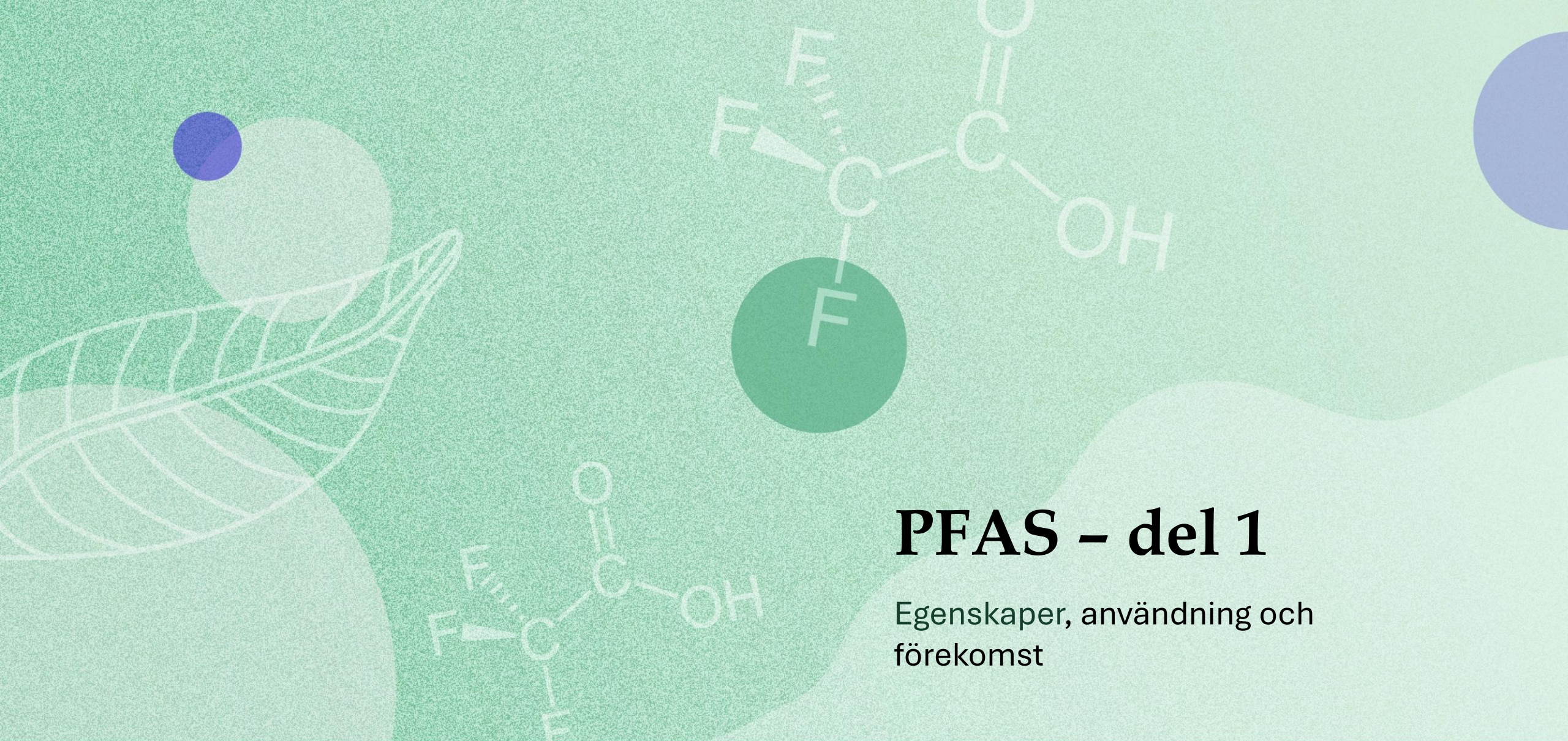


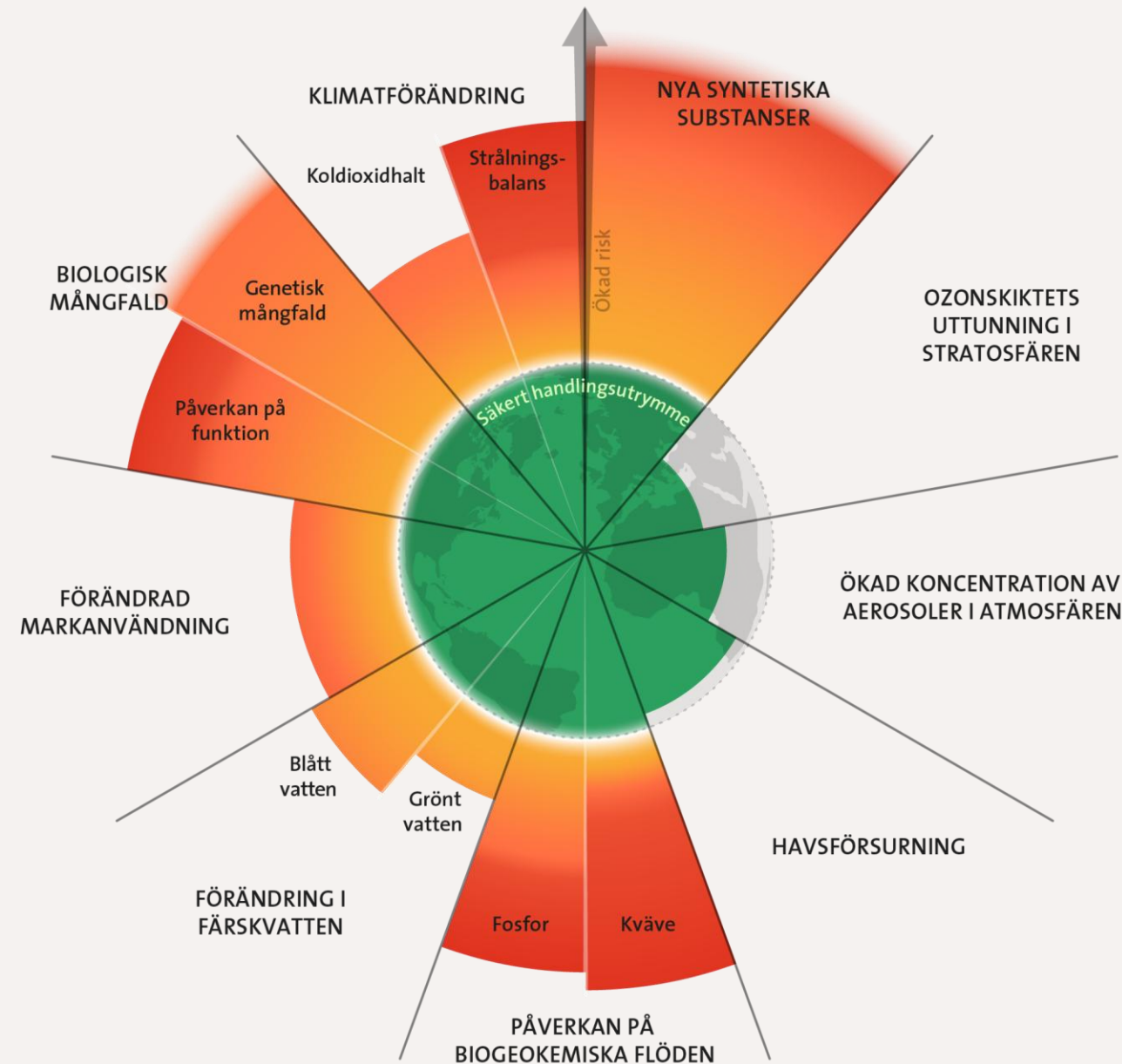


PFAS – del 1

Egenskaper, användning och förekomst

Globala målen





Planetära gränser

Bildkälla: Azote for [Stockholm Resilience Centre](#), based on analysis in Richardson et al 2023.

Produkter med PFAS

Vad har dessa produkter gemensamt?



MÄNNISKORNA BAKOM LARMEN



Miljöförörensingens
historia

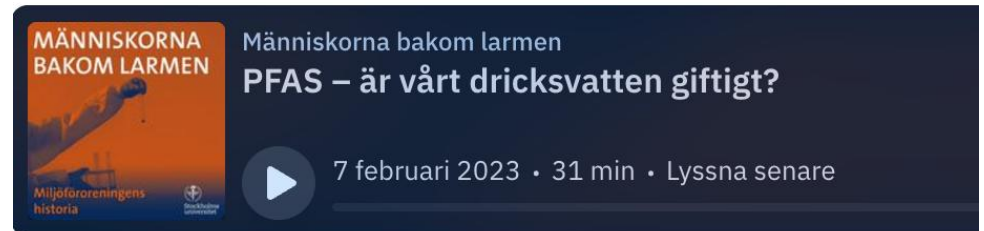


MILJÖKEMI – Kunskap för att hantera utmaningar för människa och natur

PFAS - är vårt dricksvatten giftigt?

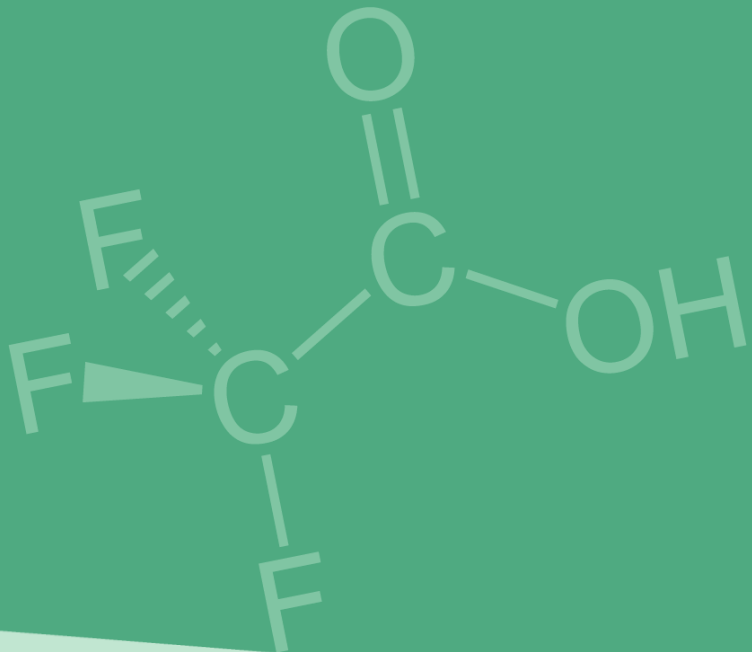
[Länk till podd](#)

Lyssna från start och till 9:30



Anteckna medan du lyssnar

- Vad har PFAS för egenskaper?
- I vilka produkter finns PFAS?
- Vad innebär “forever chemicals”?
- Hur upptäcktes det att det finns PFAS i vårt dricksvatten?
- Hur har PFAS hamnat i dricksvatten?



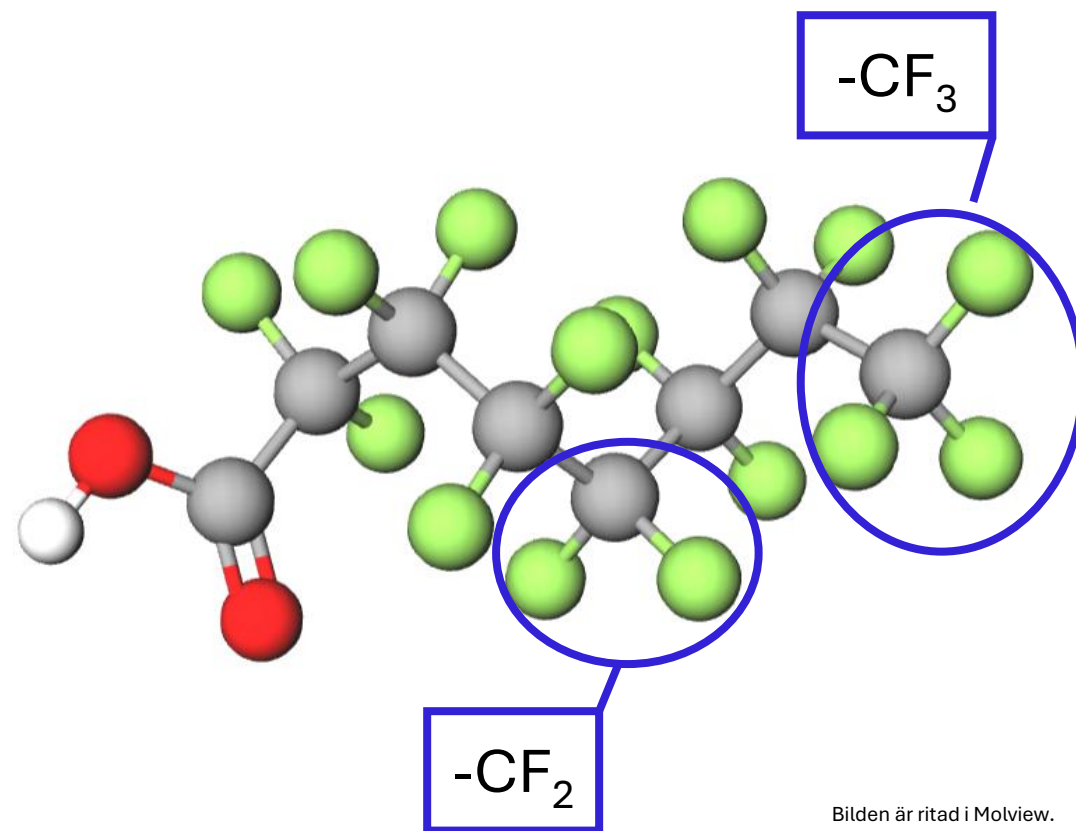
Vad är PFAS?

Ett PFAS-ämne har:

- minst en perfluorerad metylgrupp ($-\text{CF}_3$) eller
- en perfluorerad metylengrupp ($-\text{CF}_2$).
- Undantag finns dock.

Det finns många PFAS ämnen (>15 000 olika strukturer).

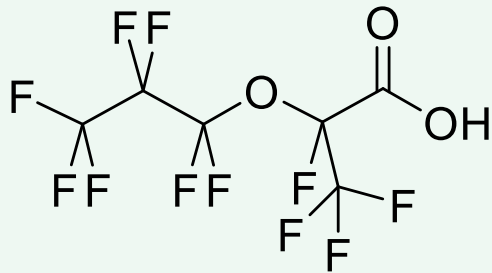
I en *perfluorerad* kolkedja har varje väteatom bytts ut mot fluor, medan en kolkedja där vissa väteatomer har bytts ut kallas *polyfluorerad*.



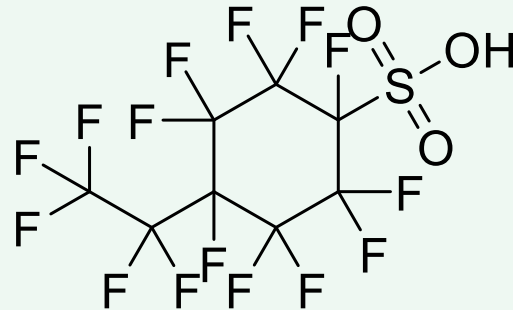
Bilden är ritad i Molview.

Perfluoroktansyra, $\text{C}_8\text{HF}_{15}\text{O}_2$.

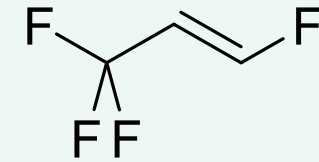
Exempel på PFAS-molekyler



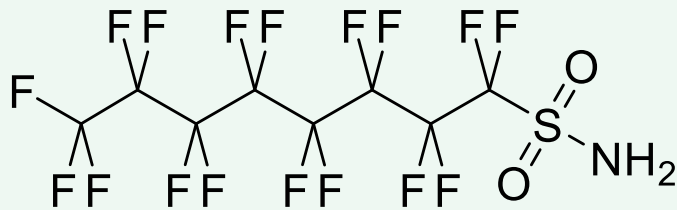
Hexafluorpylenoxiddimersyra
(HFPO-DA eller GenX)



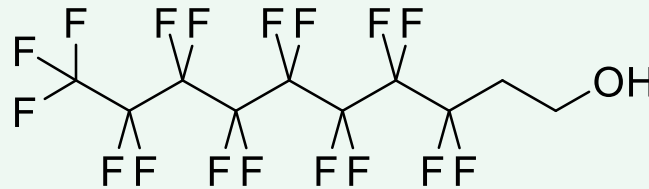
Perfluor-4-perfluoretylcyklohexylsulfonsyra



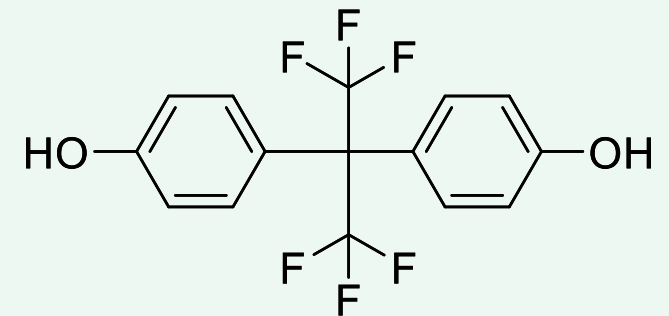
1,3,3,3-tetrafluorpropen (HFO-1234ze)



Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)

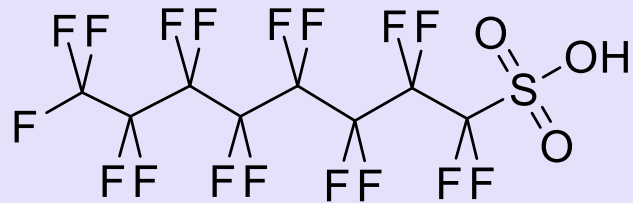


Fluortelomeralkohol (8:2 FTOH)



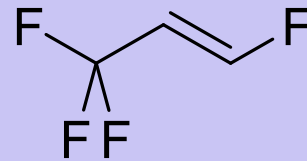
4,4'-Hexafluorisopropylidendifenol
(Bisphenol AF)

PFAS – kemisk diversitet



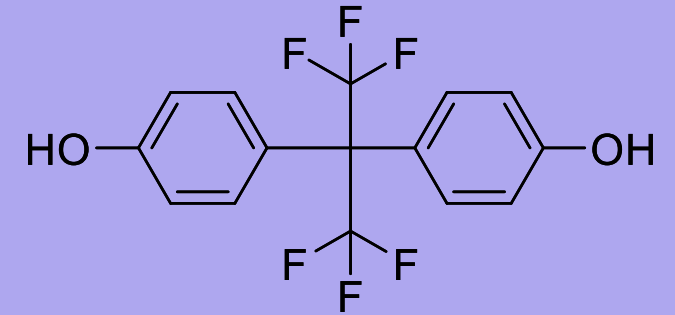
Perfluoroktansulfonsyra (PFOS)

Vattenlöslig tensid, som används i
brandskum för att sänka
ytspänning



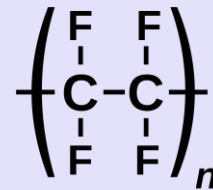
1,3,3,3-tetrafluorpropen (HFO-1234ze)

Gas som används som
kylmedium.



Bisphenol AF;
4,4'-(Hexafluorisopropyliden)difenol

Fast ämne som används för att
tillverka plaster.

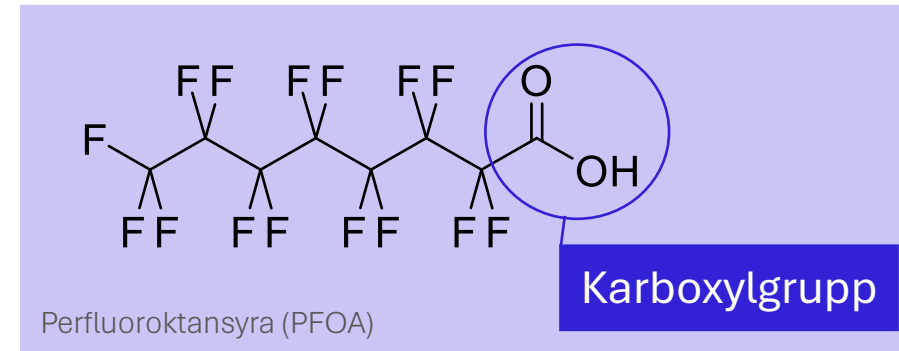
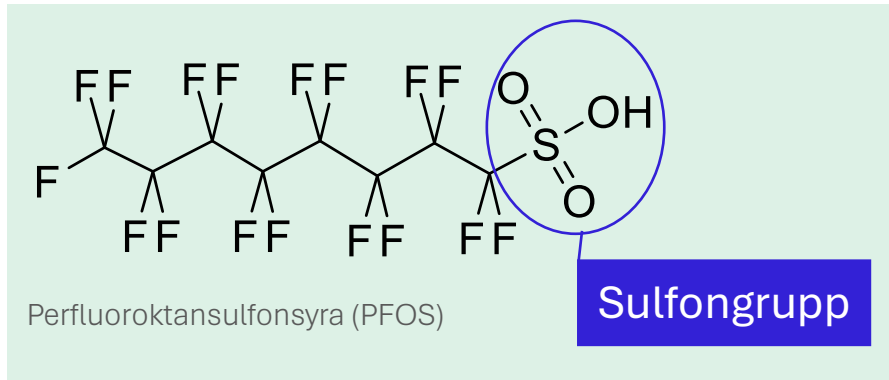


Polytetrafluoretylen (Teflon)

Plastmaterial.

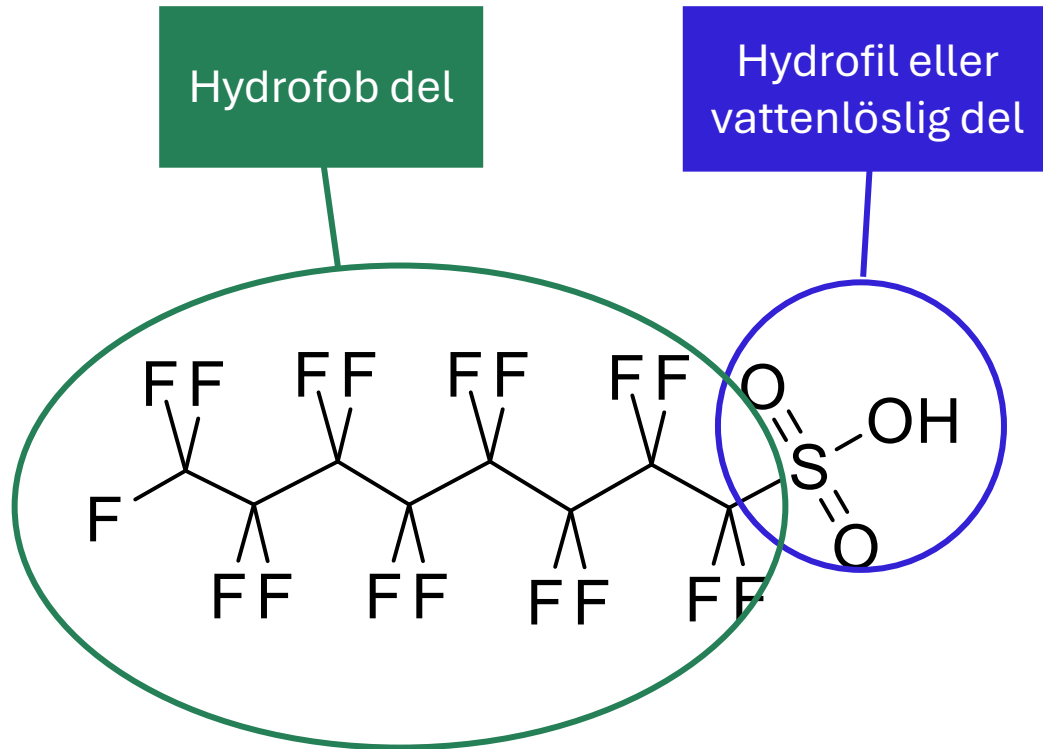
Med PFAS menas vanligen...

...undergruppen perfluorerade alkylsyror (PFAA), som PFOS och PFOA är exempel på.



Båda ämnena är förbjudna på grund av kända eller förmodade cancerframkallande, könscellsmutagent eller reproduktionsstörande egenskaper. Sådana ämnen kallas CMR-ämnen.

Löslighet i vatten



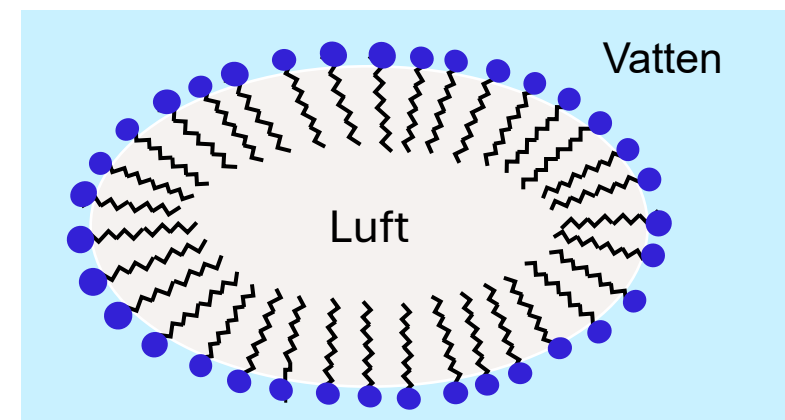
Perfluoroktansulfonsyra (PFOS)

PFAA-molekyler består av en hydrofil del och en hydrofob del, enligt bilden till vänster. Egenskaperna gör att de ofta lägger sig i gränsskiktet mellan olika faser (vätska-fast, vätska-vätska och vätska-luft).

En enkel modell av PFAA-molekylen, med den hydrofoba delen till vänster och den hydrofila till höger ser ut såhär.



Med denna modell kan molekylen fördelning runt en luftbubbla i vatten illustreras enligt nedan.



Skelettmodellen är ritade i ChemDraw.

Många PFAS är persistenta

- Ämnen som inte bryts ner i naturen (eller bryts ner långsamt) kallas persistenta. De kan orsaka miljöproblem eftersom deras koncentration ständigt ökar så länge utsläppen fortsätter.
- De kan spridas över stora avstånd via luft och vatten och på så sätt förorena platser långt från utsläppskällan.
- Persistens gör det svårt att åtgärda föroreningar när de väl har uppstått, eftersom föroreningen fortsätter cirkulera i miljön även efter att utsläpp stoppats.

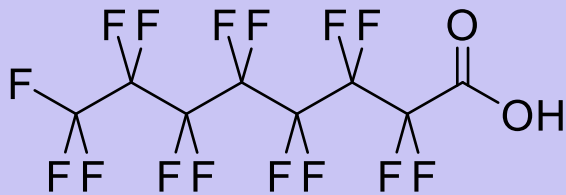


Varför är många PFAS persistenta?

- Bindningen mellan kol och fluor är stark så molekyler som innehåller kol bundet till fluor är stabila.
- PFAS är användbara i material som ska hålla länge och kunna motstå tuffa förhållanden - de tål höga temperaturer, lågt pH, UV-ljus mm.
- Det saknas mikroorganismer som kan bryta ner PFAS eftersom det finns väldigt få naturligt förekommande molekyler som innehåller kol bundet till fluor (-CF-). Perfluorerade saknas helt i naturen (-CF₂- eller -CF₃). Det gör att mikroorganismer som kan bryta ned PFAS ännu inte utvecklats i naturen.



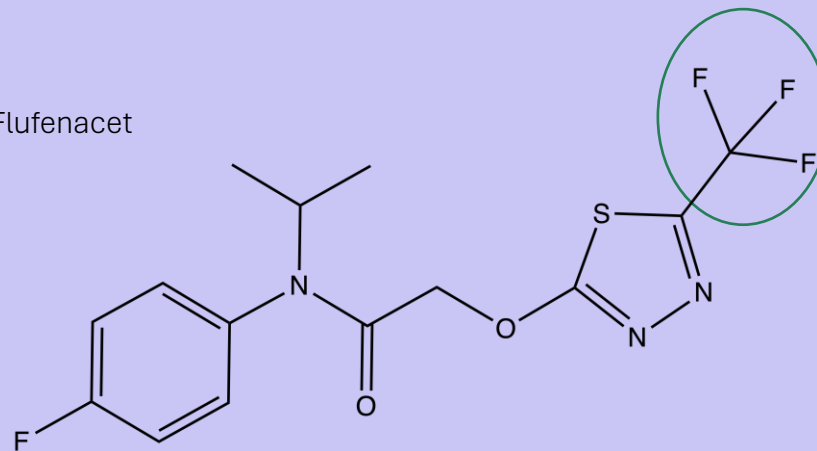
Är alla PFAS persistenta?



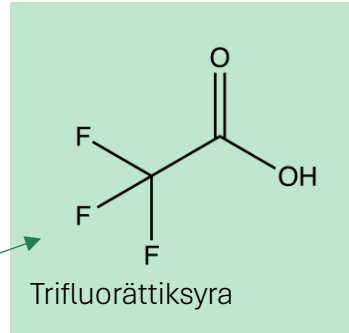
Perfluoroktansyra (PFOA)

Industrikemikalie, som inte bryts ned i naturen

Flufenacet



Växtskyddsmedel med halveringstiden 18-77 dagar i vatten och 10-64 dagar i jord.



Vid nedbrytning omvandlas CF_3 -gruppen till trifluorättiksyra (TFA). TFA är persistent.

Halveringstid är den tid efter vilken en given mängd av ett ämne har minskat till hälften av sitt ursprungliga värde.

Hur upptäcktes höga halter av PFAS i dricksvattnet?

- Höga koncentrationer av PFAS i vatten i Huddinge under en laboration med gymnasieelever. Det kopplades till flygbas i Tullinge.
- I Uppsala upptäcktes en stor variation av PFAS-koncentrationen i blodprover från förstföderskor. Dricksvatten visade sig innehålla olika höga halter i olika delar av Uppsala. Försvarmaktens flygplats i Ärna pekades ut som potentiell förorenare.
- Dricksvatten i Ronneby testades och visade sig ha höga PFAS-koncentrationer. Det kopplades till flygvapnets brandövningsplats (F17).
- Förståelsen för att kontaminering av PFAS ofta kommer från flygfält eller brandövningsplatser utvecklas och mer systematiska undersökningar för att hitta förorenat dricksvatten startar i Sverige.



Produkter med PFAS

Vad har dessa produkter
gemensamt?

Bildspelet är en del av ett undervisningsmaterial om miljögifter, som finns tillgängligt hos Kemilärarnas Resurscentrum (KRC) www.su.se/kemilararnas-resurscentrum/



KRC
Kemilärarnas
resurscentrum



**Globala.
gymnasiet**

Materialet, inklusive bilder, där ej annat är angivet, har tagits fram av Linköpings universitet, Stockholms universitet och Globala gymnasiet.

Med finansiering av Formas.