

PFAS och hälsa

Vad kan vi säga om det vi vet och om det vi inte vet?

Kristina Jakobsson
HÄMI, Umeå 2024

Ronneby **PFAS Research Program**



UNIVERSITY OF
GOTHENBURG



LUND
UNIVERSITY

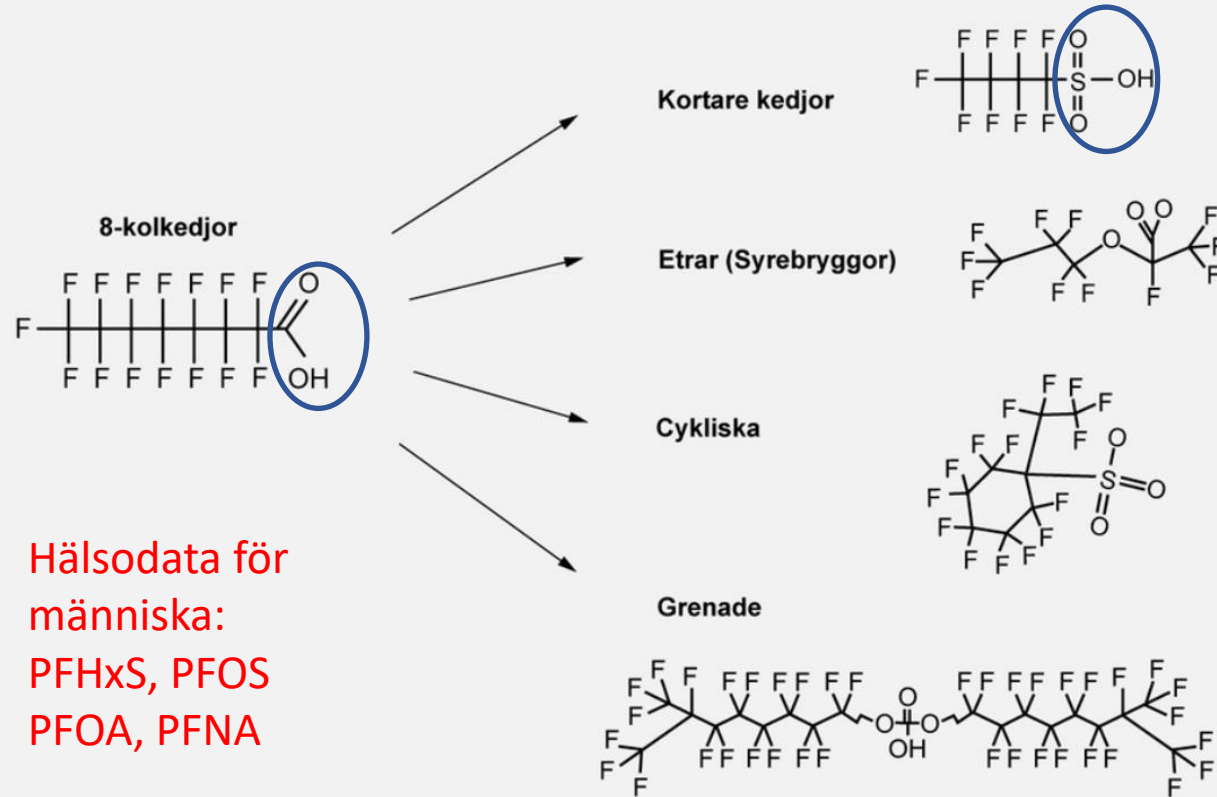
LONDON
SCHOOL of
HYGIENE
& TROPICAL
MEDICINE



PFAS - per- och polyfluorerade ämnen

> 10 000 olika

- Inte naturligt förekommande
- Mycket stabila (C-F)
- Både lipofil och hydrofil
- Anrikas i näringskedjan
- Metaboliseras inte
- Utsöndras via tarm och i urinen
- Inte akut toxiska
- Många olika misstänkta hälsoeffekter



Bilden visar exempel på olika strukturer av PFAS som är stabila trots att alla inte innehåller en lång traditionell kolkedja.

ALLA

Föda

Ibland dricksvatten

Inandning - PFAS i hemmiljön

Hudupptag: mycket begränsat

ARBETSPLATSER

Tillverkning av PFAS eller
produkter med PFAS

Sysslat med impregnering och
ytbehandlingar

Brandmän

Reningsverk, avfallshantering

TABLE 1 Occupations with potential PFAS exposure.

Automobile car wash workers

Automobile painters

Carpet installers

Cleaners/janitors

Concrete mixers

Cosmetics and personal care products manufacturers

Dry cleaners

Electronics manufacturers

Etching

Explosives handlers

Explosives manufacturers

Farm workers (biosolids and sludge applicators)

Glass coaters

Incinerator workers

Ink manufacturers

Landfill workers

Medical equipment manufacturing

Metal plating workers

Mining ore recovery operators

Oil well drillers

Paint/varnish manufacturers

Painters and varnishers

Paper manufacturing and coating workers

Pesticide applicators and other workers

Photography film and paper manufacturing

Semiconductor manufacturing

Ski waxers

Sports equipment coaters

Textile coaters including carpet and furniture

Upholstery treatment applicators

Wastewater treatment plant operators

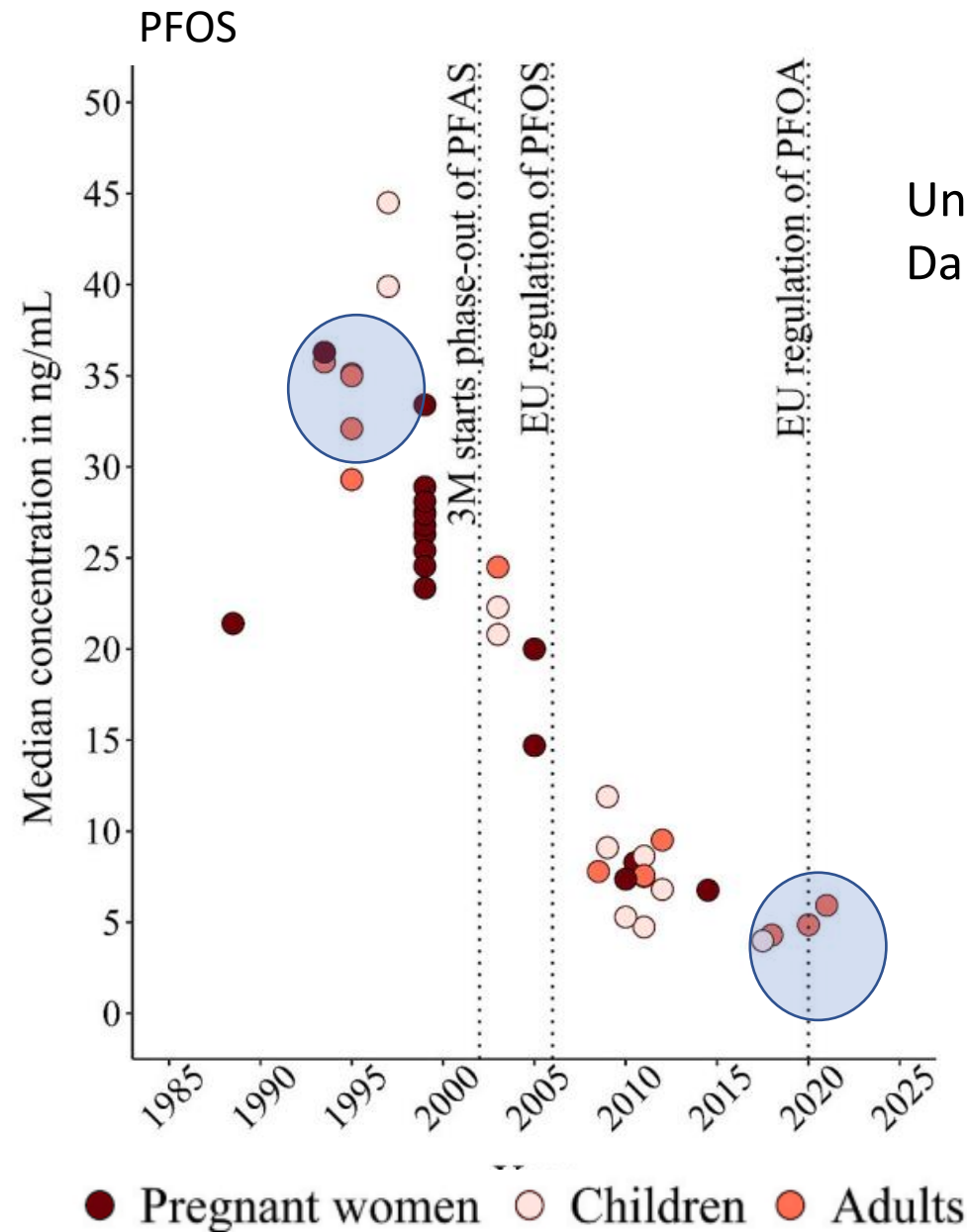
Wire coaters

Befolkningens halter av de "gamla" PFAS-ämnena har sjunkit betydligt under de sista 40 åren

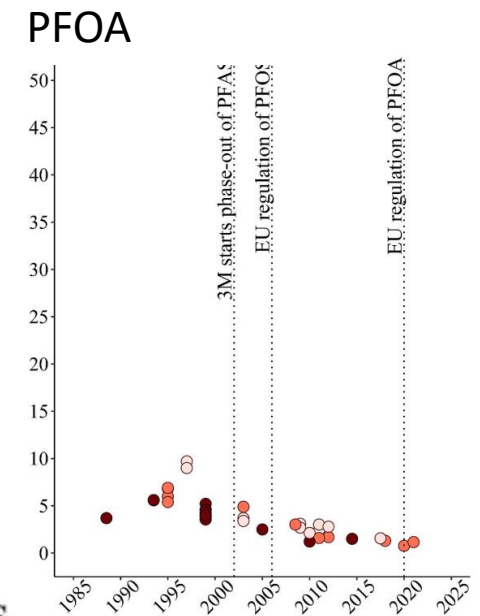
Regleringar har hjälpt!

Men nya ämnen kommer till ...

Man kan inte fortsätta reglera användning av ämnen ett och ett utan måste reglera grupper av ämnen



Undersökningar i Danmark



Riskkommunikation i olika situationer

TOLERABELT INTAG

Tillåten halt i föda och dricksvatten

Skydda hela befolkningen över generationer

Dricksvatten som överskrider det nya gränsvärdet för PFAS

?

En begränsad grupp med högre exponering än i den allmänna befolkningen

Sverige 2014: Dricksvatten 900 ng/L
åtgärdsgräns: 90 ng/L

Sverige 2026: Gränsvärde för dricksvatten
4 ng/L

Tolerabelt intag från olika källor - ska skydda befolkningen hela livet

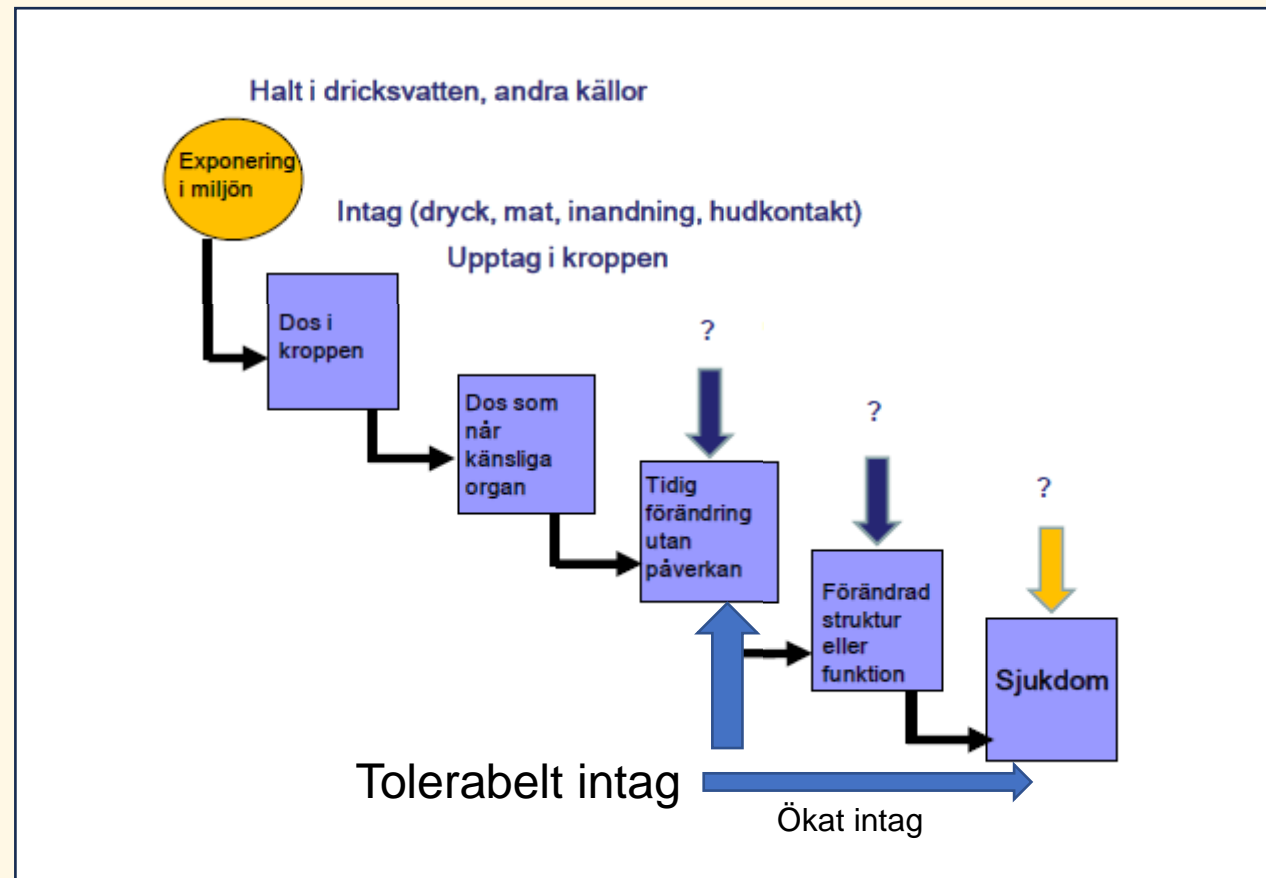
- En skattning av mängden av en förorening i mat och vatten som kan konsumeras genom hela livet utan att utgöra en märkbar risk för hälsan

- **Långvariga överskridanden av tolerabla intag är inte acceptabla**

→ eventuellt beslut om åtgärder för att minska befolkningens exponering

- Observerade effekter av PFAS som driver riskbedömningen för befolkningen just nu
 - Antikroppssvar efter barnvaccination
 - Födelsevikt
 - Kolesterol
 - Leverenzymmer

- Observerade effekter på gruppnivå
→ men överskridanden säger inget om risk för sjukdom



Inbyggda marginaler för att ta hänsyn till osäkerheter

Kunskapskällor:

- Halter i föda och vatten
- Intags – och upptagsberäkningar
- Epidemiologiska studier
- Djurexperimentella studier

Riskbedömning för två olika situationer

TOLERABELT INTAG

Tillåten halt i föda och dricksvatten

Skydda hela befolkningen över generationer

”Hotspot ”

(arbetsplats, förorenat område)

En begränsad grupp med högre exponering än i den allmänna befolkningen

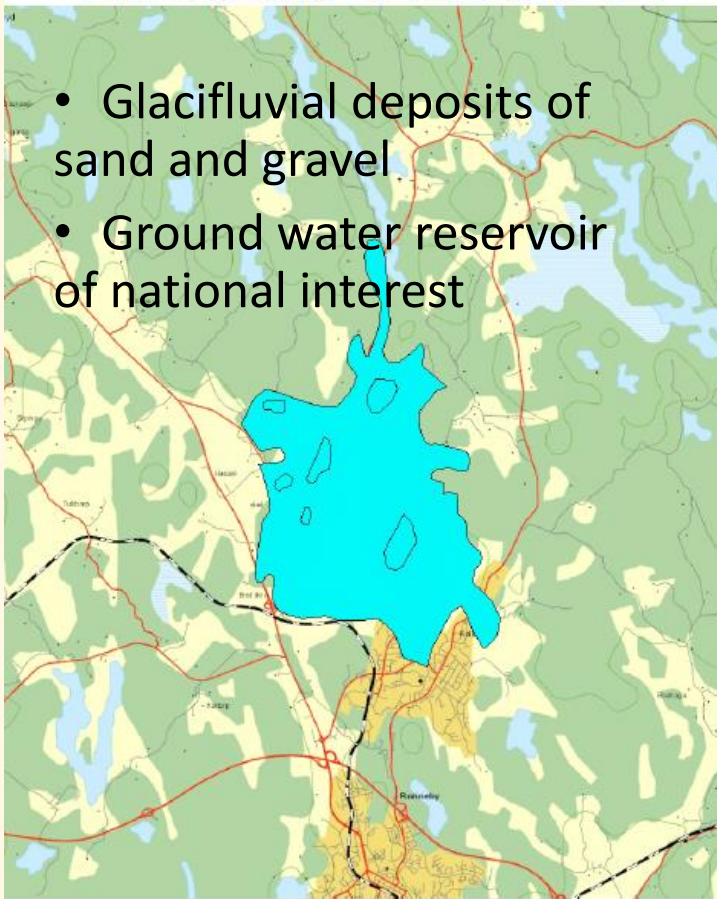
Sverige 2014: Dricksvatten 900 ng/L
åtgärdsgräns: 90 ng/L

Sverige 2026: Dricksvatten gränsvärde 4 ng/L

Miljöövervakning och dricksvattenkontroll lade grund för PFAS-forskning

Bredåkradeltat - SE623888-146704

- Glacifluvial deposits of sand and gravel
- Ground water reservoir of national interest



PFAS	Vattenverk Bredåkra	Vattenverk Kärragården (ng/L) ^a
PFPeA	38	10
PFHxA	320	3.6
PFHpA	32	1.4
PFOA	100	1.0
PFNA	<1	<1
PFDA	<1	<1
PFUnDA	<10	<10
PFDoDA	<10	<10
PFBS	130	<2.6
PFHxS	1700	4.6
PFHpS	60	<1
PFOS	8000	27
Sum of PFAS ^d	10 380	47

Kommande gränsvärde 4 ng/L

Forskning om PFAS och hälsa i Ronneby

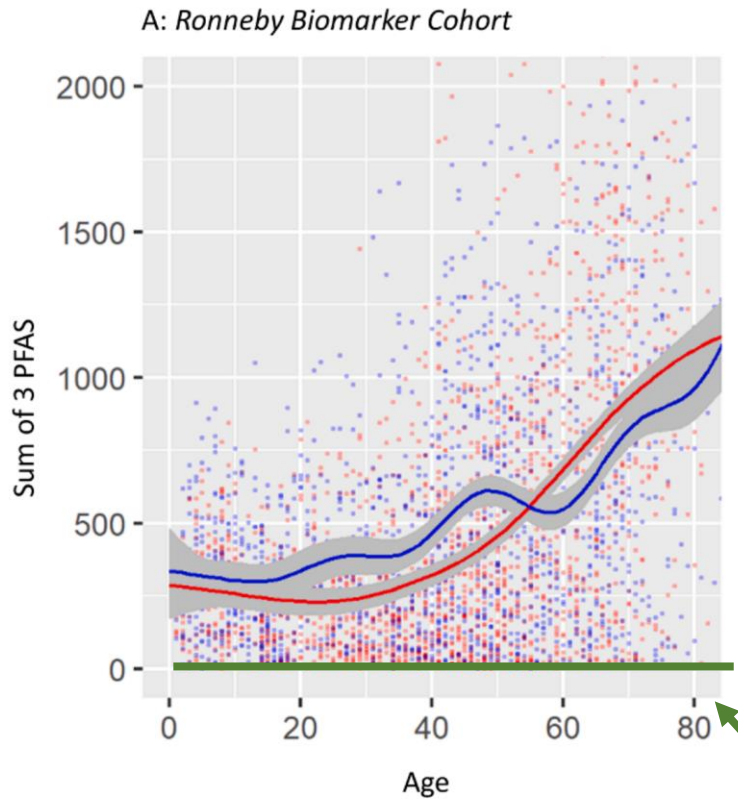
REGISTERSTUDIER

Personnummer och årlig adress för hela Ronnebys befolkning sedan 1980 (ca 65 000 personer)

Kan samköras med alla landets sjukvårdsregister

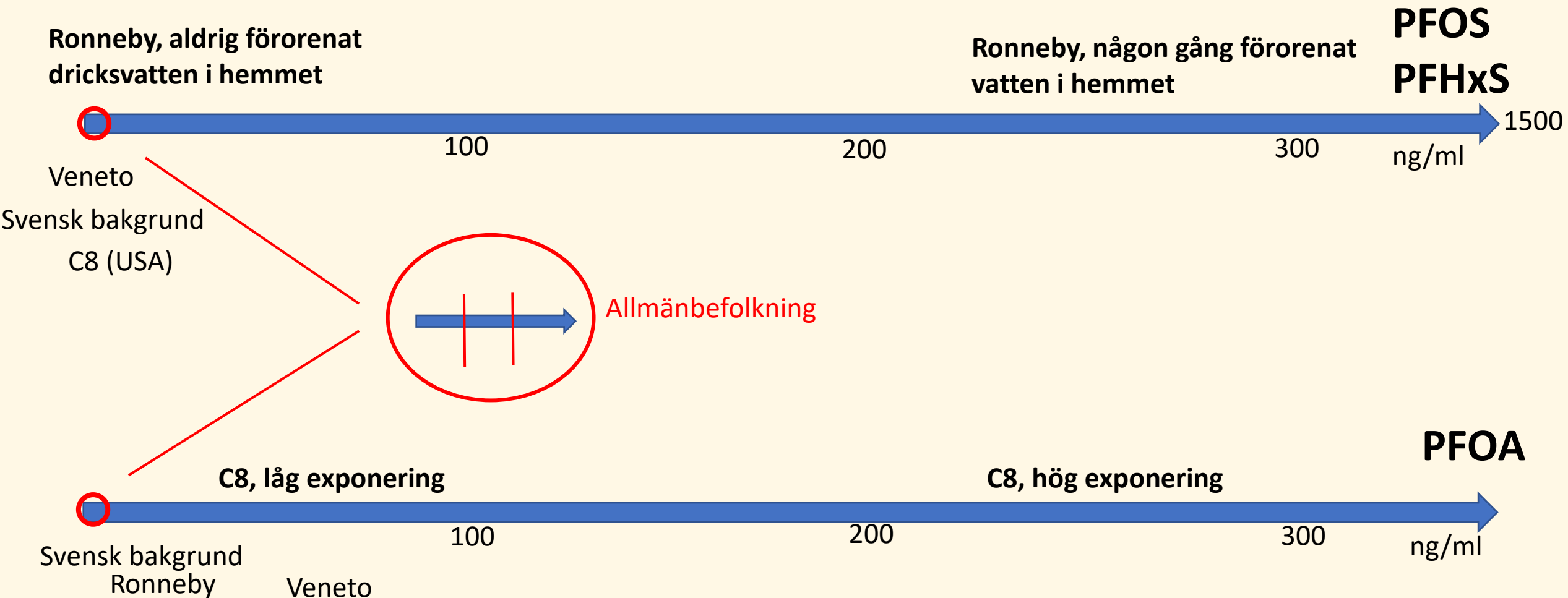
MOR-BARN kohort

STUDIER BLAND BARN
födelsevikt
tillväxt
språkutveckling
vaccinationsvar

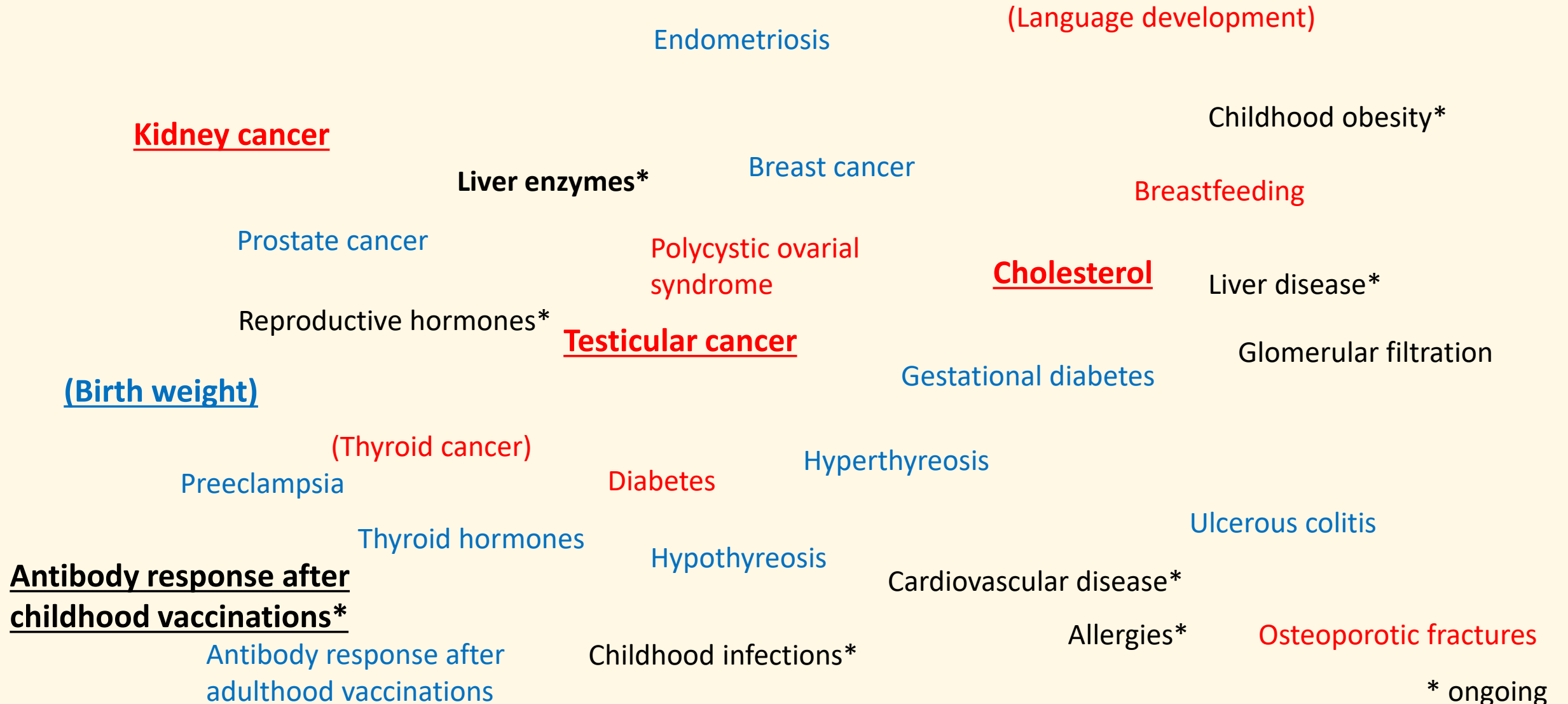


Jämförelsegrupp från Karlshamn,
bakgrundsexponering

Genomsnittshalter av PFAS i befolkningsstudier

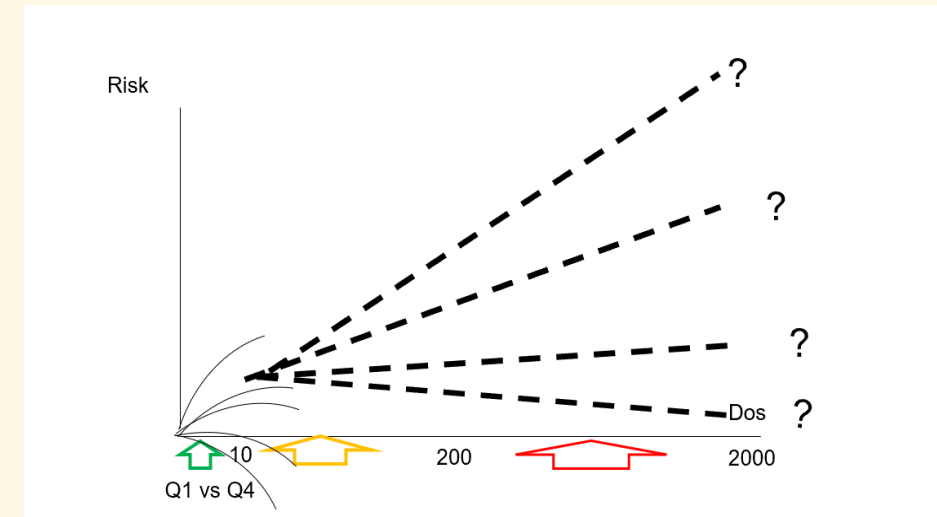


Resultat från Ronneby (röd: ökad risk, blå: ingen ökad risk)

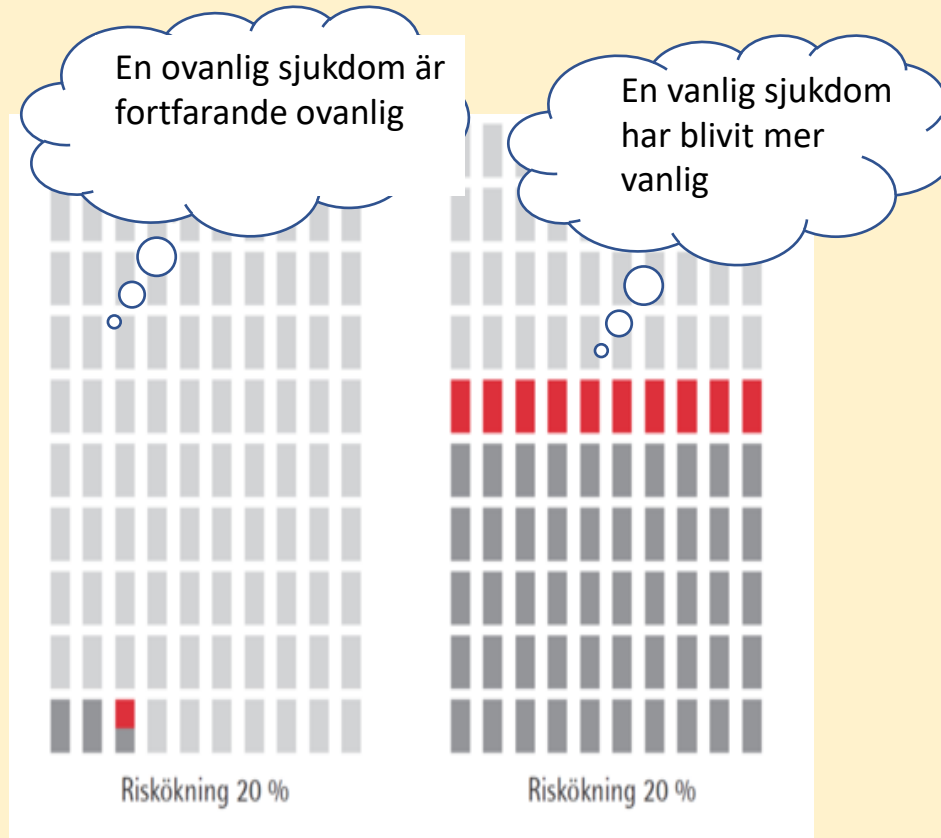


Samband mellan hög PFAS-exponering och ohälsa i Ronneby

- Några associationer som tidigare rapporterats sågs också i Ronneby
- Andra associationer som tidigare rapporterats kunde inte bekräftas
- Några nya fynd, som behöver bekräftas i andra studier
- Nedsatt antikroppssvar vid barnvaccination kvarstod inte i vuxen ålder (COVID)
- **Mångdubbelt högre exponering har inte medfört mångdubbelt högre risker**



Risikkommunikation vid ovanligt hög exponering



Serum Perfluorooctanoic Acid and Perfluorooctane Sulfonate Concentrations in Relation to Birth Outcomes in the Mid-Ohio Valley, 2005–2010

Lyndsey A. Darrow,¹ Cheryl R. Stein,² and Kyle Stoenland³
¹Department of Epidemiology, Emory University, Atlanta, Georgia, USA; ²Department of Preventive Medicine, Mount Sinai School of Medicine, New York, New York, USA; ³Department of Environmental Health, Emory University, Atlanta, Georgia, USA

BACKGROUND: Previous research suggests perfluorooctanoic acid (PF OA) and perfluorooctane sulfonate (PF OS) may be associated with adverse pregnancy outcomes.

OBJECTIVE: We conducted a population-based study of PF OA and PF OS and birth outcomes from 2005 through 2010 in a Mid-Ohio Valley community exposed to high levels of PF OA through drinking water contamination.

METHODS: Women provided serum for PF OA and PF OS measurement in 2005–2006 and reported reproductive histories in subsequent follow-up interviews. Reported singleton live births among 1,330 women after 1 January 2005 were linked to birth records ($n = 1,520$) to identify the outcomes of preterm birth (< 37 weeks gestation), pregnancy-induced hypertension, low birth weight ($< 2,500$ g), and birth weight (grams) among full-term infants.

RESULTS: We observed little or no evidence of association between maternal serum PF OA or PF OS and preterm birth ($n = 158$) or low birth weight ($n = 88$). Serum PF OA and PF OS were both positively associated with pregnancy-induced hypertension ($n = 106$), with adjusted odds ratios (ORs) per log unit increase in PF OA and PF OS of 1.27 (95% CI: 1.05, 1.55) and 1.47 (95% CI: 1.06, 2.04), respectively, but associations did not increase consistently when categorized by quartiles. Results of analyses restricted to pregnancies conceived after blood collection were consistent with the main analyses. There was suggestive of a modest negative association between PF OS and birth weight in full-term infants (-29 g per log unit increase; 95% CI: -66 , 7), which became stronger when restricted to births conceived after the blood sample collection (-49 g per log unit increase; 95% CI: -90 , -8).

CONCLUSIONS: Results provide some evidence of positive associations between measured serum perfluorinated compounds and pregnancy-induced hypertension and a negative association between PF OS and birth weight among full-term infants.

CREATION: Darrow LA, Stein CR, Stoenland K. 2013. Serum perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate concentrations in relation to birth outcomes in the Mid-Ohio Valley, 2005–2010. *Environ Health Perspect* 121:1207–1213; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206372>

Introduction
 Perfluorooctanoic acid (PF OA, or C8) and perfluorooctane sulfonate (PF OS) are synthetic, environmentally persistent perfluorinated compounds (PF Cs). PF OA has been used in the manufacture of fluoropolymer such as polytetrafluoroethylene (i.e., Teflon) since the 1940s. PF OS exhibits similar properties and, like PF OA, has been used in a variety of consumer products (e.g., Scotchgard® for its stain-, grease- and water-resistant properties). Biomonitoring of the general U.S. population indicates that exposure to PF OA and PF OS is nearly ubiquitous, with >99% of people tested in 2003–2004 showing detectable levels of both PF OA and PF OS in their blood (Calafat et al. 2007).

Previous epidemiologic studies of PF Cs and pregnancy outcomes in the general population provide inconsistent evidence of associations with birth outcomes such as birth weight and length of gestation (Apelberg et al. 2007; Hamm et al. 2010; Washino et al. 2009); both PF OA and PF OS cross the placental barrier (Midach et al. 2007). Toxicological studies have reported evidence of reproductive effects in mice and rats, includ-

ing reduced postnatal growth, but at higher exposure levels than measured in human populations with background levels of exposure (Iau et al. 2007). In addition, extrapolation between species is complicated by differences in PF C metabolism and half-lives among humans, nonhuman primates, and rodents.

In the present study we focused on a population in the Mid-Ohio Valley living near a chemical manufacturing plant in Parkersburg, West Virginia. The DuPont Company's Washington Works factory has used PF OA in the manufacture of fluoropolymer since 1951, with use peaking in the 1990s. Community residents were exposed to high levels of PF OA through ground-water contamination (2005–2006: serum median = 28 ng/mL) with residents in certain water distribution districts more highly exposed than others (Stoenland et al. 2009). The median PF OA level in the U.S. population in 2003–2004 was 4 ng/mL (Calafat et al. 2007). In 2001 a class action lawsuit led to initiation of the C8 Health Project, a survey of 69,030 people who had been exposed to PF OA-contaminated drinking water in specific water districts in Ohio and West

Virginia (Fisher et al. 2009). The survey included collection of demographic information, medical histories, health-related behaviors, clinical laboratory measurements, and serum measurement of PF OA and other PF Cs. A subset of participants who were at least 20 years old at the time of enrollment in the C8 Health Project ($n = 32,254$) participated in one or two follow-up interviews between 2008 and 2011 as part of the Community Follow-up Study (C8 Science Panel 2013). For the present study, we examined outcomes among births to Community Follow-up Study participants that occurred after 1 January 2005; outcomes of births that occurred before 2005 were examined previously (Stein et al. 2012b).

Four recent retrospective cohort studies have examined relationships between PF OA and pregnancy outcomes in this highly-exposed Mid-Ohio Valley region (Nolan et al. 2010; Savin et al. 2012a, 2012b; Stein et al. 2009). Two studied birth outcomes among women who were enrolled in the C8 Health Project or resided in the study area in relation to modeled historical estimates of personal

Address correspondence to L. Darrow, Emory University, 1518 Clifton Rd., Atlanta, GA 30322, USA. Telephone: (404) 772-4995. Email: ldarrow@emory.edu

Supplemental Material is available online (<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206372>).

We are grateful to the study participants and to the West Virginia Department of Health and Human Resources, Bureau for Public Health, Health Statistics Center and the Ohio Department of Health, Center for Public Health Statistics and Informatics for the birth record data. We also thank D. Savin and T. Fischer for their assistance.

This research was funded by the C8 Class Action Settlement Agreement (Circuit Court of Wood County, West Virginia) between DuPont and Plaintiffs, which resulted from claims of perfluorooctanoic acid (PF OA, or C8), C.E.S. is one of three members of a Court approved C8 Science Panel established under the Settlement Agreement to determine if there are probable links (as defined in the Settlement Agreement) between PF OA and disease. Funds are administered by an agency that reports to the Court, and work is independent of either party to the lawsuit. Probable link determinations of the C8 Science Panel are available on the C8 website (<http://www.c8sciencepanel.org/>). C.E.S. was supported by the National Institute of Environmental Health Sciences (R01ES019164).

The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Received: 6 December 2012; Accepted: 5 July 2013; Advance Publication: 9 July 2013; Final

- Beror min sjukdom på PFAS?
- Kommer jag att bli sjuk av PFAS?
- Kommer mitt barn att drabbas?
- Risk på individnivå

- Absolut risk
- Extra risk pga exponering

- Risk på gruppnivå
- Relative risk

Andra pågående studier i Ronneby

- **Utsöndring**

- Hur lång tid tar det innan PFAS försvinner ur kroppen när exponeringen upphör?
- Kan utsöndringen påskyndas?

Efter avslutad exponering tar det flera år innan halten har sjunkit till hälften.

I genomsnitt:

- 2,7 år för PFOA
- 3,4 år för PFOS
- 5,3 år för PFHxS

Stora skillnader mellan individer!

- **Överföring mellan mor och barn**

- Under graviditeten
- Vid amning

- **Barnens utveckling**

TOLERABELT INTAG
Tillåten halt i föda och
dricksvatten

Dricksvatten som
överskrider det nya
gränsvärdet för
PFAS

Skydda hela befolkningen
över generationer

En begränsad grupp
med högre exponering
än i den allmänna
befolkningen

?

Sverige 2014: Dricksvatten 900 ng/L
åtgärdsgräns: 90 ng/L

Sverige 2026: Gränsvärde för dricksvatten
4 ng/L

Samband mellan halten av PFAS i dricksvatten och i blod

- Vid exponering via dricksvatten kan man utifrån uppmätta halter i vattnet få en uppfattning om de halter i serum av de ämnen som ingår i PFAS4 som kan förväntas finnas *på gruppnivå*.

<https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/bloodlevelestimator/index.html>

- Det är först vid kraftigt förhöjda dricksvattenhalter för de enskilda ämnena i förhållande till kommande gränsvärde för PFAS4 i dricksvatten, som man sett serumhalter som överskrider halter vid bakgrundsexponering bland vuxna.

När behövs kompletterande provtagning av PFAS i serum för att klarlägga exponering?

Exempel: Miljöundersökningar har visat förhöjda PFAS-halter i mark och vatten. Det finns grupper med särskilt hög konsumtion av lokalproducerad föda med förhöjda PFAS-halter.

Syfte: Genom undersökning *i ett relevant urval* få en god uppfattning om exponeringens omfattning som kan ligga till grund för riskbedömning och riskkommunikation för den exponerade befolkningen, alternativt ställningstagande till en utvidgad utredning.

Resultat från sådan provtagning kan också ge värdefull ny kunskap för riskbedömning, eftersom kunskaperna gällande olika exponeringsvägar för PFAS i förorenade områden fortfarande är begränsade.

Mätning av PFAS i blodet

- kan bara ge information om exponering
- kan inte ge information om risk för framtida ohälsa *på individnivå*
- har inte heller någon plats i en medicinsk utredning av ohälsa

I nuläget finns kunskap om samband mellan exponeringsnivåer och hälsa endast för de ämnen som ingår i PFAS4. För övriga ämnen finns ännu inte kunskap om hälsoeffekter för människa.

- Rätt att veta?

Frågor nu?

Frågor senare: Er närmaste Arbets- och miljömedicinska klinik

Om det skulle bli aktuellt att mäta PFAS i serum:
Analyser på AMM Syd.