

TFA i svenskt grundvatten – geografiska mönster och markanvändningens påverkan

Lars Rosenqvist och Joel Häggqvist
lars.rosenqvist@sgu.se, joel.haggqvist@sgu.se

2025-10-23

Även Bo Thunholm, Maria Åkesson, Fredrik Whitlock m.fl. på SGU

Samarbete med SLU och IVL

NIRAS och Lynx Miljökonsult har bistått datainsamlingen (grundvatten)

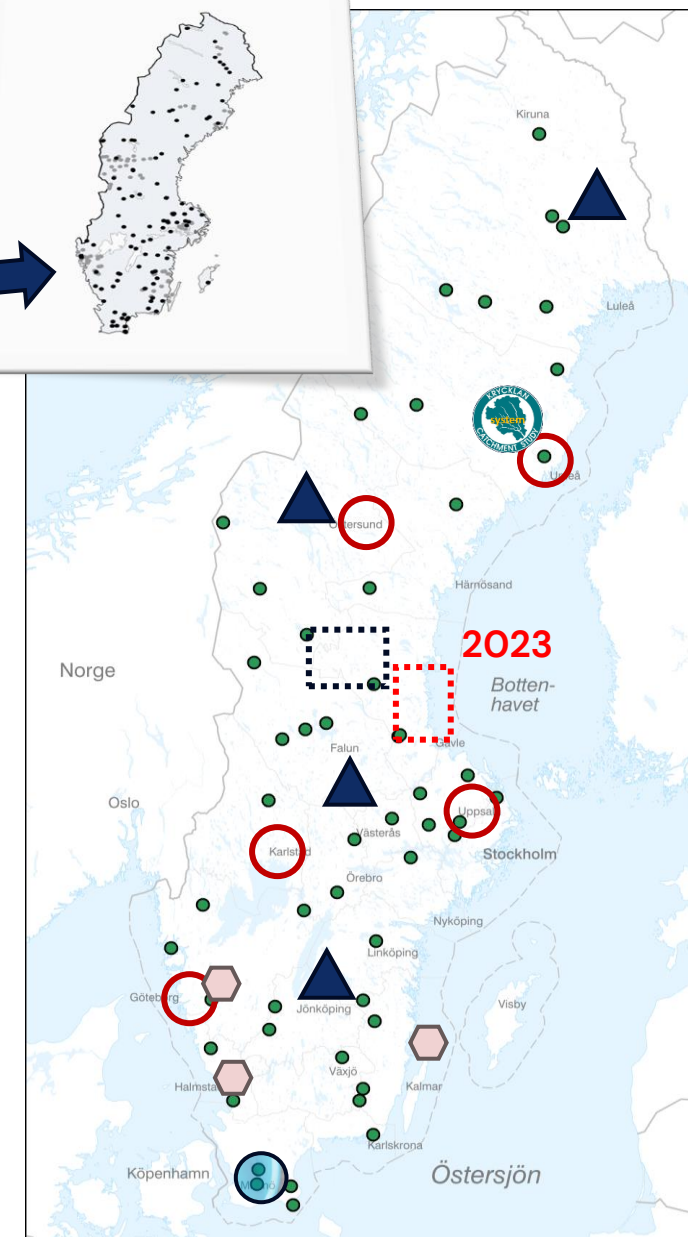
Eurofins har utfört kemiska analyser

Bakgrund och syfte

- SGU har sedan 2023 bistått Naturvårdsverket och SGI att generera underlag kring förekomst och bakgrundshalter av PFAS i mark och grundvatten
- Del av Naturvårdsverkets pågående RU för att stärka och samordna nationell vägledning kring spridning av PFAS i miljön
- Finansiering via Naturvårdsverkets anslag 1:4, ap. 1, upp till 8 Mkr årligen
- Varför intressant?
 - Riskbedömning, riktvärden för mark, samhällsekonomisk konsekvensanalys (Naturvårdsverket och SGI),
 - Grund för beslut om miljöövervakning (HaV, Naturvårdsverket),
 - Statusklassificering inom grundvattenvattenförvaltningen (Vattenmyndigheterna),
 - Dricksvattenkvalitet (Livsmedelsverket),
 - Reglering av bekämpningsmedel (KEMI),
 - Tillstånd, tillsyn (FIHM, Försvarsmakten, Lst, kommuner, m.fl.)
- Data tillgängliggörs via datavärdsskapen för grundvatten och miljögifter

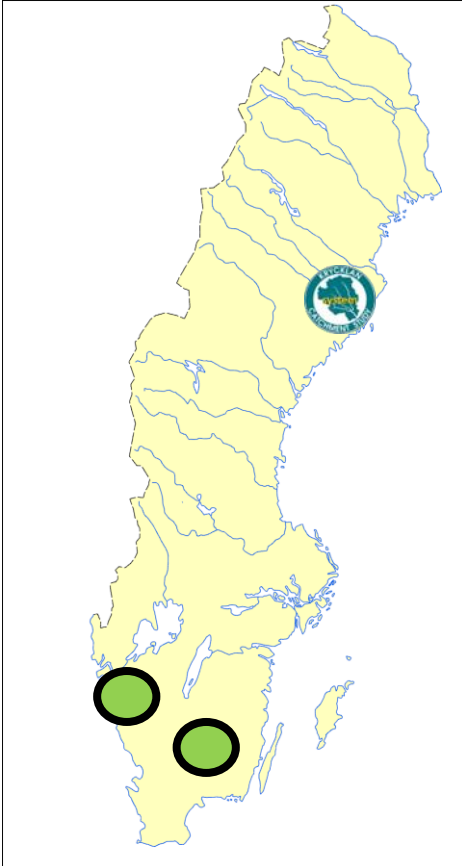
Undersökningar 2023–2024

Undersökningar	Prover	Symbol
Grundvattenprovtagning, stationsnätet national miljöövervakning, 2023–2024 (samverkan NMÖ, SGU uppdrag av HaV)	ca 300 grundvattenprover 2023–2024	
Jordprovtagning längs stationsnätet (53 stationer), 2024	ca 180 jordprover, 3 djupnivåer (0–1 m)	
Provtagning av jord och grundvatten i fem tätorter: Umeå, Östersund, Karlstad, Uppsala, Göteborg, 2024	ca 40 grundvattenprover ca 160 jordprover, 2 djupnivåer (0–1 m)	
SGU kartläggning geokemin morän, 2023 & 2024	ca 170 jordprov, 3–5 horisonter (0–1 m)	
SGU kartläggning grundvattenmagasin, 2024	ca 20–30 grundvattenprover	
3 våtmarker: Öland, Halmstad, Borås, 2024	ca 25 torvprover ca 6 grundvattenprover ca 3 ytvattenprover	
Vindelns försökspark (Krycklan) <i>Samarbete med SLU, 2024</i>	15 grundvattenprover 15–20 ytvattenprover (5 vattendrag) 5–10 nederbörd (öf), krondropp 10 passiva luftprovtagare (mast)	
Åldersdatering grundvatten, Skåne, <i>Samarbete med GEUS, Danmark, 2024</i>	ca 5–10 grundvattenprover	

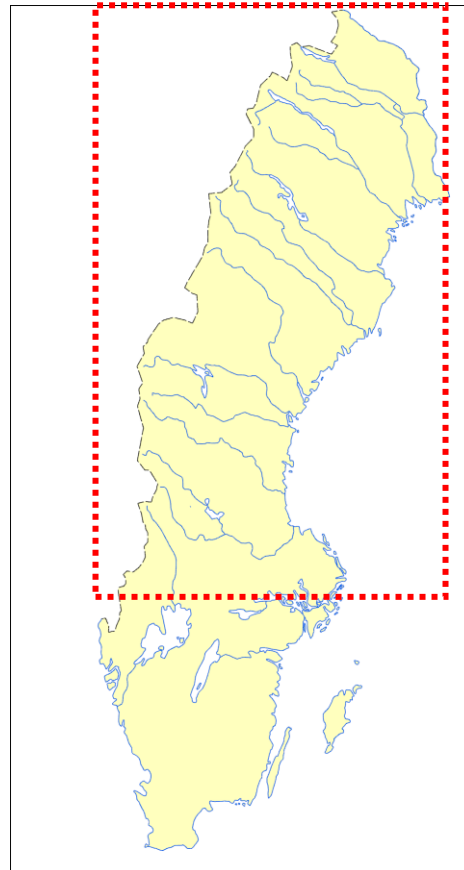


Några pågående PFAS-undersökningar 2025

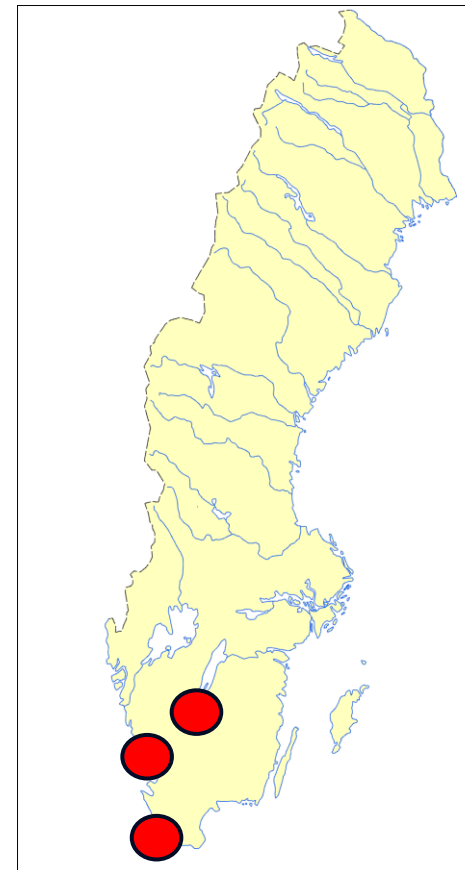
Månadsvis provtagning av deposition, grundvatten och ytvatten i tre skogliga avrinningsområden (samarbete med SLU & IVL)



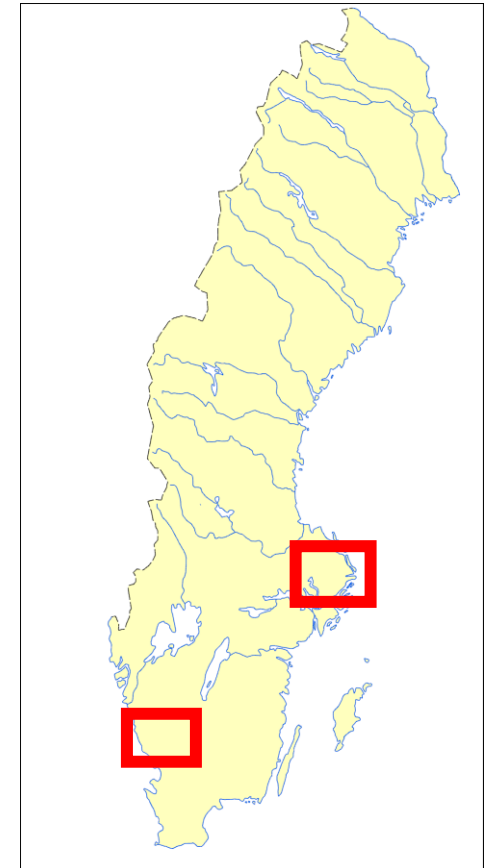
Analys av PFAS i utvalda omdrevsstationer i Svealand och Norrland (samverkan NMÖ, HaV)



Tre ytterligare urbana områden – mark och grundvatten



PFAS i olika jordarter (lera-silt, sand-grus, morän)



Grundvattenundersökningar 2023–2024

- ~ 350 grundvattenprover
 - Ytligt , ungt grundvatten,
 - Grundvattenrör och källor
 - Varierande markanvändning, jordarter
 - Nationell miljöövervakning och urbant grundvatten (fem städer)
 - 46 PFAS inkl. SLV (PFAS4, PFAS21), GWD (PFAS24) och ultrakorta PFAS (t.ex. TFA)

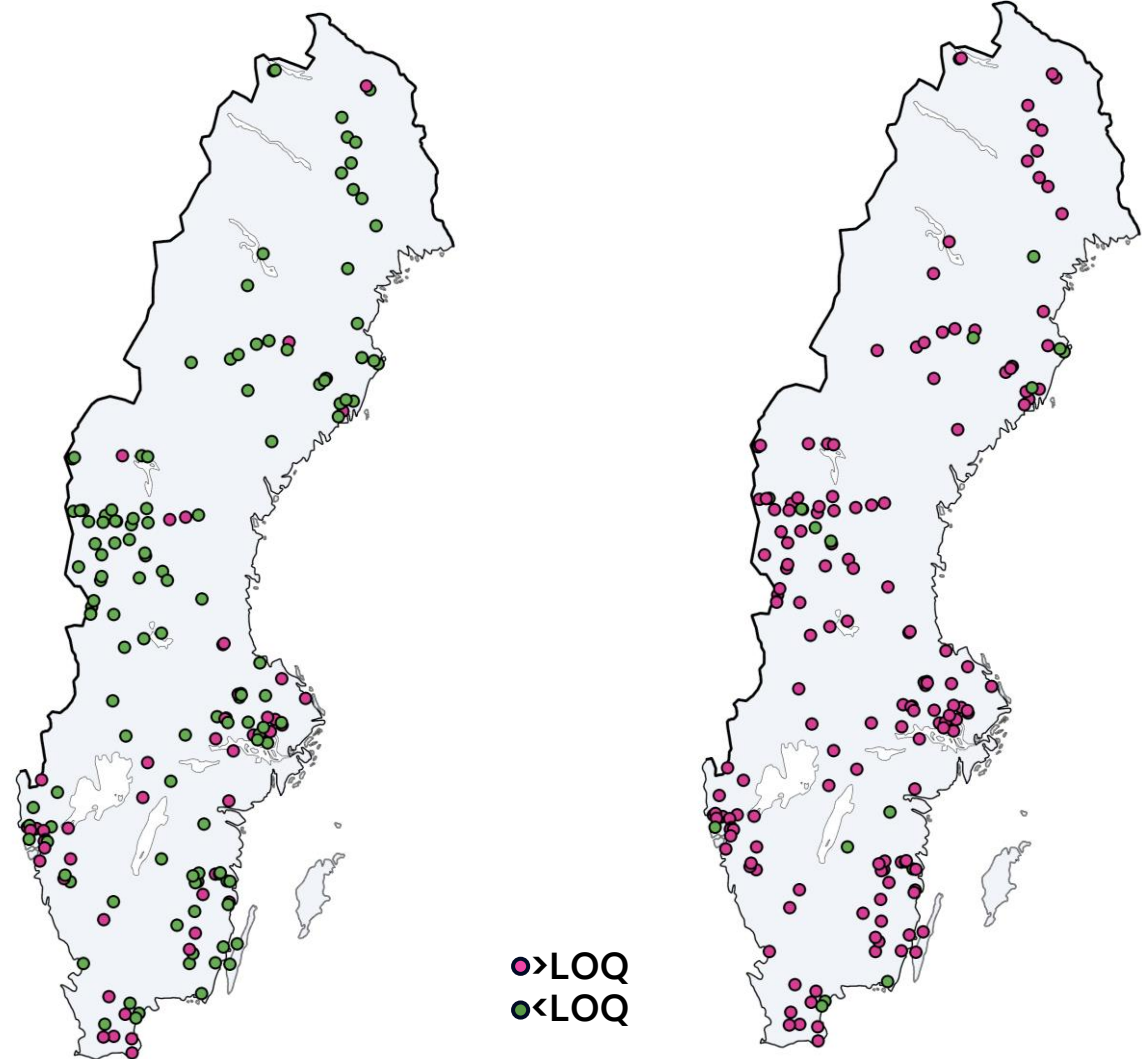


Grundvatten, stationsnätet (NMÖ)

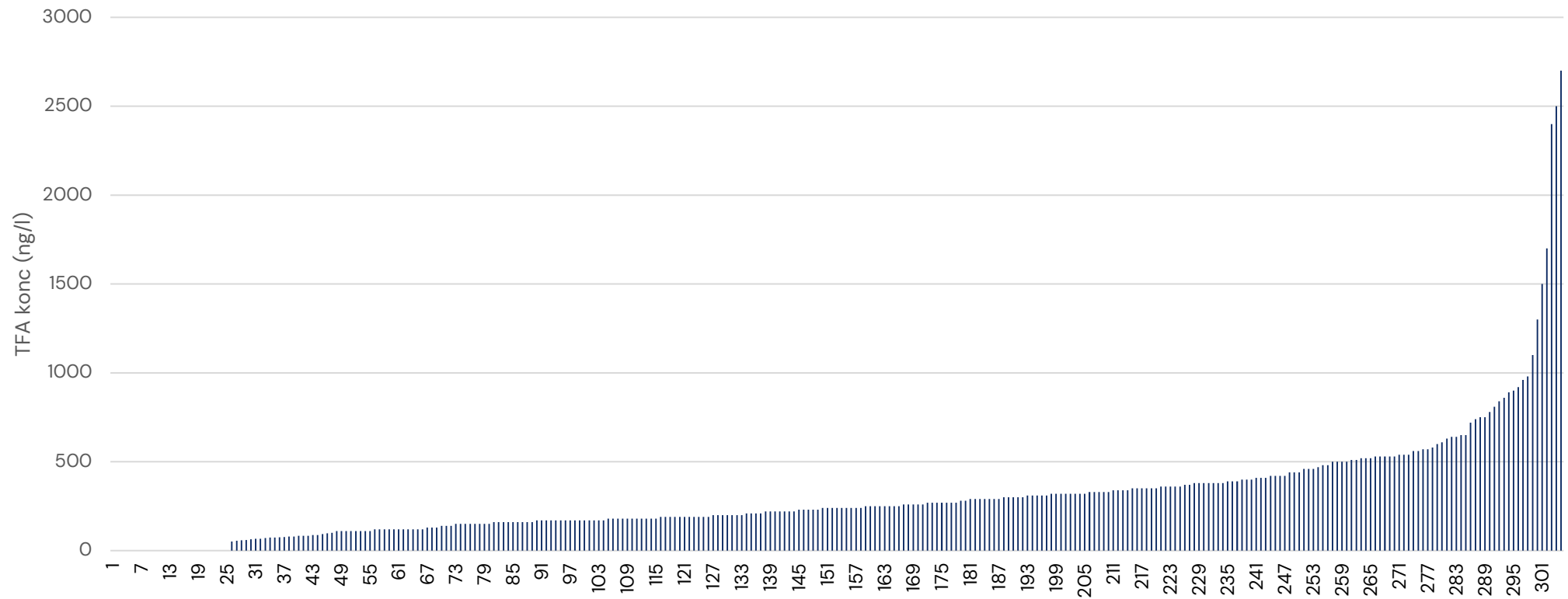
Exkl. ultrakorta

Inkl. ultrakorta

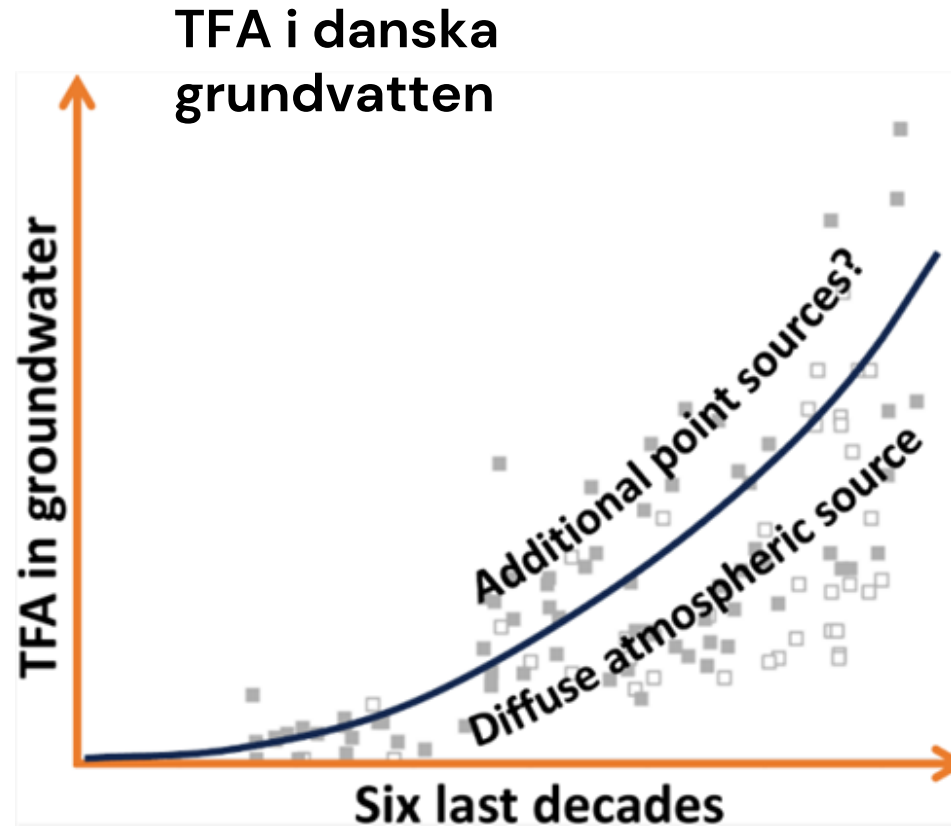
- **Exklusive** ultrakorta PFAS
 - Fyndfrekvens = **30%**
 - Endast 7 överskridanden av gräns- och tröskelvärden
 - Median < LOQ
 - max = 30 ng/l (2023)
 - max = 328 ng/l (2024) **punktkälla!**
- **Inklusive** ultrakorta PFAS
 - Fyndfrekvens = **90%**
 - Trifluorättiksyra (TFA)
 - Median = 230 ng/l, max = 2 700 ng/l



Haltfördelning TFA i grundvattenproverna från stationerna i den nationella miljöövervakningen



TFA ökar i grundvatten



Source:

Albers, Christian & Sültenfuss, Jürgen. (2024). A 60-Year Increase in the Ultrashort-Chain PFAS Trifluoroacetate and Its Suitability as a Tracer for Groundwater Age. Environmental Science & Technology Letters. 10.1021/acs.estlett.4c00525.

Huvudsakliga källor

- F-gaser (värmepumpar, luftkonditionering, kylskåp etc.)
- Vissa bekämpningsmedel
- Vissa läkemedel
- Förbränning etc.

Statistisk utvärdering med fokus på TFA och PFAS21

- GIS-analys (t.ex. andel markanvändning)
- Korrelationsanalys baserad på rangordning (Spearman's korrelationskoefficient)
- PCA-analys (principal component analysis)
- PLS-analys (partial least squares regression)

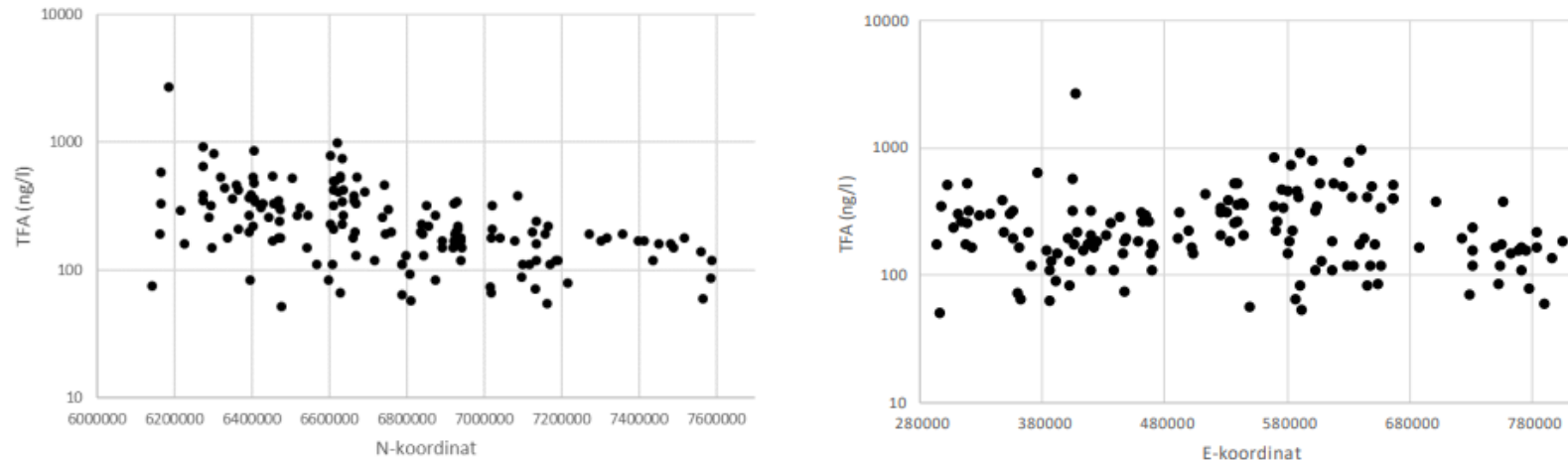
SGU (Joel Häggqvist och Bo Thunholm) med hjälp av SLU* (Claudia von Brömssen och Erik Olsson)

* SLU, Department of Energy and Technology,
Unit of Applied Statistics and Mathematics

Samband mellan TFA och PFAS21 i grundvatten samt provplatsernas egenskaper (Spearman rangkorrelation)

Tendens till...

- Lägre halter TFA och PFAS21 vid provplatser längre norrut i landet, starkare samband för TFA.



Figur 3. Halter av TFA i förhållande till N- respektive E-koordinat. Notera den logaritmiska skalan.

Samband mellan TFA och PFAS21 i grundvatten samt provplatsernas egenskaper (Spearman rangkorrelation)

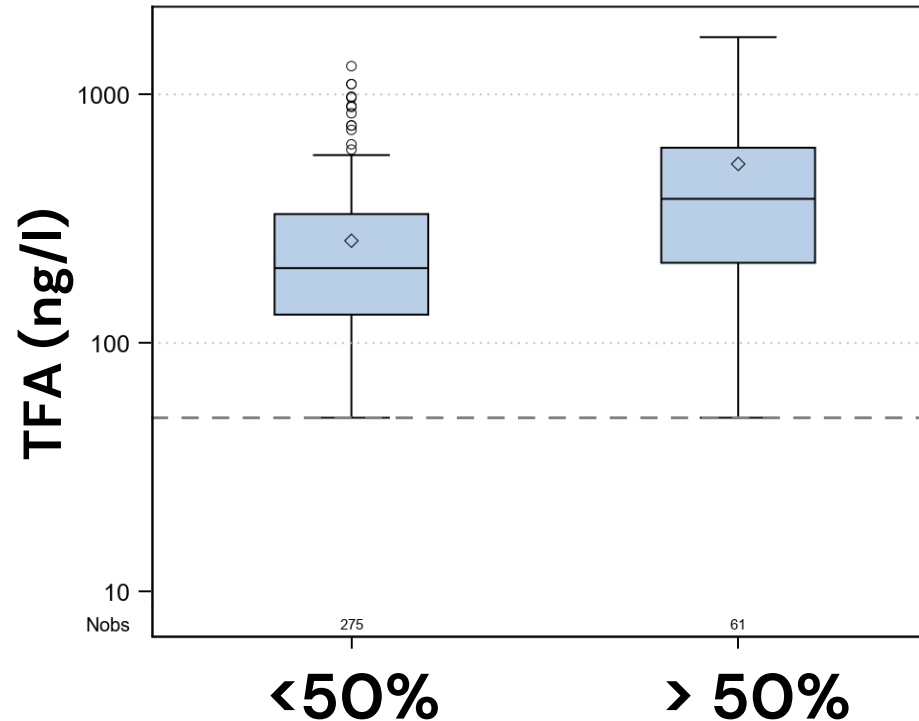
Tendens till...

- Högre halter TFA och PFAS21 vid högre halter kväve (total) och nitrat och högre andel jordbruksmark. Starkare samband för TFA.
- Lägre halter TFA och PFAS21 vid provplatser nära skog och nära myr/våtmark. Starkare samband för PFAS21.

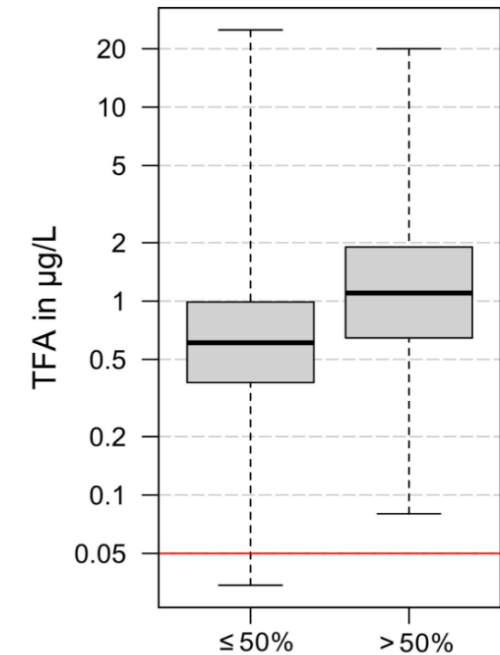
TFA i grundvatten vs jordbruksmark

- Indikerat samband mellan TFA och andel jordbruksmark, nitrat, totalkväve
- I linje med observationer inom EU, t.ex. Danmark, Tyskland, Schweiz...
- ...och med resultat från undersökning av TFA i grundvatten i jordbrukstypområden*

Sverige ~300 prover (2023–2024)
TFA vs andel jordbruksmark inom
200 m radie från provpunkten



Tyskland (Joerss et al. 2024)



Environment International
Volume 193, November 2024, 109061



Full length article

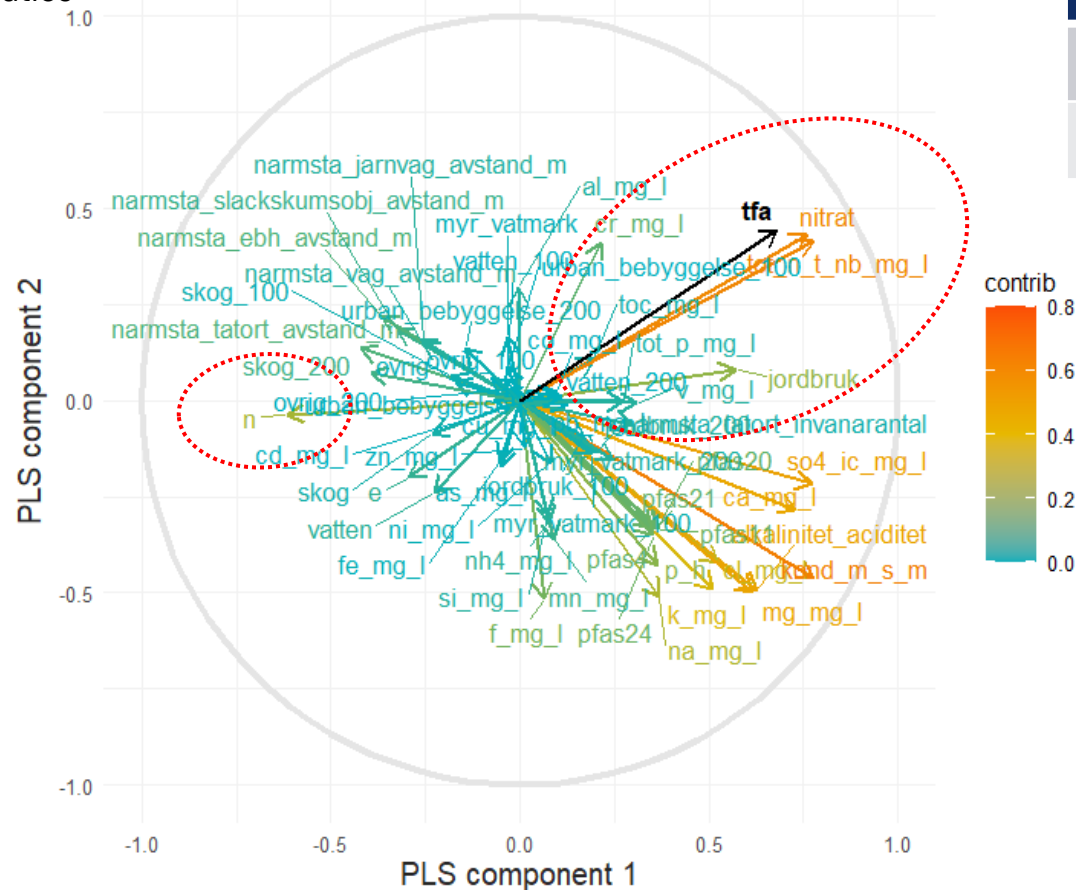
Pesticides can be a substantial source of trifluoroacetate (TFA) to water resources

Hanna Joerss ^{a,1}, Finnian Freeling ^{b,1}, Stefan van Leeuwen ^{c,d}, Juliane Hollender ^{e,f}, Xingang Liu ^g, Karsten Nödler ^b, Zhanyun Wang ^h, Bochi Yu ^{c,f}, Daniel Zahn ⁱ, Gabriel Sigmund ^c

Partial least squares (PLS) regression

Claudia von Brömssen och Erik Olsson

SLU, Department of Energy and Technology,
Unit of Applied Statistics and Mathematics



Komponent	% variation förklarat i TFA
1	46,2
2	19,7

Avgränsning södra Sverige (Spearmanns rangkorrelation)

- Ingen signifikant negativ korrelation kvarstår för TFA och latitud (N-koordinat)
- Signifikant positiv korrelation kvarstår för TFA och andel jordbruksmark, nitrat och kväve-tot.

Karta över Sverige söder om nordkoordinat 6700000.



Samband mellan TFA och PFAS21 i grundvatten samt provplatsernas egenskaper (Spearman's rangkorrelation)

Tendens till...

- Högre halter TFA och PFAS21 närmre potentiella påverkanskällor, tydligare samband för PFAS21.

Till exempel:

- Närmsta tätort
- Närmsta släckskumsobjekt
- Närmsta EBH-objekt
- Närmsta järnväg etc.

Grundvatten i urbana och icke urbana områden undersökningar 2023–2024

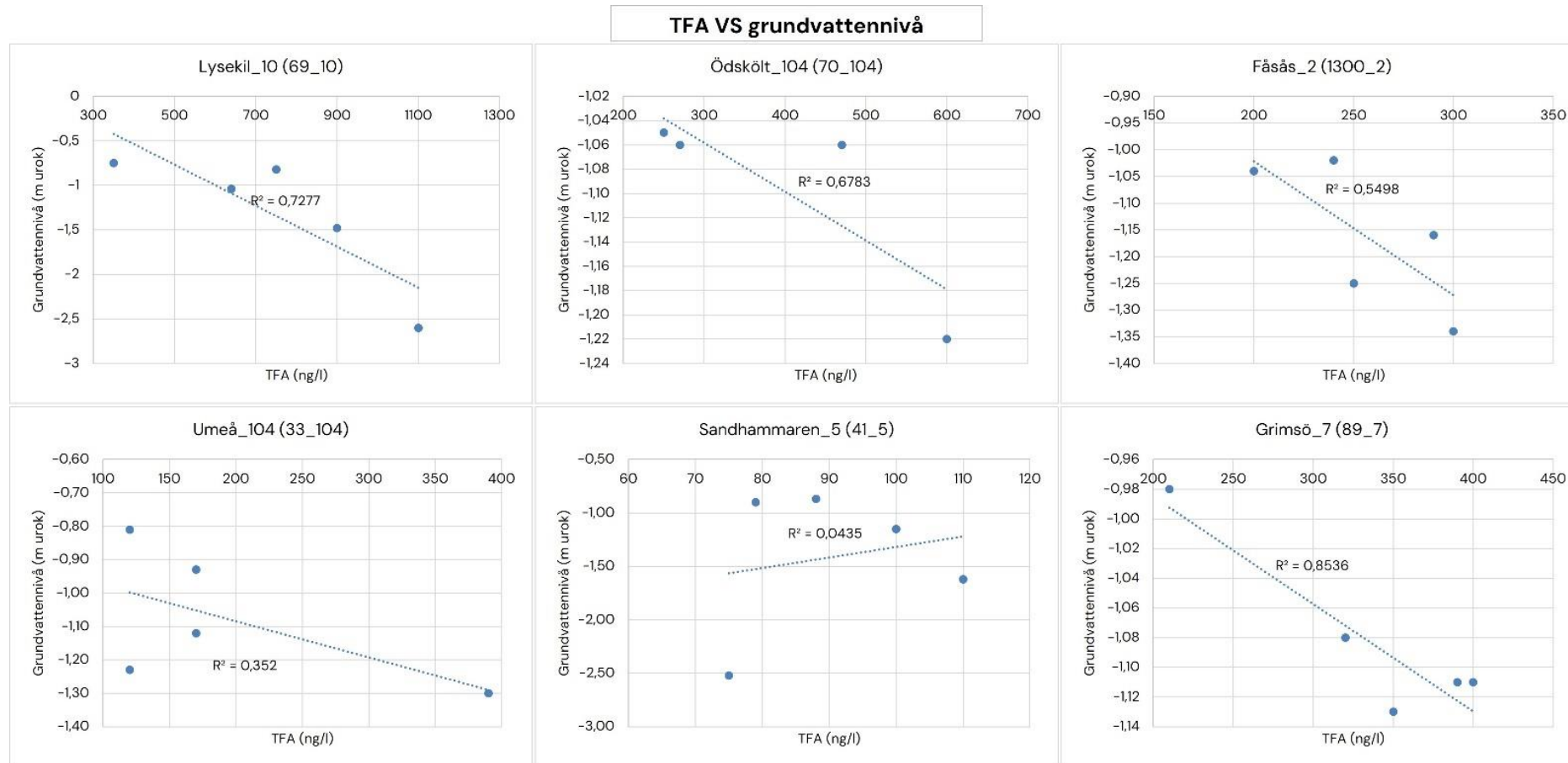
Markanvändning	TFA (ng/l)	PFAS4 (ng/l)	Antal prover
Urbana områden (fem städer)	Median: 330 Max: 860	Median: 2,35	32
Icke urbana områden (NMÖ)	Median: 220 Max: 2 700	Median: <LOQ	300

Redovisning av resultat i PM (publ. 2025)

Tabell X. Sammanställning av ett urval samband mellan förklarande variabler kopplat till provplatsernas egenskaper och responsparametrarna (TFA och PFAS21). Signifikansnivå anges som – (ej signifikant), * ($p \leq 0,05$), ** ($p \leq 0,01$), *** ($p \leq 0,001$), **** ($p \leq 0,0001$). Korrelationskoefficienten avser Spearman's rangkorrelation. En färggradering har använts, där starkare färg indikerar starkare korrelation på skalan –1 till 1 (röd = negativ, grön = positiv, vit = neutral (0)).

Variabel		Korrelation		Tendens	Möjliga förklaringar
		TFA	PFAS21		
Nordkoordinat (latitud)		–0,42684 ****	–0,29403 ****	Lägre halter TFA och PFAS21 vid nordligare provplatser. Starkare samband för TFA.	Skilnad i påverkanstryck från långväga atmosfärisk spridning och deposition. Befolkningstäthet och lokal mänsklig påverkan. Starkare för TFA pga. mer diffust spridningsmönster (luftburen spridning).
Avstånd till möjliga påverkanskällor (m)	Närmsta tätort	–0,19372 ***	–0,23038 ****	Högre halter TFA och PFAS21 vid provplatser närmre tätorter, släckskumsobjekt och järnvägar (lägre halter vid längre avstånd, därav negativa korrelationer). Starkare samband för PFAS21.	Tätorter: påverkan från dagvatten-, avfalls- och avloppshantering etc. Släckskumsobjekt: påverkan från skum innehållande PFAS (brandövningsplatser, släckinsatser) EBH-objekt: påverkan från förorenade områden (äldre industriell verksamhet, deponier etc.) Järnväg: användning av PFAS-haltiga kemikalier, spill, släckinsatser etc.
	Närmsta släckskumsobjekt	–0,22011 ***	–0,33131 ****		
	Närmsta EBH-objekt	–0,25582 ****	–0,31303 ****		
	Närmsta järnväg	–0,11331 *	–0,1671 **		
Jordbruk, andel (%)	200 m-radie	0,28955 ****	0,29116 ****	Lägre halter TFA och PFAS21 vid provplatser nära jordbruksmark. Starkare samband för TFA.	Jordbrukspåverkan kopplat till förekomst av PFAS i avloppsvatten, avloppsslam, växtskyddsmedel etc. Ev. koppling till latitud med lägre andel jordbruksmark i norr.
	Tillrinningsområde	0,3201 ****	0,23983 ***		
Skog, andel (%)	200 m-radie	–0,13934 *	–0,26202 ****	Lägre halter TFA och PFAS21 vid provplatser nära skog. Starkare samband för PFAS21.	Mindre lokal mänsklig påverkan. Högre fastläggning till mark. Starkare för PFAS21 pga. mer lokalt spridningsmönster, större beroende av fastläggning.
	Tillrinningsområde	–0,09575 –	–0,15163 **		
Andel myr/våtmark (%)	200 m-radie	–0,19734 ***	–0,26413 ****	Lägre halter TFA och PFAS21 vid provplatser nära myr/våtmark. Starkare samband för PFAS21.	Mindre lokal mänsklig påverkan. Högre fastläggning (torv). Starkare för PFAS21 pga. mer lokalt spridningsmönster, större beroende av fastläggning.
	Tillrinningsområde	–0,18369 **	–0,15816 **		

Säsongvariation – grundvatten NMÖ

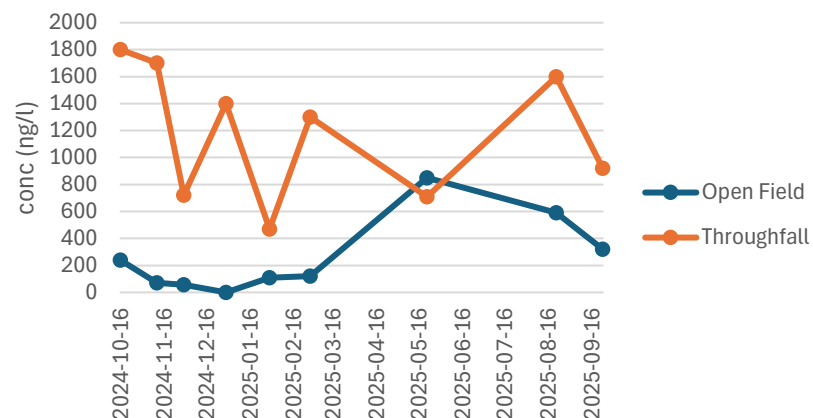


Månadsvis provtagning i skogliga försöksytor

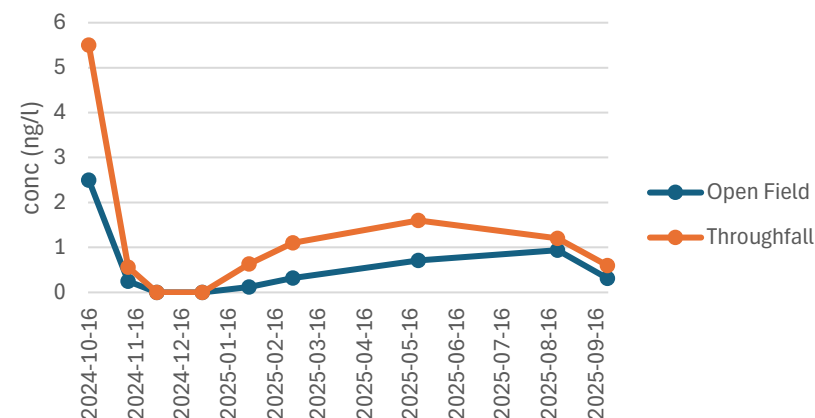
samarbete med SLU och IVL (OBS! Preliminära data)



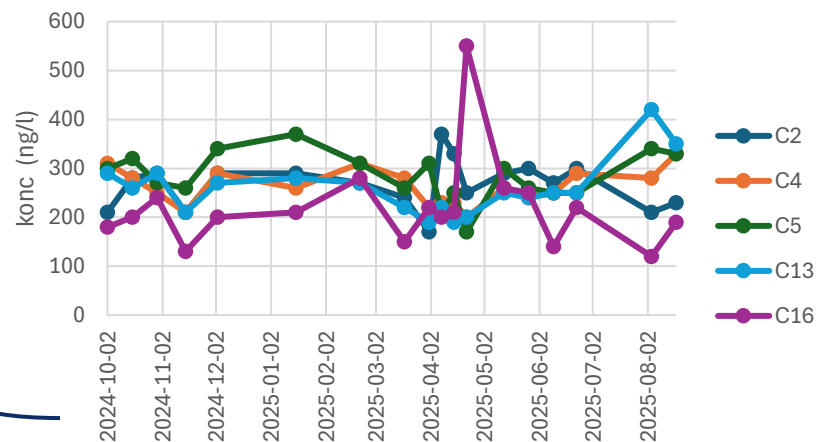
TFA-deposition: okt-24-sep25



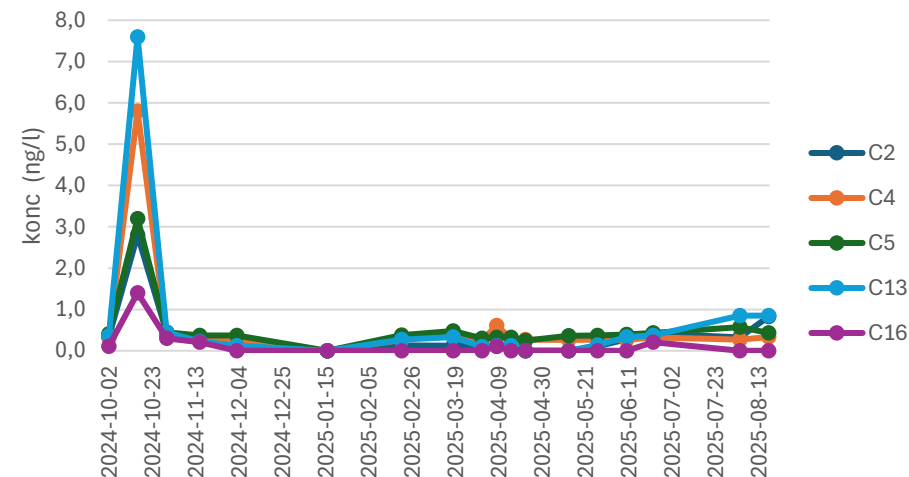
PFAS4-deposition: okt24-sep25



TFA - Ytvatten : okt24-sep25



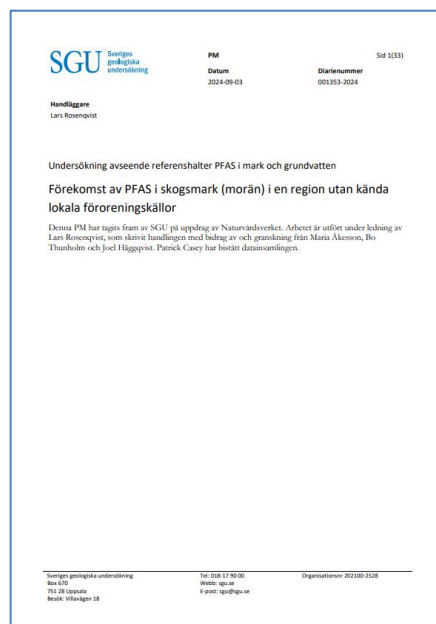
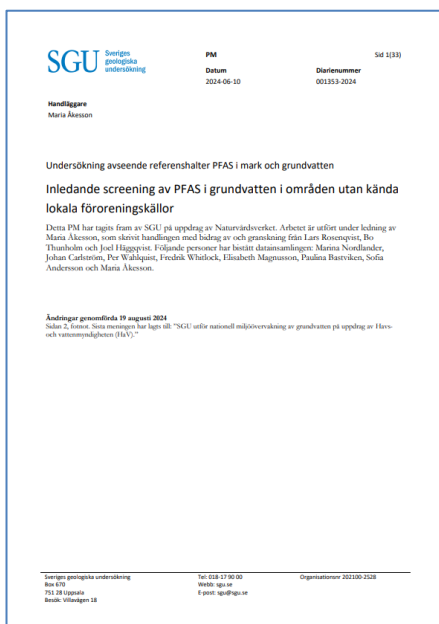
PFAS4-Ytvatten: okt24-sep25



Var hittas resultaten?

Resultat mark och grundvatten 2023

<https://www.sgu.se/grundvatten/pfas-i-grundvatten/>



SGU avser att publicera ytterligare PM under 2025 med resultat från undersökningar av mark och grundvatten utförda 2024

SGU
Svenska geotekniska undersökningen

Lyssna Läst Läst In English Kontakta oss Våra webbplats

Sök

Start Produkter och tjänster **Grundvatten** Mineralnäring Samhällsplanering Om geologi Om SGU

Start / Grundvatten / PFAS i grundvatten

Grundvattennivåer +
Brunnar och dricksvatten +
Vattenförvaltning +
Miljöövervakning av grundvatten +
Trender i grundvattenkemi +
PFAS i grundvatten
Vattenskyddsområden +
Vattenförsörjningsplaner
Bedömningsgrunder för grundvatten
Inmatning av grundvattensuppgifter
Grundvatten och förändrat klimat +

PFAS i grundvatten

Per- och polyfluorinerade alkylsubstanter (PFAS) är samlingsnamnet för en grupp av tusentals olika syntetiska organiska ämnen med problematiska miljö- och hälsoegenskaper. På senare år har PFAS blivit föremål för omfattande utredningar och regleringar på grund av deras förekomst i grundvatten.

PFAS används sedan 1950-talet i många olika industriella processer och i olika konsumentprodukter för att tillföra kemisk stabilitet och fett- och vattenavstötande egenskaper. Trots dessa egenskaper är många PFAS-ämnen relativt vattenlösliga, vilket gör att de sprids med grundvatten, vattendrag och havsströmmar på ett sätt som får andra organiska miljögifter göra.

PFAS är dessutom extremt långlivade och har haft en omfattande användning, vilket gör att PFAS idag finns i många miljöer. Till detta bidrar också att det är svårt och dyrt att efterbehandla PFAS-förorenade områden.

Mer information om påverkanskällor, spridningsvägar, gränsvärden och förekommande halter av PFAS i grundvatten finns i avsnittet om PFAS i SGU:s handledning *Bedömningsgrunder för grundvatten*.

> PFAS i Bedömningsgrunder för grundvatten

Pågående undersökningar av referenshalter i mark och grundvatten

Sedan 2023 har SGU bistått Naturvårdsverket och Statens Geotekniska Institut (SGI) inom ramen för en pågående regeringssatsning som övergripande syftar till att stärka nationell samordning och vägledning om PFAS-förorenade områden.

SGU:s arbete fokuserar på att undersöka förekomst av PFAS i mark och grundvatten också på platser bortom känt förorenade områden, i syfte att generera underlag för bedömning av diffus spridning i olika typer av referensmiljöer.

Undersökningarna omfattar flera olika delprojekt och moment som avrapporteras löpande i takt med att arbetet fortgår. Insamlade data integreras i de nationella datavärdsystemen för grundvatten respektive miljögifter. Delprojekt utförda 2023 beskrivs kortfattat nedan:

- Inledande screening av förekomst av PFAS i grundvatten i områden utan kända lokala föroreningskällor.** Arbetet är slutfört och har avrapporterats. Data är integrerat i nationellt datavärdsystem för grundvatten. Undersökningarna omfattade undersökningar inom stationsnätet för den nationella miljöövervakningen av grundvatten. Mer information om undersökningen av PFAS i grundvatten finns på SGU:s webbplats.

Mer på vår webbplats

> Forskningsprojekt om åtgärdsstrategier för PFAS
För att minska spridningen av PFAS har SGU fått ett regeringsuppdrag om att under perioden 2022–2026 arbeta med forskning och kunskapsutveckling rörande undersökning, utredning och åtgärder av PFAS-förorenade områden.

Läs mer

1 Förekomst av PFAS i skogsmark (morän) i en region utan kända lokala föroreningskällor
2 PFAS inom grundvattenförvaltningen
SGU:s föreskrifter om kartläggning, riskbedömning och klassificering av status för grundvatten (SGU-FS 2023:1)
> PFAS i Bedömningsgrunder för grundvatten
Mer om PFAS i SGU:s Bedömningsgrunder för grundvatten.
3 Inledande screening av PFAS i grundvatten i områden utan kända lokala föroreningskällor
Undersökning avseende referenshalter PFAS i mark och grundvatten. Detta PM har tagits fram av SGU på uppdrag av Naturvårdsverket.

Andra webbplatser

> Naturvårdsverket
Allmän beskrivning av PFAS.
> Kemikalieinspektionen
Guide om PFAS.
> Livsmedelsverket
Mer om PFAS i mat och dricksvatten.

Data inrapporterade i datavärdsskapen för miljögifter och grundvatten

Kartvisare och utsök av halter miljögifter



SGU
Svenska geologiska
undersökningen

Lyssna Lättläst In English Kontakta oss Våra webbplatser

Sök Sök

Start Produkter och tjänster Grundvatten Mineralnäring Samhällsplanering Om geologi Om SGU

Start / Produkter och tjänster / Nationella datavärdskap / Datavärdskap för miljögifter / Kartvisare och utsök av halter miljögifter

Geologiska data +
Kartor +
Publikationer och rapporter +
Användarstöd för geologiska frågor, vägledningar och handledningar
Inrapporterings tjänster
Undersökningsfartyg +
Uppdragsverksamhet +
Nationella datavärdskap -
Datavärdskap för geotekniska markundersökningar
Datavärdskap för grundvatten
Datavärdskap för miljögifter -
Rapportera data för miljögifter
Kartvisare och utsök av halter miljögifter
Söktjänster och portaler +
Informationsmaterial
Kundservice +

Kartvisare och utsök av halter miljögifter

I denna kartvisare visas de provplatser där halter av grundämnen, organiska miljögifter och andra parametrar har rapporterats in till datavärdskapet för miljögifter.

För utsök av halter välj provplatser genom markering i kartan med hjälp av den fyrkantiga symbolen på höger sida i kartan eller genom att välja unvalskriterier i sökförslaget. En förhandsgranskning av ett urval, totalt 20 rader, visas nedanför kartan medan data i sin helhet kan laddas ner i csv-format. Maximalt uttag är 200 000 rader (mätvärden), så om sökningen omfattar mer än detta måste den begränsas ytterligare.

För att öppna den nedladdade csv-filen i rätt format behöver du öppna en ny tom arbetsbok i Excel. Därefter går du till Data, Från text/CSV. Välj din nedladdade fil och importera. Ändra filursprung till 65001: Unicode (UTF-8) och läs in.

Observera att när mätvärdestandard (MATV_STD) är q eller b är värdet (MATVARDE) mindre än rapporteringsgränsen respektive detektionsgränsen.

Önskemål om ytterligare inrapporterade parametrar som saknas i uttaget eller andra frågor mejlas till SGUs kundservice:

> Kontakta SGUs kundservice

Den som publicerar miljöövervakningsdata hämtade från detta datavärdskap får gärna ange källan som Datavärdskapet för miljögifter hos SGU.

📄 Följesedel uttag (nytt fönster)
📄 API-dokumentation för datavärdskap miljögifter

> Visa sidan i fullbredd utan meny

▼ Kartlager

larten

Norska havet

Norge

Finland

Estland

Litauen

Danmark

Sösk provplatser

Vid behov att begränsa sökningen, välj län, provmatris, provplatsmiljö, ämnesgrupp och tidsperiod för när mätobservation är utförd.

Län
Nationellt

Matris
Alla

Provplats Miljö
Alla

Ämnesgrupper
Alla

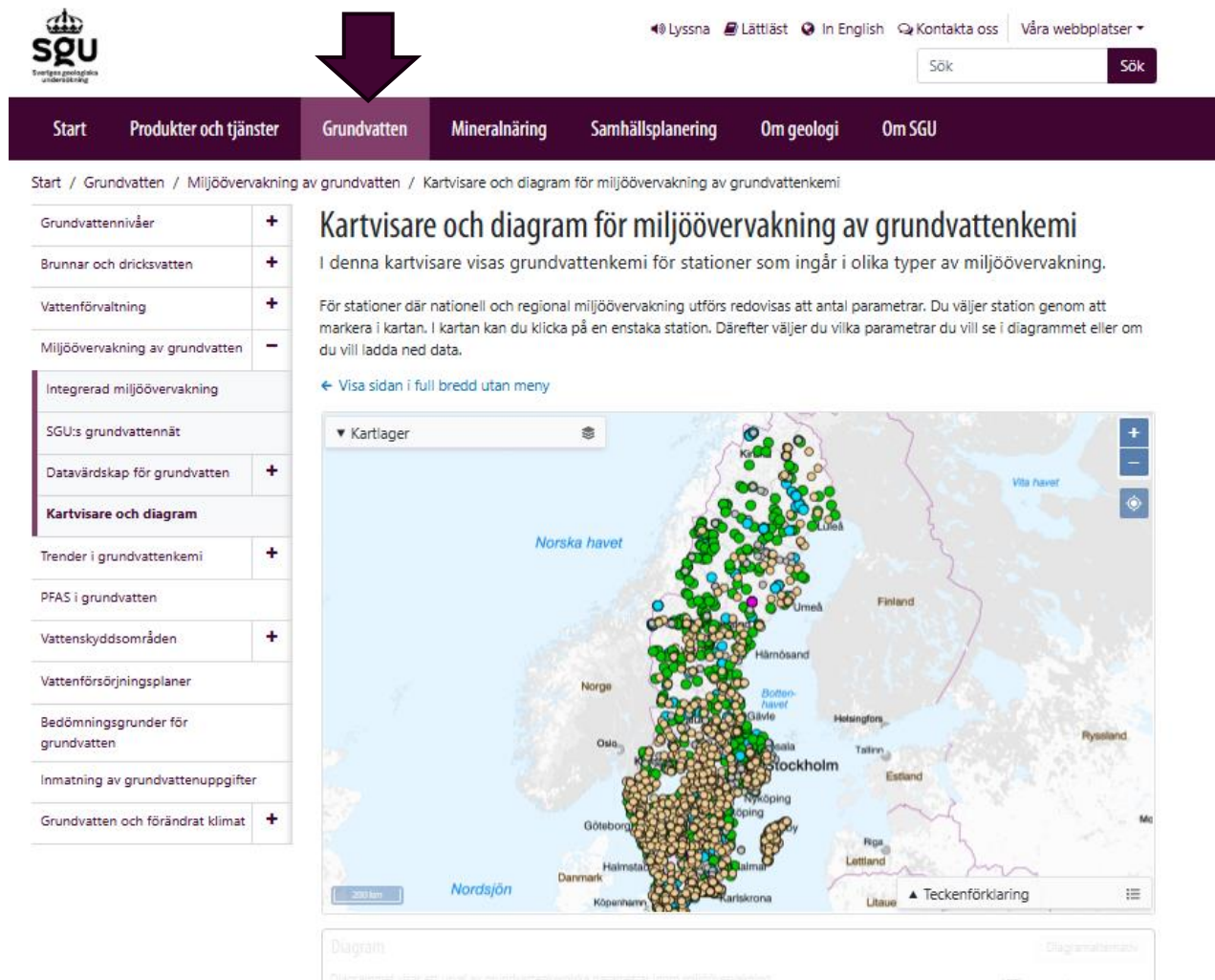
Från
YYYY-MM-DD

Till
YYYY-MM-DD

Sök mätvärden Återställ val och sökresultat

MARK

Kartvisare och diagram för miljöövervakning av grundvattenkemi



SGU
Svenska geologiska
undersökningen

Lyssna Lättläst In English Kontakta oss Våra webbplatser

Sök Sök

Start Produkter och tjänster Grundvatten Mineralnäring Samhällsplanering Om geologi Om SGU

Start / Grundvatten / Miljöövervakning av grundvatten / Kartvisare och diagram för miljöövervakning av grundvattenkemi

Kartvisare och diagram för miljöövervakning av grundvattenkemi

I denna kartvisare visas grundvattenkemi för stationer som ingår i olika typer av miljöövervakning.

För stationer där nationell och regional miljöövervakning utförs redovisas att antal parametrar. Du väljer station genom att markera i kartan. I kartan kan du klicka på en enskild station. Därefter väljer du vilka parametrar du vill se i diagrammet eller om du vill ladda ned data.

← Visa sidan i full bredd utan meny

▼ Kartlager

Norska havet

Norge

Finland

Estland

Litauen

Danmark

Stockholm

Nordsjön

Teckenförklaring

Diagram

Diagrammallar

Grundvattennivåer +
Brunner och dricksvatten +
Vattenförvaltning +
Miljöövervakning av grundvatten -
Integrerad miljöövervakning
SGU:s grundvattennät
Datavärdskap för grundvatten +
Kartvisare och diagram
Trender i grundvattenkemi +
PFAS i grundvatten
Vattenskyddsområden +
Vattenförsörjningsplaner
Bedömningsgrunder för grundvatten
Inmatning av grundvattenuppgifter
Grundvatten och förändrat klimat +

Tack!

lars.rosenqvist@sgu.se

joel.haggqvist@sgu.se