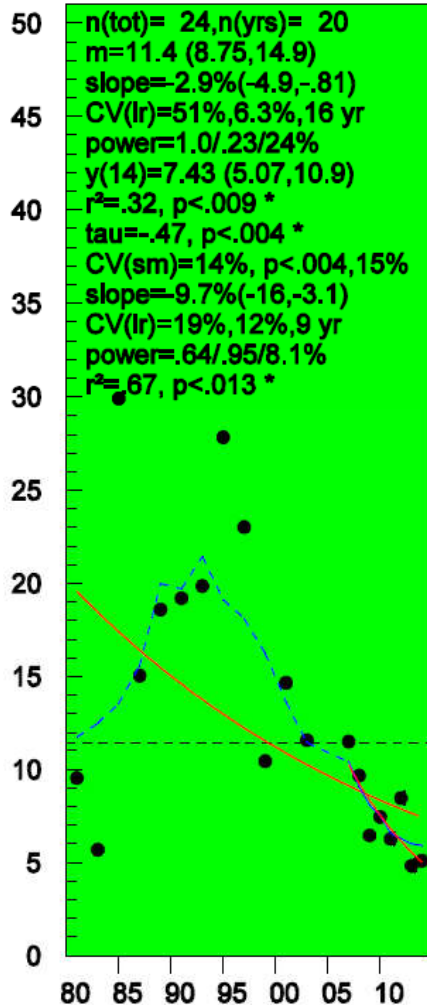
PFDA



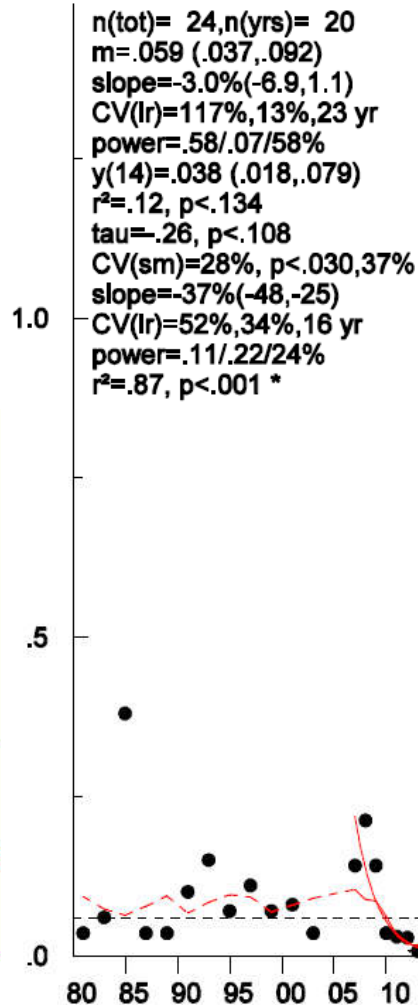


# Skärgölen, perch, ng/g wet weight, liver

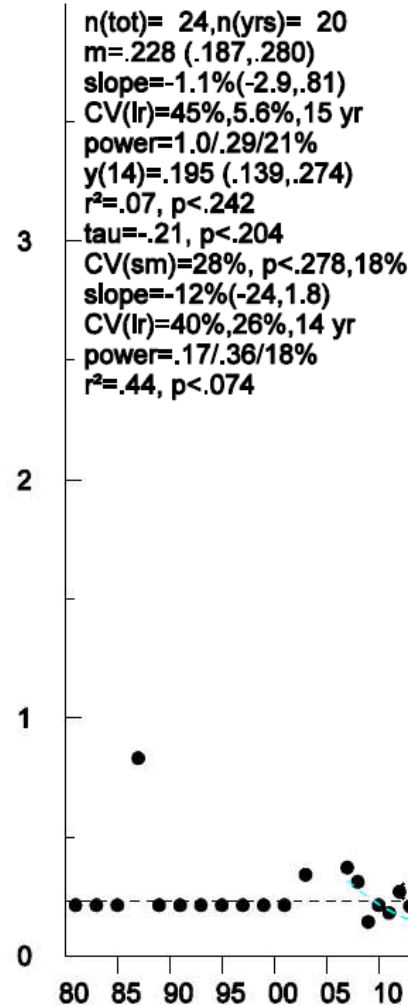
**PFOS**



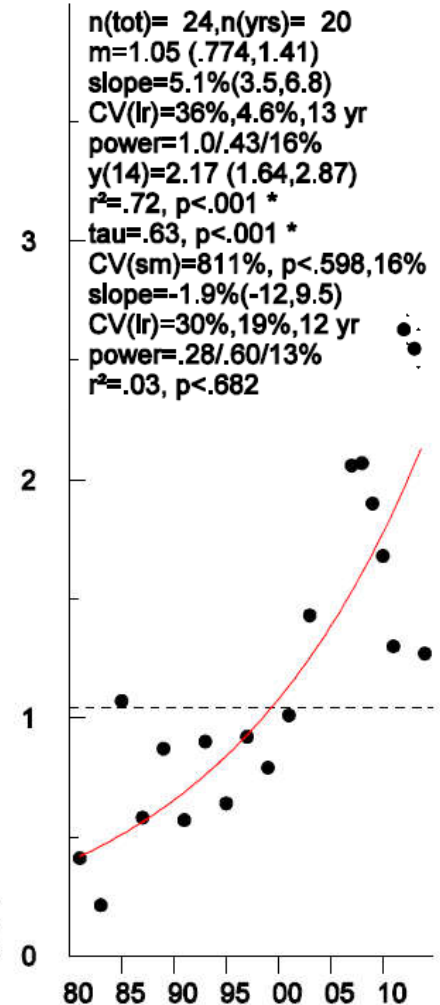
**FOSA**

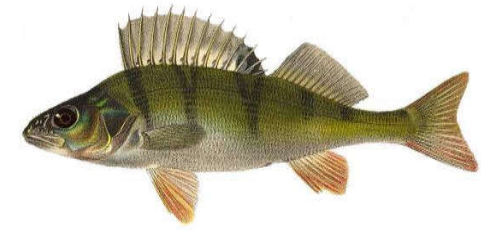


**PFNA**



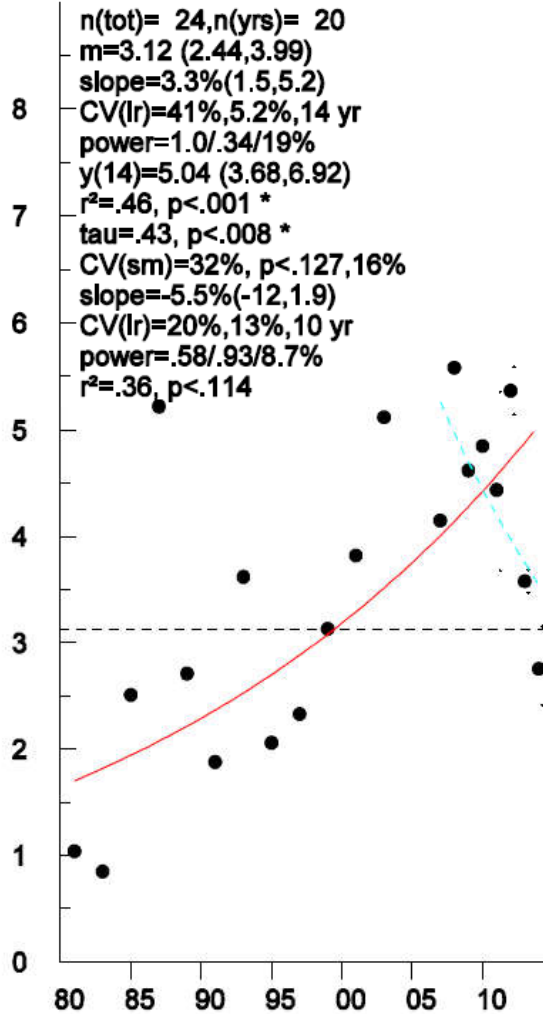
**PFDA**



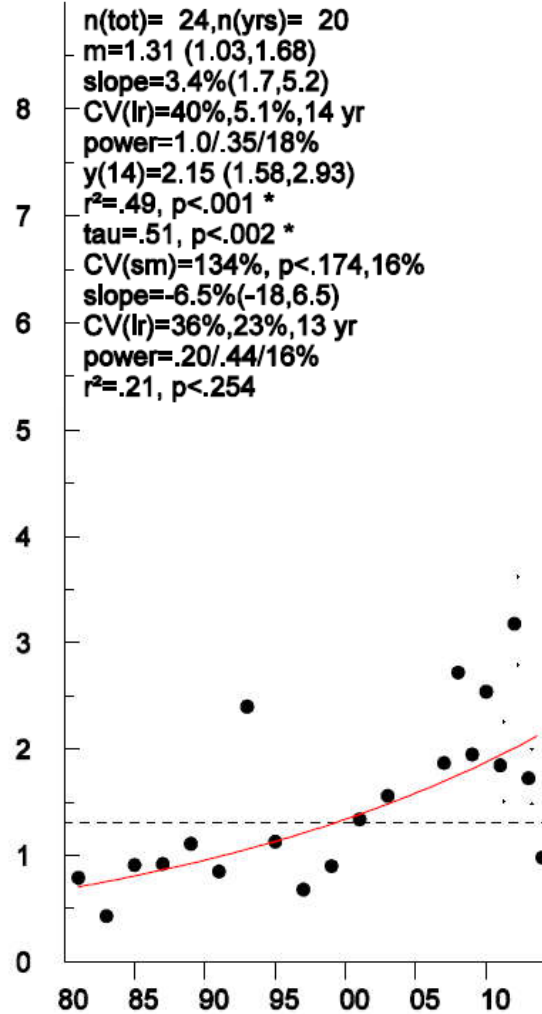


# Skärgölen, perch, ng/g wet weight, liver

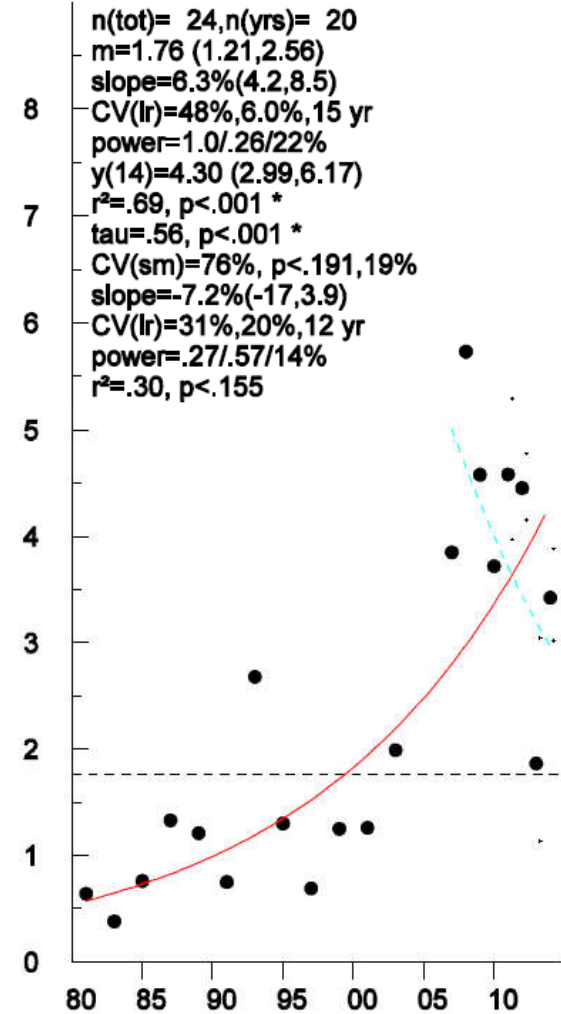
## PFUNDA



## PFDODA



## PFTRDA







## **Acknowledgements**

*Sara Danielsson<sup>1</sup>, Suzanne Faxneld<sup>1</sup>, Elisabeth Nyberg<sup>1</sup>,  
Henrik Dahlgren<sup>1</sup> Eva Kylberg<sup>1</sup>, Douglas Jones<sup>1</sup>*

*Urs Berger<sup>2,3</sup>, Jon Benskin<sup>3</sup>, Anne-Sofie Kärstrud<sup>3</sup>, Tomas Alsberg<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Swedish Museum of Natural History*

*<sup>2</sup>Helmholtz Centre for Environmental Research, Leipzig, Germany*

*<sup>3</sup>Stockholm University*

**NATURVÅRDSVERKET !**





Foto: Björn Helander

# PFAS-trender i människa

Anders Glynn

Senior risk- och nyttovärderare, toxikolog

*Livsmedelsverket*

# Samarbeten och finansiering

## Samarbeten:

**ACES:** Urs Berger, Robin Vestergren, Jon Benskin, Wouter Gebbink, Jana Johansson

**Naturhistoriska Riksmuseet:** Anders Bignert

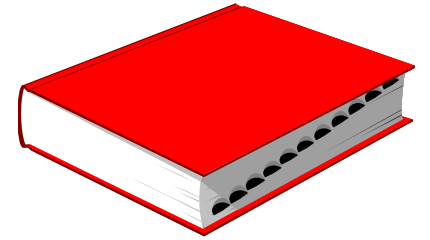
**Arbets- & miljömedicin, Lund:** Bo Jönsson, Christian Lindh

## Finansiering:

Naturvårdsverkets miljöövervakning, FORMAS, MSB, Livsmedelsverket,.....



# Innehåll



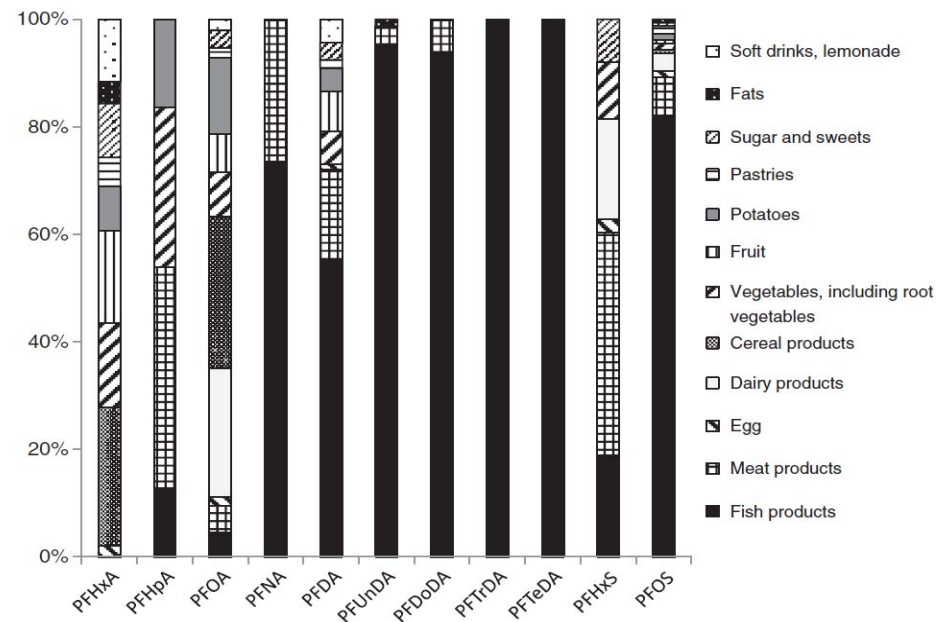
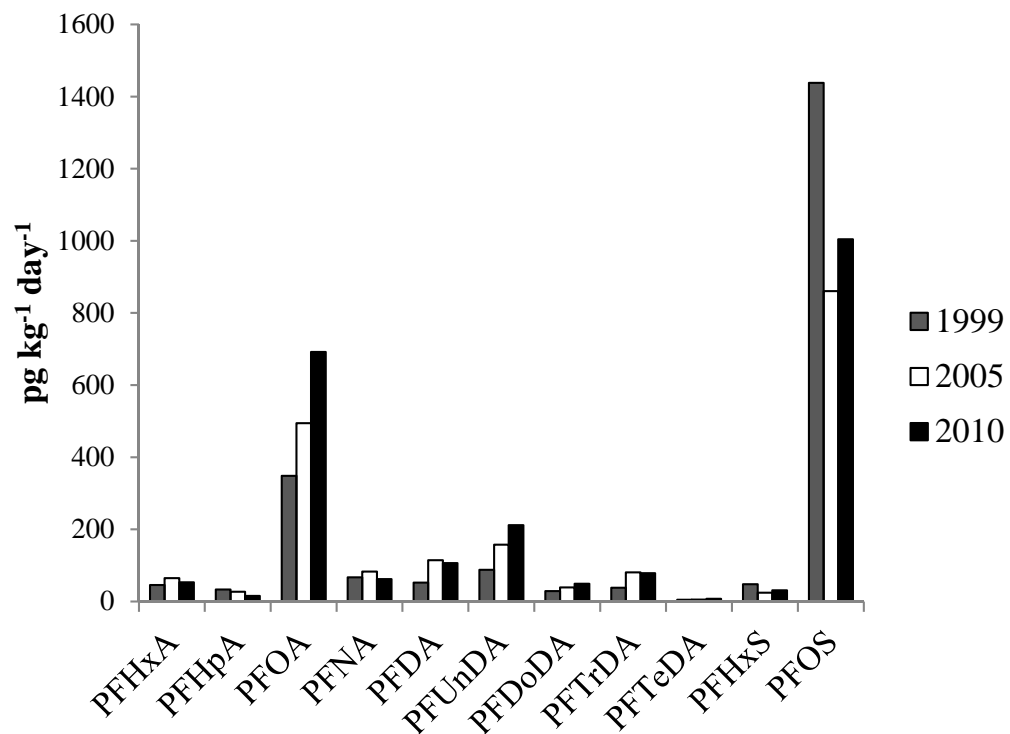
Källor för exponering

Trender – regionala och tids-

Riskbedömning

Vad händer framåt?

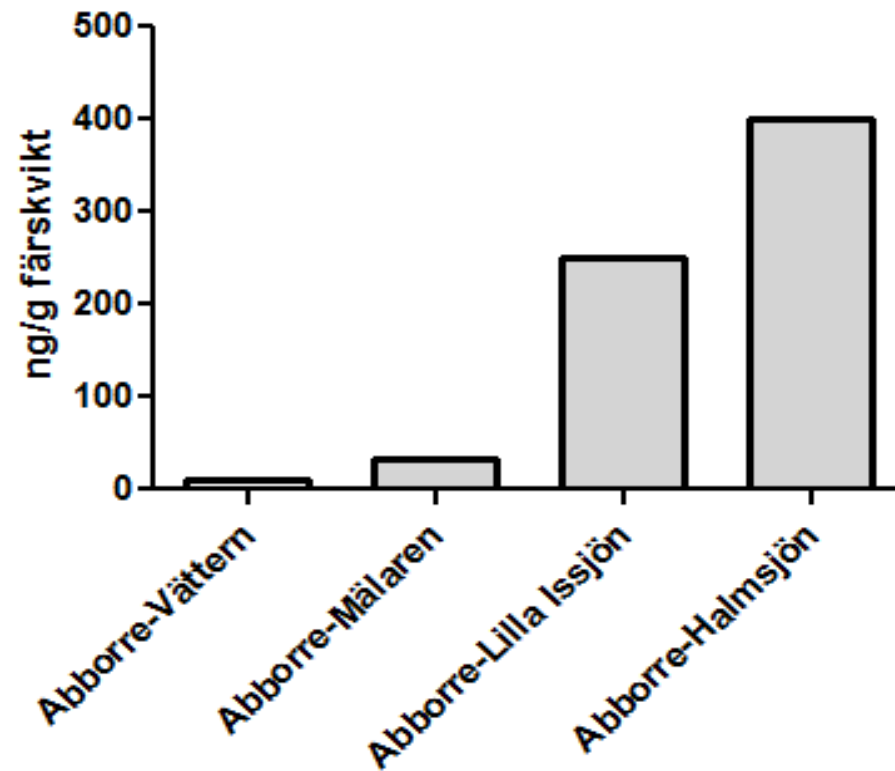
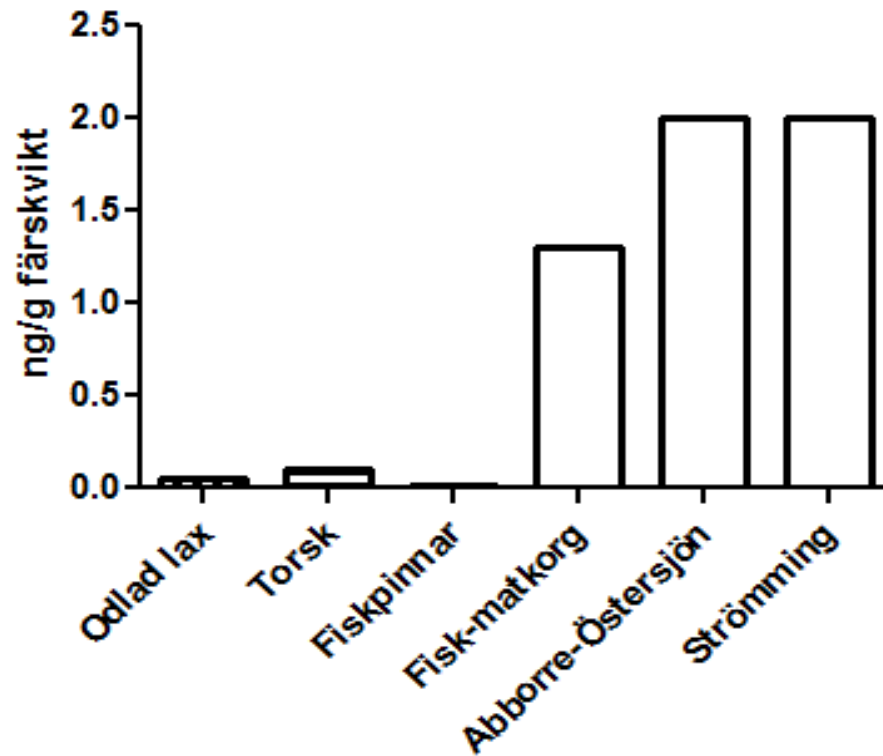
# Intag från livsmedel- Matkorgen 2010



Livsmedelsverket 2012, Vestergren et al, 2012

# Stor variation PFOS i fisk

## Litteraturdata



# Fiskkonsumtion bidrag till PFOS-exponering

Samband med fiskkonsumtion – Ingsjön (Hovgard et al. 2009)

Grupp (N)	Fiskkonsumtion		Medianålder	PFOS-halt (ng/ml)
	Ingsjöarna (ggr/år)	Övrigt (ggr/mån)		
A (13)	10	7	61	23 (3-204)
B (8)	0	5,5	62	20 (8,5-83)
C (8)	0	1,9	62	13 (3,9-17)



# Dricksvattnets bidrag till exponering

Medianintag vuxna Riksmaten 2010-11

Vattenkonsumtion 2 l, kroppsvikt 73,6 kg

Exempel drickvatten: Stockholm (ITM 2011), Uppsala (Glynn et al. 2012)

PFAA	Mat	Dricksvatten	% dricksvatten	Blodhalt (ng/ml)	
	(ng/kg/dag)	(ng/kg/dag)		Uppmätt	Beräkn
Stockholm (vuxna)					
PFOS (9 ng/l)	0.43	0.24	36	12 (median)	8
PFHxS (3 ng/l)	0.029	0.082	74	3,2 (median)	2,5
Uppsala (unga kvinnor)					
PFOS (30 ng/l)	0,43	0.81	64	7,3	14
PFHxS (45 ng/l)	0,029	1.2	98	7,4	27

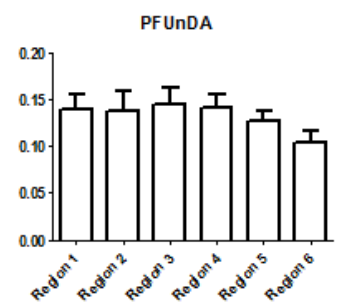
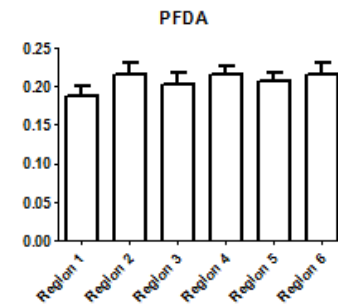
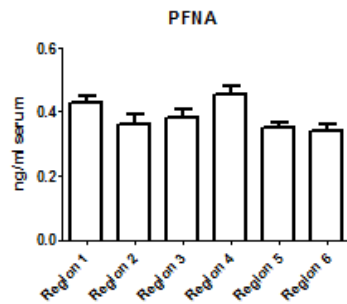
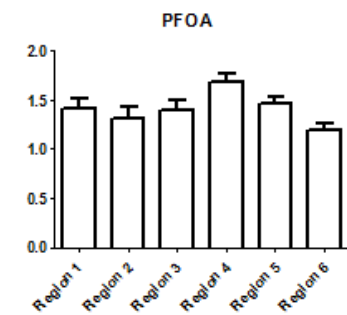
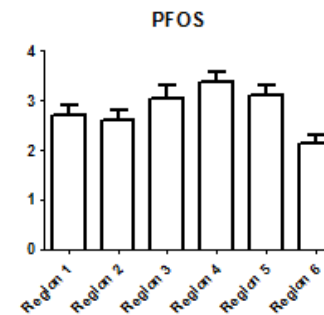
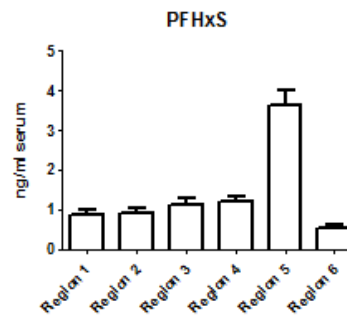
Teoretisk serumhalt (Fromme et al. 2007)

Medianhalt (Stockholm: Bjeremo et al 2013; Södra Uppsala: Gyllenhammar et al 2015)

# Regionala skillnader

MSB-barn 2014 (12 år) (Livsmedelsverket 2016)

AMM-regioner (Lund, Linköping, Örebro, Stockholm, Uppsala, Umeå)

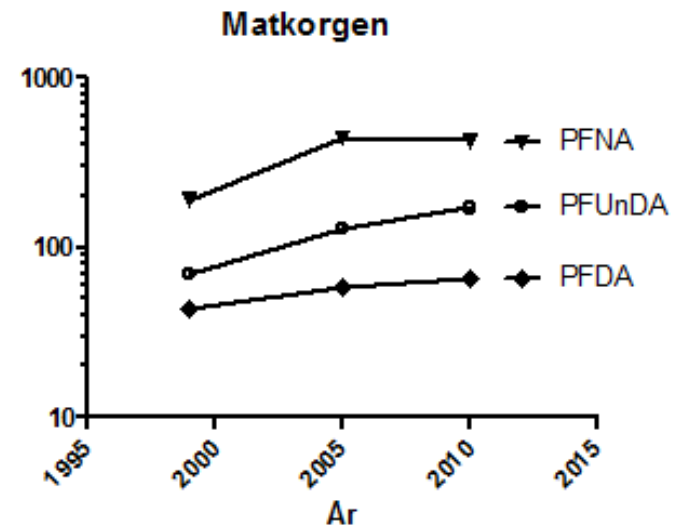
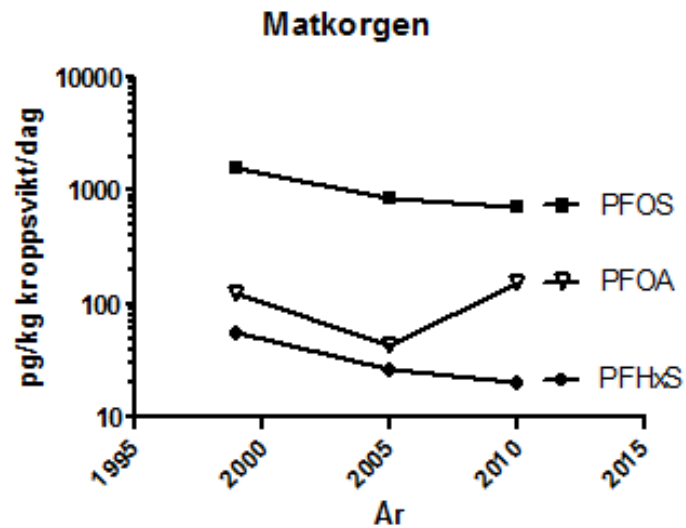


# Tidstrender i mat (Gebbink et al. 2015)

Matkorgen 1999-2010

Täcker över 80 % av livsmedelen på svenska marknaden

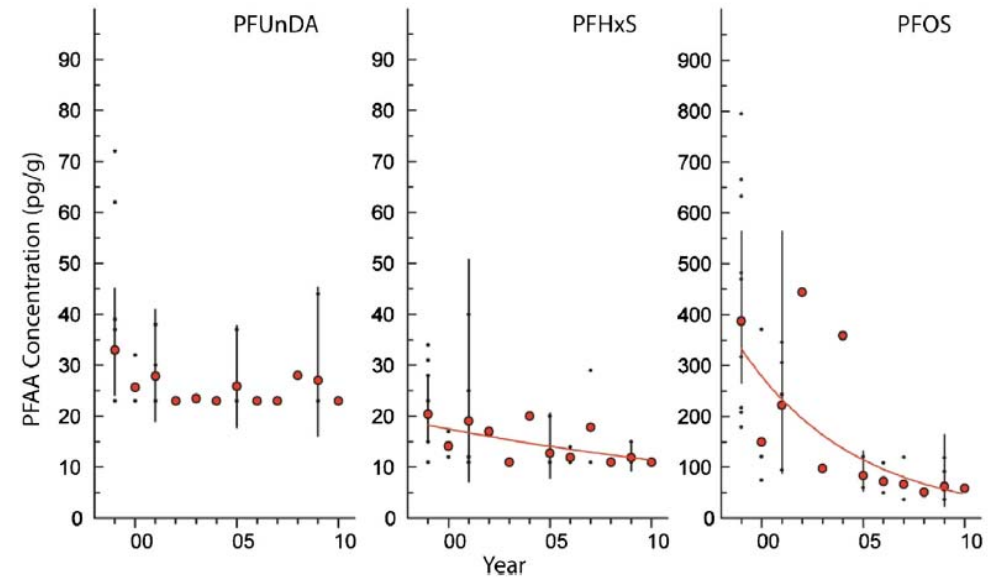
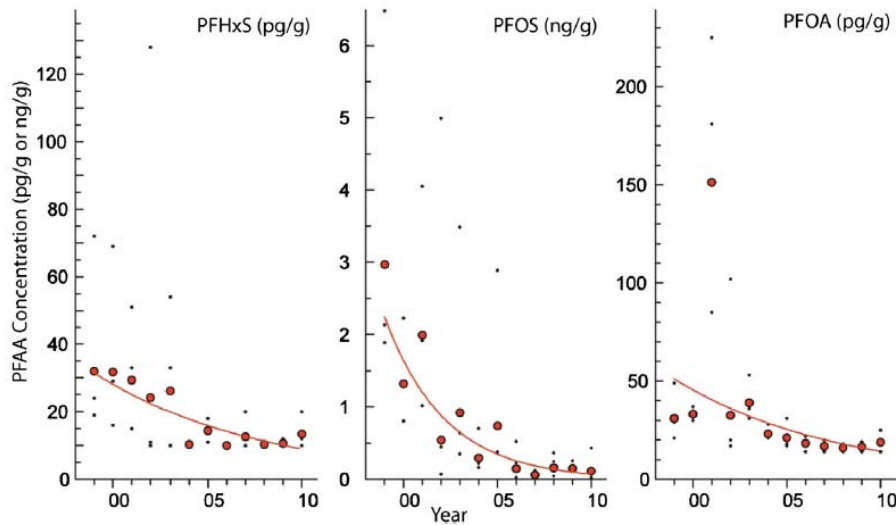
Per capita-intag



# Tidstrender i mat (Johansson et al. 2014)

PFAA i ägg och regnbåge. Svensk produktion 1999-2010

J.H. Johansson et al. / Environmental Pollution 188 (2014) 102–108

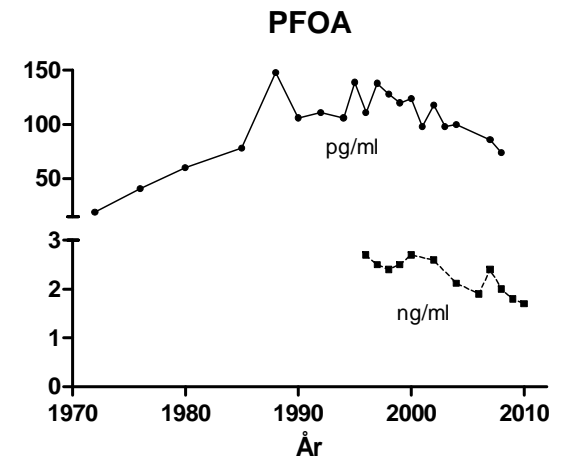
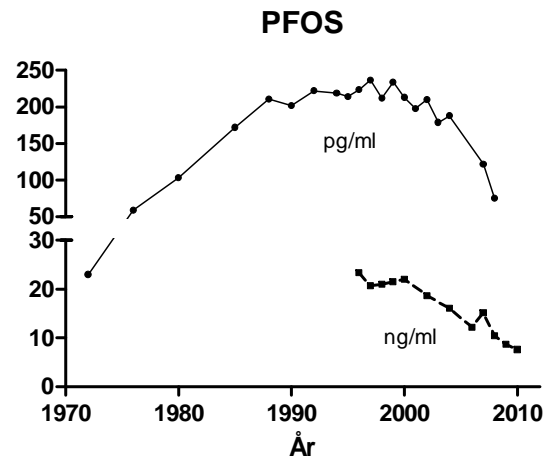
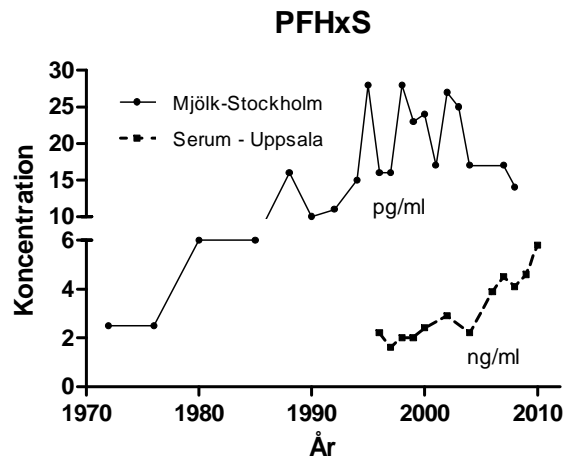




# Tidstrender unga kvinnor Stockholm/Uppsala

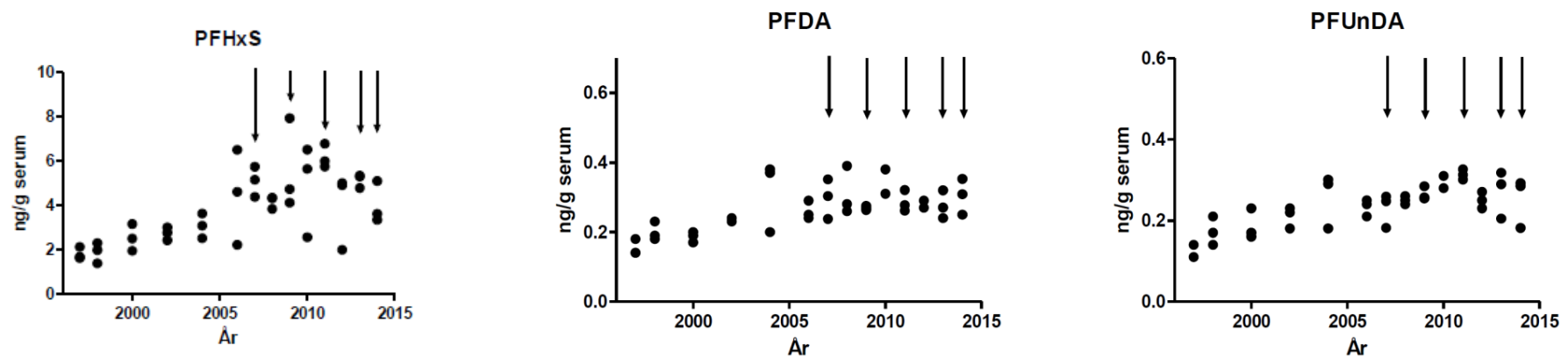
Modersmjölk Stockholm 1972-2009 (Sundström et al. 2011)

Serum Uppsala 1996-2010 (Glynn et al. 2012)



# Tidstrender unga kvinnor Uppsala

Serum Uppsala 1996-2014 (Glynn et al. 2016)



# Riskbedömning unga kvinnor Uppsala

Målet är att ha goda marginaler mellan nivåer som orsakar effekter och nivåer som befolkningen utsätts för

Serum Uppsala 2012-2014 (Glynn et al. 2016)

Substans	Effekt	Uppsala Serum halt (ng/ml) Median (max)	US EPA DWG-halt serum (ng/ml)	Uppsala procent av EPA Median (max)
PFOS	In utero, sänkt födelsevikt (råtta)	5,7 (16)	250 (o-faktor 30)	2 (6)
PFOA	In utero, benbildning, pubertet hanar	1,7 (3,8)	130 (o-faktor 300)	1 (3)

Kumulativ exponering????

Okända?????

Epidemiologi?????

# Framtid

Fortsatta trendstudier av PFAA i Uppsala

Viker de ökande halterna av?

Nya PFAS?

Uppdaterade haltdata livsmedel – Matkorgen 2015

Bättre trenddata PFAA

Nya PFAS?

Totalt organiskt fluor?

Biomonitorering Riksmaten 2016/17 ungdomar

Regionala skillnader

Kosten/drickvattnets betydelse

Ny riskbedömning av EFSA → sänkta hälsorelaterade riktvärden (TDI)

Revision av åtgärdsgräns för dricksvatten och fiskråd?





# Forskningsprogrammet Ronneby-PFAS

- pågående studier kring hälsoeffekter av exponering via kontaminerat dricksvatten

Kristin Scott

Arbets- och miljömedicin, Lunds Universitet



# Ronneby – vad hände?

---

- » 2013: PFAS i dricksvattnet från ett av Ronneby kommuns två vattenverk (Brantafors).
- » 1/3 av befolkningen
- » Brandsläckningsskum från flygplats nära dricksvattentäkt
- » Startår oklart – 1985?



# Ronneby – vad hände?

---

- » Varför Ronneby och inte Kallinge?
- » Det är inte bara Kallinge som är drabbat utan även omkringliggande byar och norra delarna av Ronneby tätort!

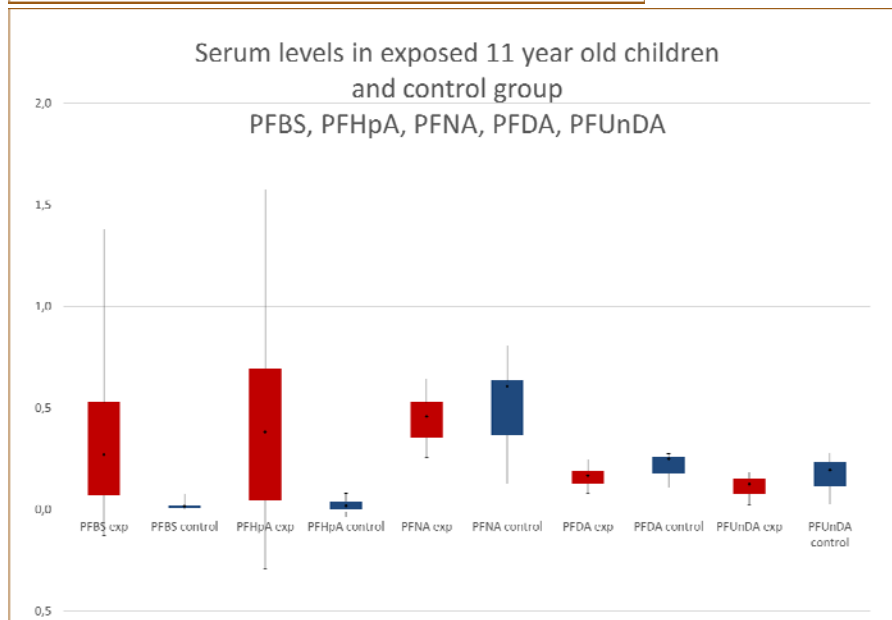
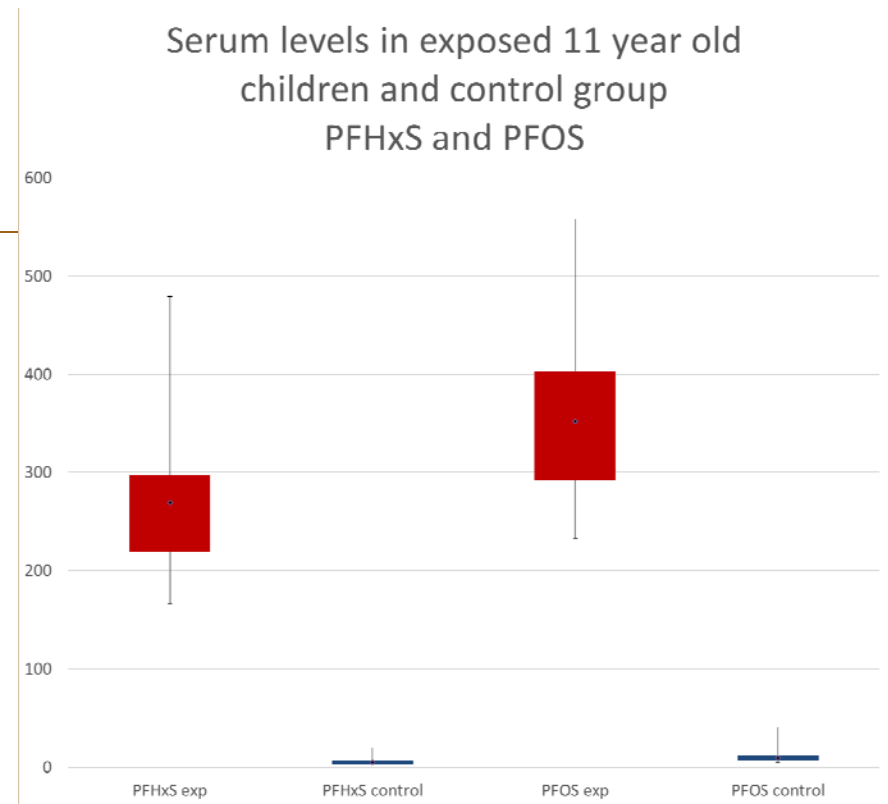
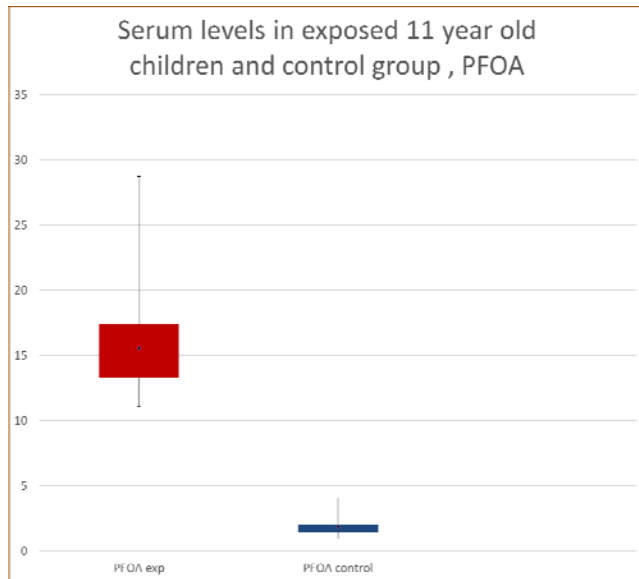


# Kartläggning av befolkningens serumnivåer

---

- » Information via media och kommunens hemsida
- » Öppna provtagningar, ca 20 i Ronneby och 5 på andra orter (juni 2014 till december 2015)
- » Ca 3500 individer
- » Kort frågeformulär
  
- » Individuellt besked om serumhalt per post
- » Möjlighet till kontakt med Arbets- och Miljömedicin Syd via telefon och mail

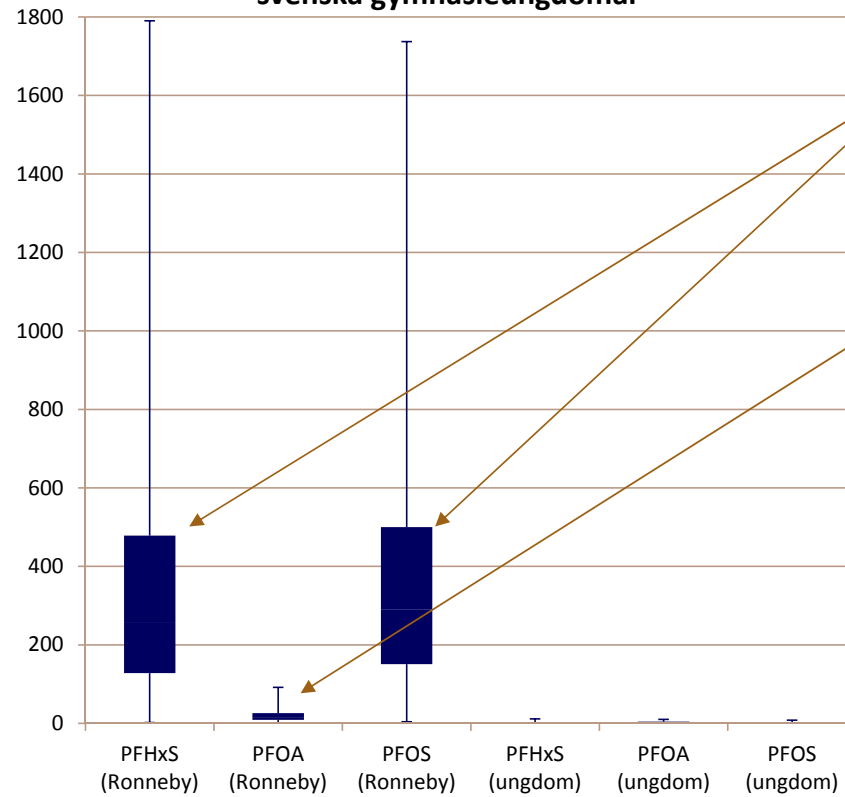




Ej detekterbara:  
 PFDS, PFHxA, PFDoDA, PFTTrDA,  
 PFTeDA, PFHxDA och PFODA

# Befolkningens serumnivåer (n = 1030)

Serumhalter PFHxS, PFOA och PFOS (ng/ml)  
hos befolkningen i Ronneby respektive  
svenska gymnasieungdomar



100 ggr bakgrunds-  
populationen

20 ggr bakgrunds-  
populationen

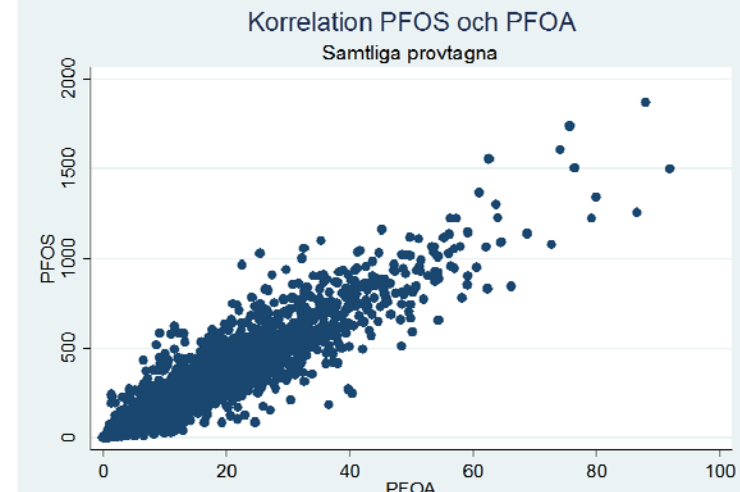
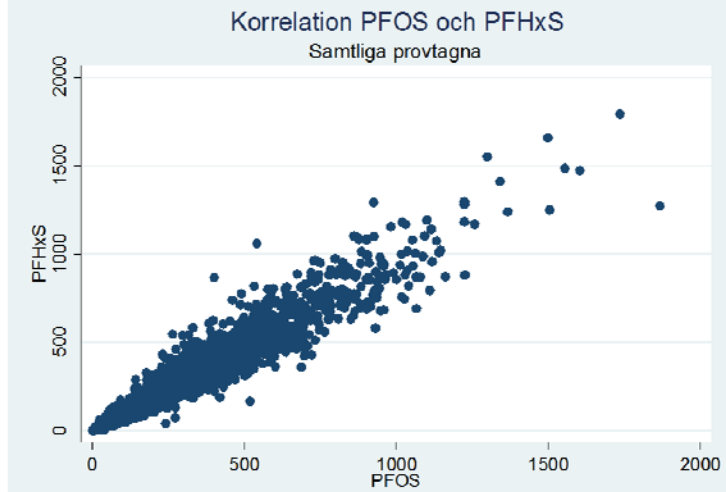
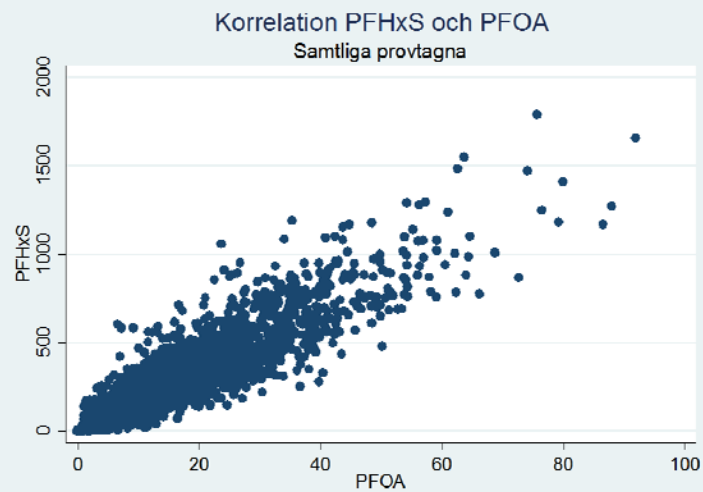
## 3444 prov från de öppna provtagningarna

---

	PFHxS	PFOA	PFOS
Min	0	0	0,6
5 percentil	8	1	13
25 percentil	60	5	71
50 percentil	152	10	176
75 percentil	324	19	345
95 percentil	716	37	730
Max	1790	92	1868
Medelvärde	228	14	245

# Korrelation mellan de tre ämnen som hittas i förhöjda halter (3444 prov)

	Korrelationskoefficient
PFHxS – PFOA	0.92
PFHxS – PFOS	0.96
PFOS – PFOA	0.95





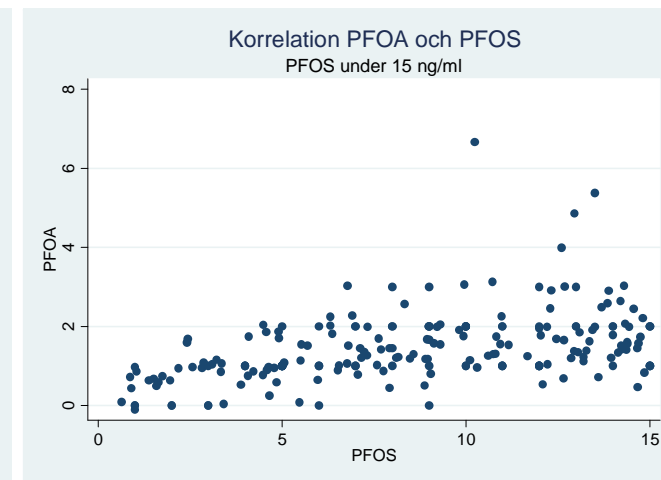
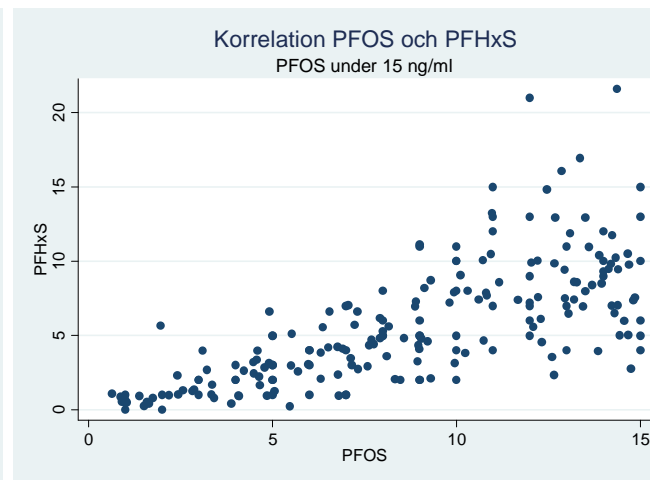
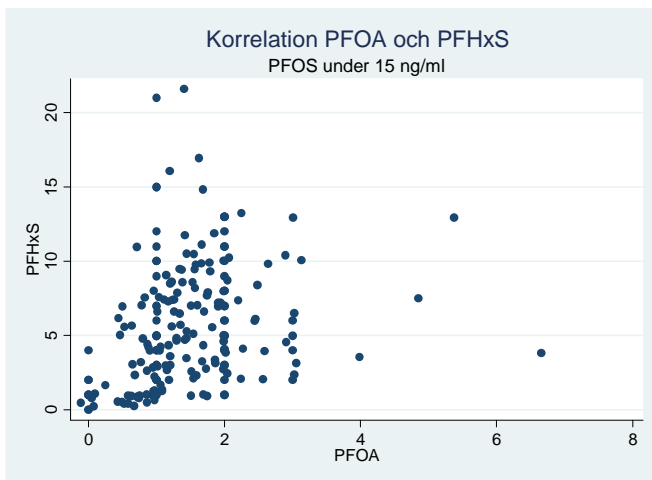
## PFOS under 15 ng/ml

---

	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
PFHxS	208	5,6	4,0	0	21,6
PFOA	208	1,5	0,88	0	6,7
PFOS	208	8,7	4,2	0,6	15

# Korrelation mellan de tre ämnen som hittas i förhöjda halter, PFOS under 15 ng/ml (208 individer)

	Korrelationskoefficient
PFHxS – PFOA	0.27
PFHxS – PFOS	0.72
PFOS – PFOA	0.45



## PFOS mellan 250 och 450 ng/ml

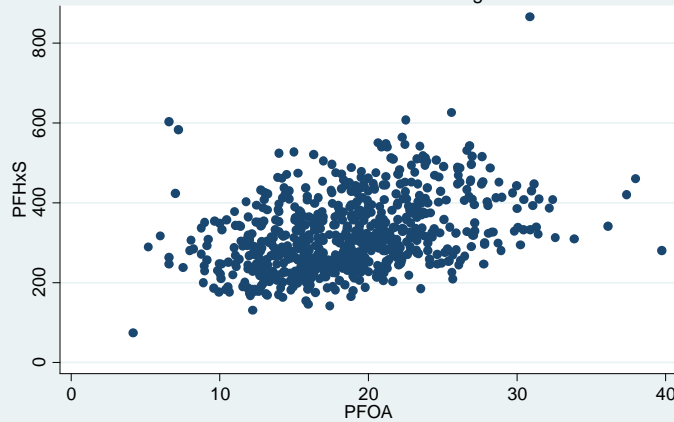
---

	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
PFHxS	706	319	93	74	865
PFOA	706	19	5	4	40
PFOS	706	337	58	250	449

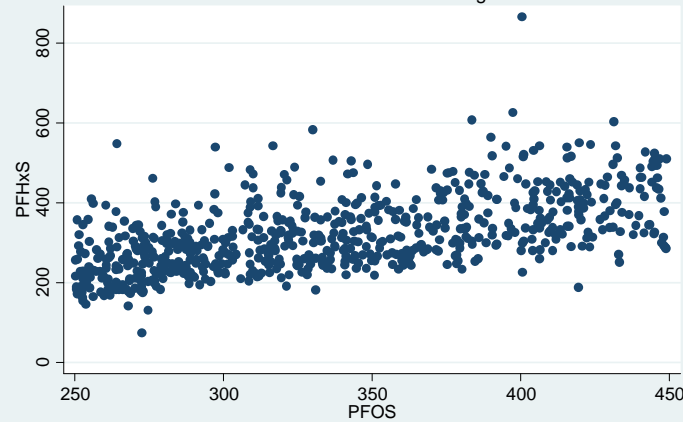
# Korrelation mellan de tre ämnen som hittas i förhöjda halter, PFOS mellan 250 och 450 ng/ml (706 individer)

	Korrelationskoefficient
PFHxS – PFOA	0.37
PFHxS – PFOS	0.59
PFOS – PFOA	0.46

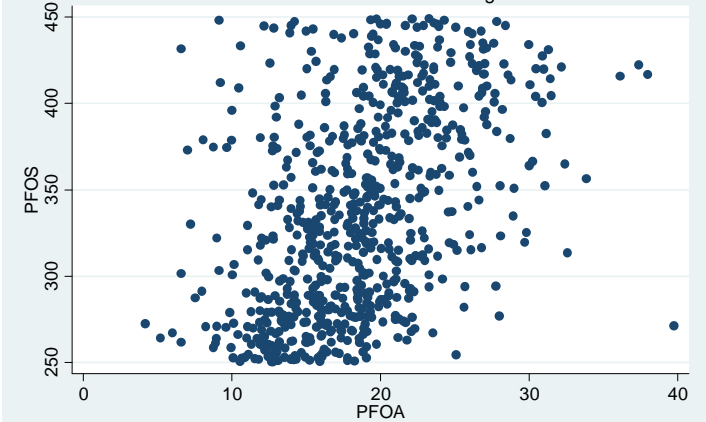
Korrelation PFHxS och PFOA  
PFOS mellan 250 och 450 ng/ml



Korrelation PFHxS och PFOS  
PFOS mellan 250 och 450 ng/ml



Korrelation PFOS och PFOA  
PFOS mellan 250 och 450 ng/ml



# PFOS över 450 ng/ml

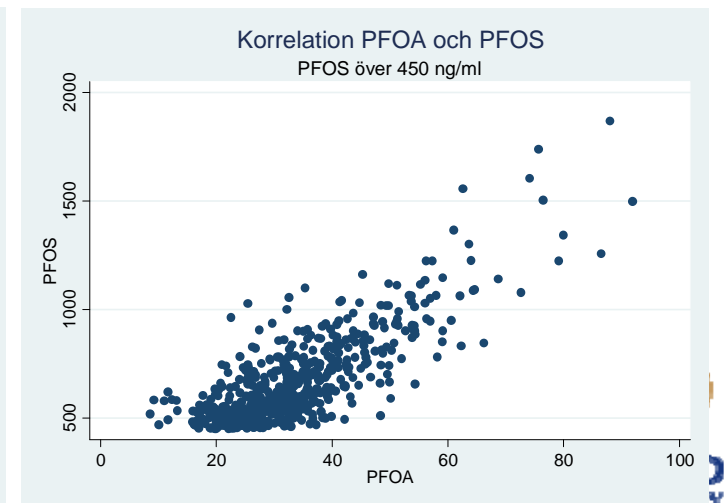
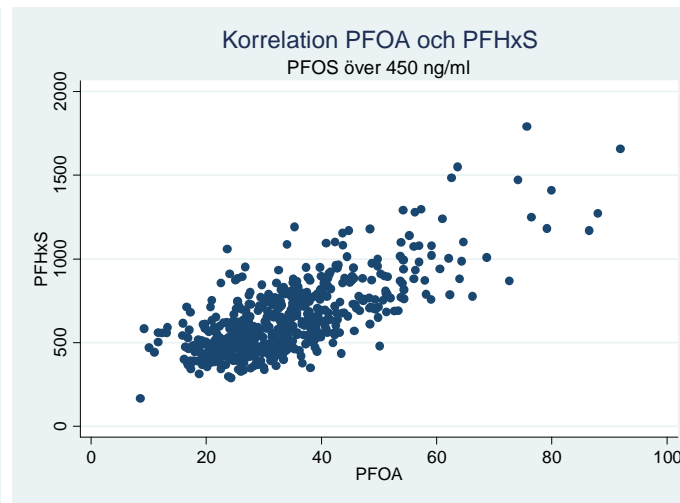
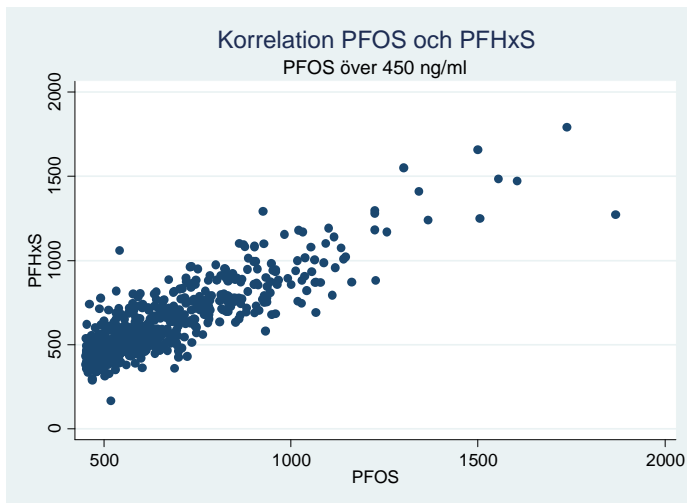
---

	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
PFHxS	562	639	219	164	1790
PFOA	562	34	9	9	92
PFOS	562	672	207	451	1868



# Korrelation mellan de tre ämnen som hittas i förhöjda halter, PFOS över 450 ng/ml (562 individer)

	Korrelationskoefficient
PFHxS – PFOA	0.74
PFHxS – PFOS	0.86
PFOS – PFOA	0.80



# Behövs kontrollgrupp?

---

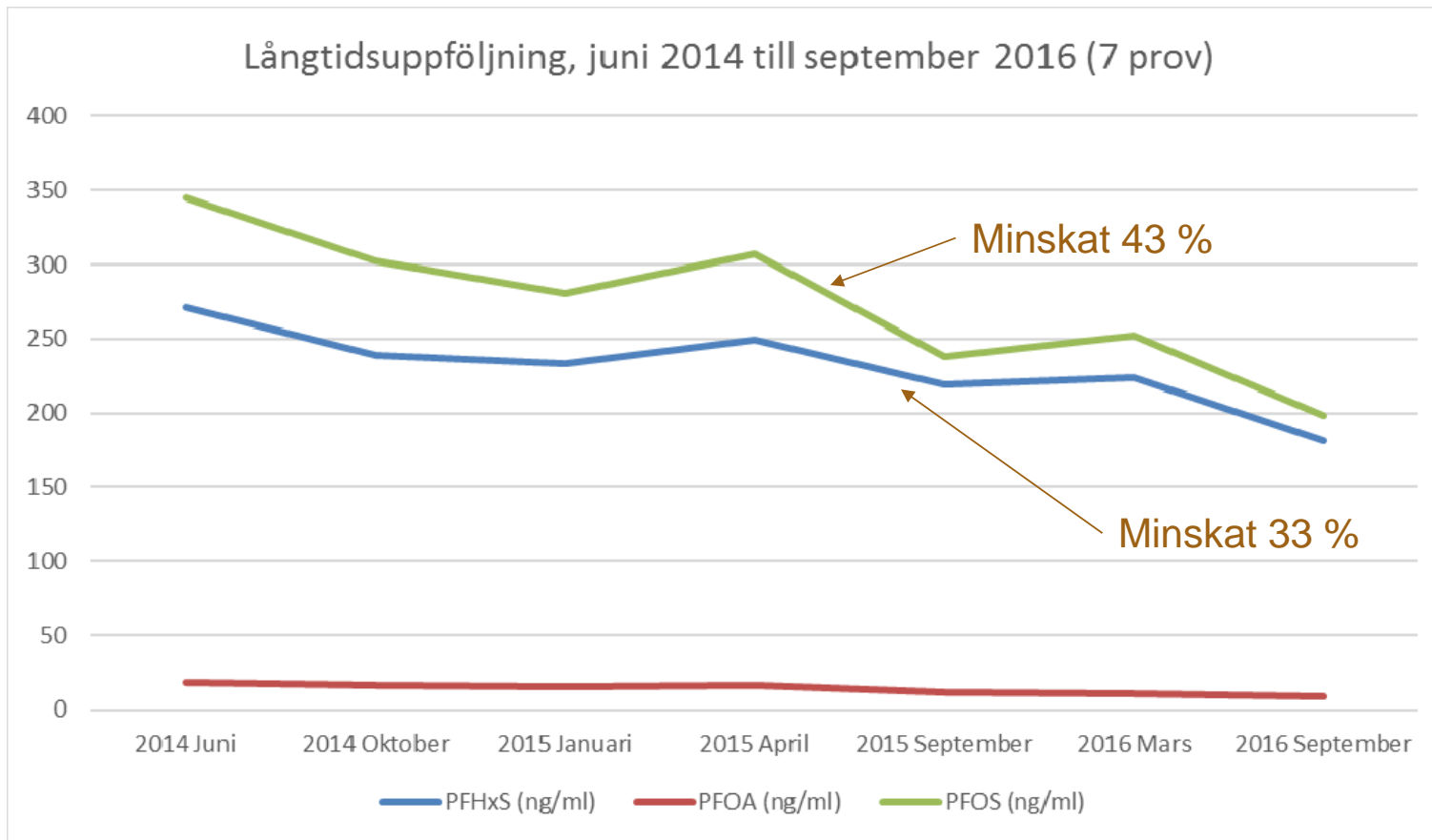
- » Svårt att få o-exponerade Ronnebybor till provtagningar
- » Även de som inte bott inom exponerat område ligger lite högt
- » Provtagningar i grannkommunen Karlshamn
- » Juni-september 2016
- » Vuxna 20-60 år (181 provtagna), barn 10-12 år (89 provtagna)
- » Serum, helblod, urin och feces

# Långtidsuppföljning - halveringstid

---

- » Start; juni 2014
- » 113 individer
- » 3 månader mellan mätningarna initialt, nu 6 månader

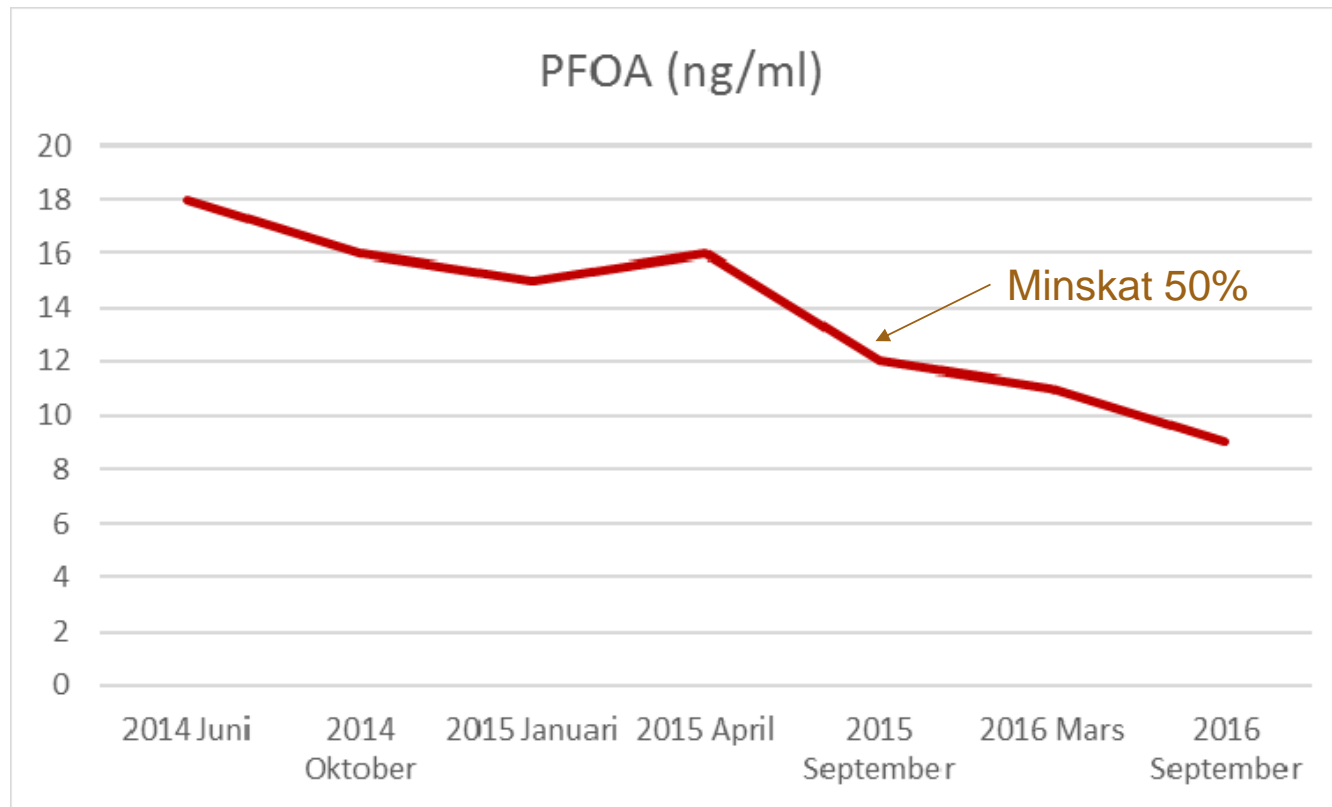
# Långtidsuppföljning, median för hela gruppen, 113 personer



Tydlig minskning på  
gruppnivå, men  
betydande variation  
mellan individer

# Långtidsuppföljning, median för hela gruppen, 113 personer

---



Tydlig minskning på gruppnivå, men betydande variation mellan individer



# Juni-september 2016: Ny provtagning av 185 personer som deltog 2014

---

- » Vuxna 20-60 år
- » Barn 10-13 år
- » Två blodprov med två veckors mellanrum
- » Feces och urin
- » Frågeformulär



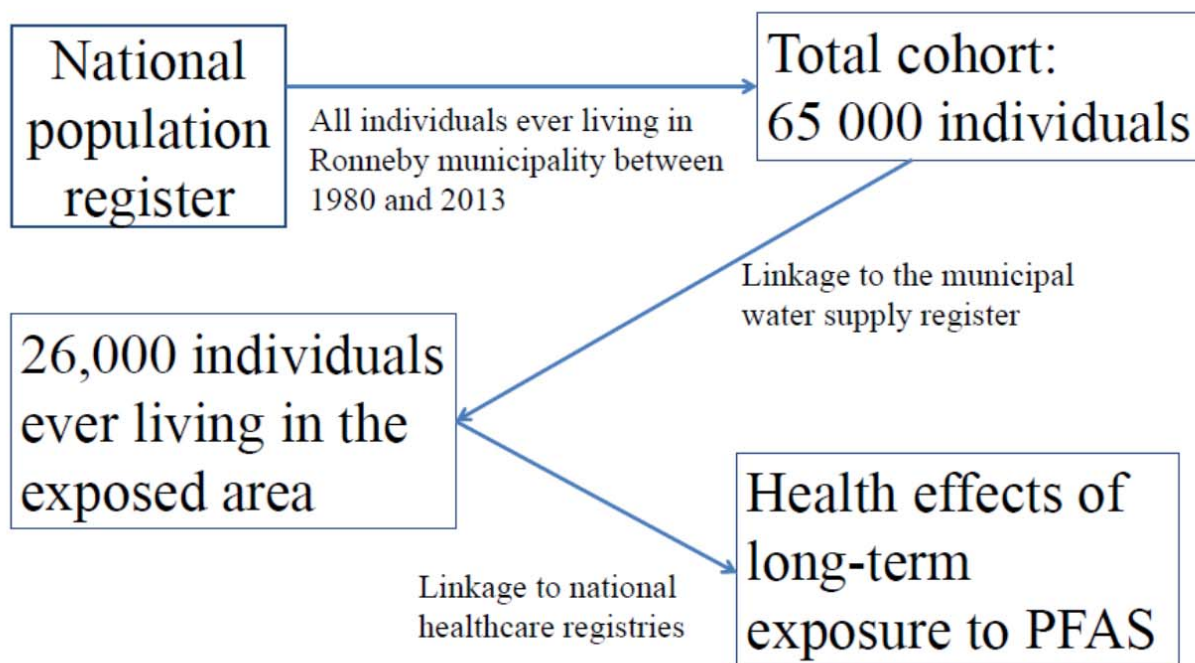
# Överföring mamma-barn

---

- » Alla (svensktalande) gravida kvinnor i Ronneby bjuds in sedan april 2015
- » Idag ca 100 kvinnor
- » Provtagningar
  - Tidig graviditet (blod mamma, frågeformulär mamma och pappa)
  - Förlossning (blod mamma, navelsträngs blod och moderkaka)
  - Bröstmjök (råmjök och mogen)
  - Återbesök MVC (blod mamma)
  - 1 år (blod mamma och barn, frågeformulär)



# Registerstudier – ”Ronnebykohorten”



- Sköldkörtelrubbing
- Cancerdiagnoser
- Ulcerös kolit
- Högt kolesterol

# Registerstudier – gravida kvinnors och barns hälsa

---

- » Medicinska födelseregistret
- » Alla förlossningar i Ronneby kommun mellan 1985 och 2013
- » Ca 300 förlossningar per år varav 50 i exponerat område
- » Referensgrupper:      1) Lågexponerad Ronneby  
                                 2) Hela Blekinge

## Graviditetskomplikationer

- Havandeskapsförgiftning
- Högt blodtryck
- Graviditetsdiabetes

## Födelseutfall

- Födelsevikt, -längd och huvudomfång
- Graviditetslängd
- Apgar-score

*Missbildningar och dödfödslar*

# Journaldata – barns tillväxt 0-7 år

---

- » Journaler från barnhälsovård och skolhälsovård
- » Alla barn i Ronnebykohorten födda 1999 - 2009
- » 2500 – 3000 barn
- » Referensgrupp ?

## Tillväxtmått

- Längd
- Vikt
- Huvudomfång
- Avvikelser från förväntad tillväxtkurva



# Barnvaccinationsstudie

---

- » Påverkar PFAS immunförsvaret och därmed skyddet av vaccinationer?
- » Del 1:
  - Alla barn under 18 år som deltagit i de öppna provtagningarna.
  - Information om vaccinationer hämtas från BVC och skolhälsovårdsjournaler
  - Blodproven testas för antikroppar mot de vacciner som ingår i barnvaccinationsprogrammet
- » Del 2:
  - Flickor som vaccineras mot HPV lämnar blodprov vid andra vaccinationstillfället
  - Mäter halten antikroppar och PFAS
  - Uppföljning efter 4-5 år

# Biomarkörer för effekt – biobankade prover

---

Dos- respons samband mellan halt av PFAS och

thyroideahormoner, blodfetter, njurfunktion, reproduktionshormoner.....

- Tvärsnittsstudier
- Retrospektiv exponeringsmodellering



# Övriga studier

---

- » Epigenetiska förändringar
- » Metabolomics
- » Mag-tarmskanalens slemhinna och mikrobiom
  
- » Modellering av human exponering
  
- » *Halter i bottensediment*
- » *Exponering och effekt i fisk*





**LUND**  
**UNIVERSITY**

[kristin.scott@med.lu.se](mailto:kristin.scott@med.lu.se)