

Organické mikropolutanty v podzemních vodách ČR stav poznání v roce 2026

Vít Kodeš^a, Miroslava Svátková^a, Jindřich Freisleben^a, Radka Kodešová^b, Roman Grabic^c, Daniela Tomešová^d

^a Český hydrometeorologický ústav, Odbor jakosti vody

^b Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů

^c Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod

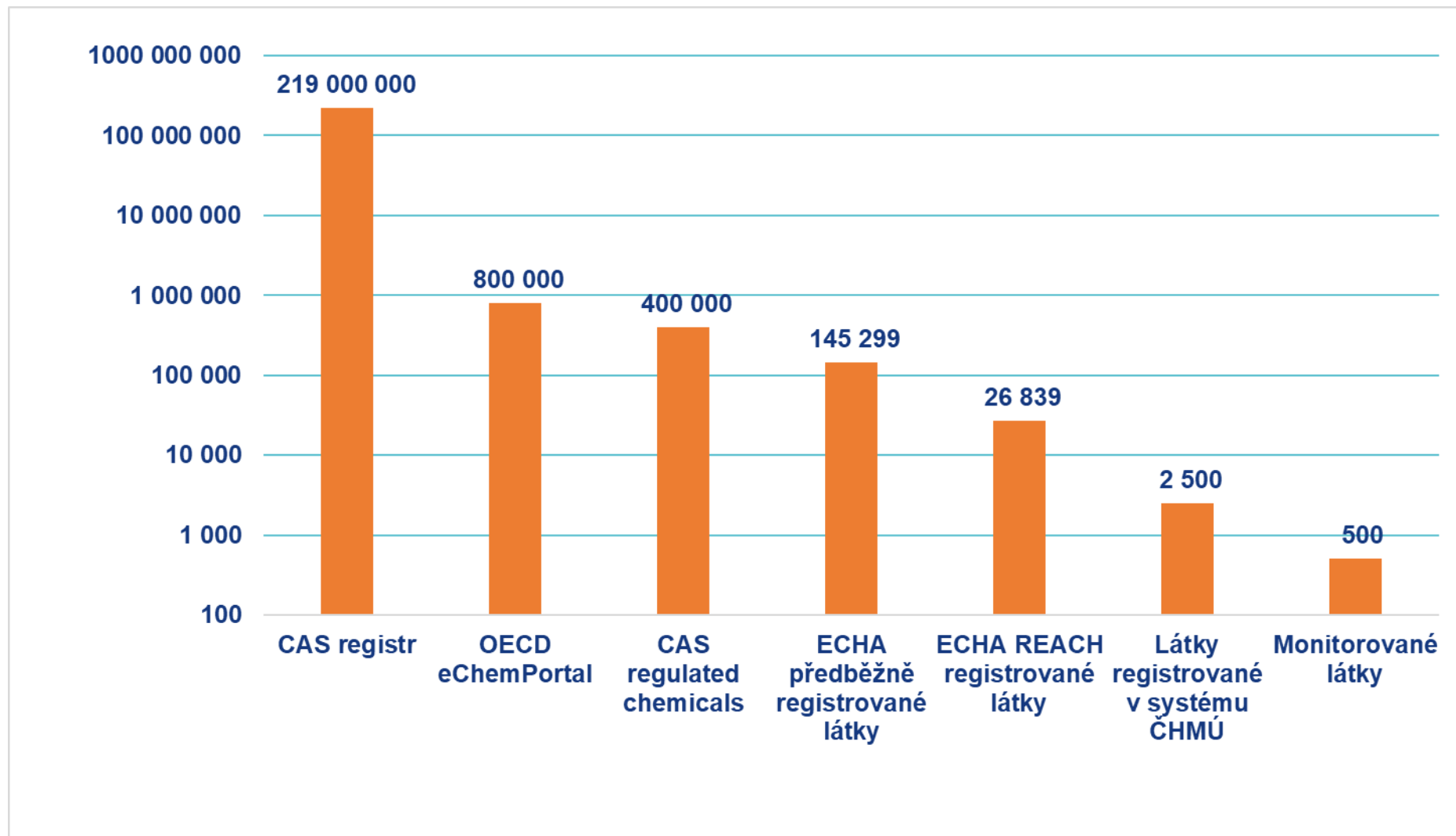
^d ALS Česká republika

XVII. hydrogeologický kongres, 1.9. - 4.9.2026, Pardubice

**Před patnácti sty lety všichni věděli, že Země je středem vesmíru.
Před pěti sty lety každý na téhle planetě věděl, že Země je placka.
A ty jsi před patnácti minutami věděl, že jsme na téhle planetě sami.
Teď si představ, co se dozvíš zítra...**



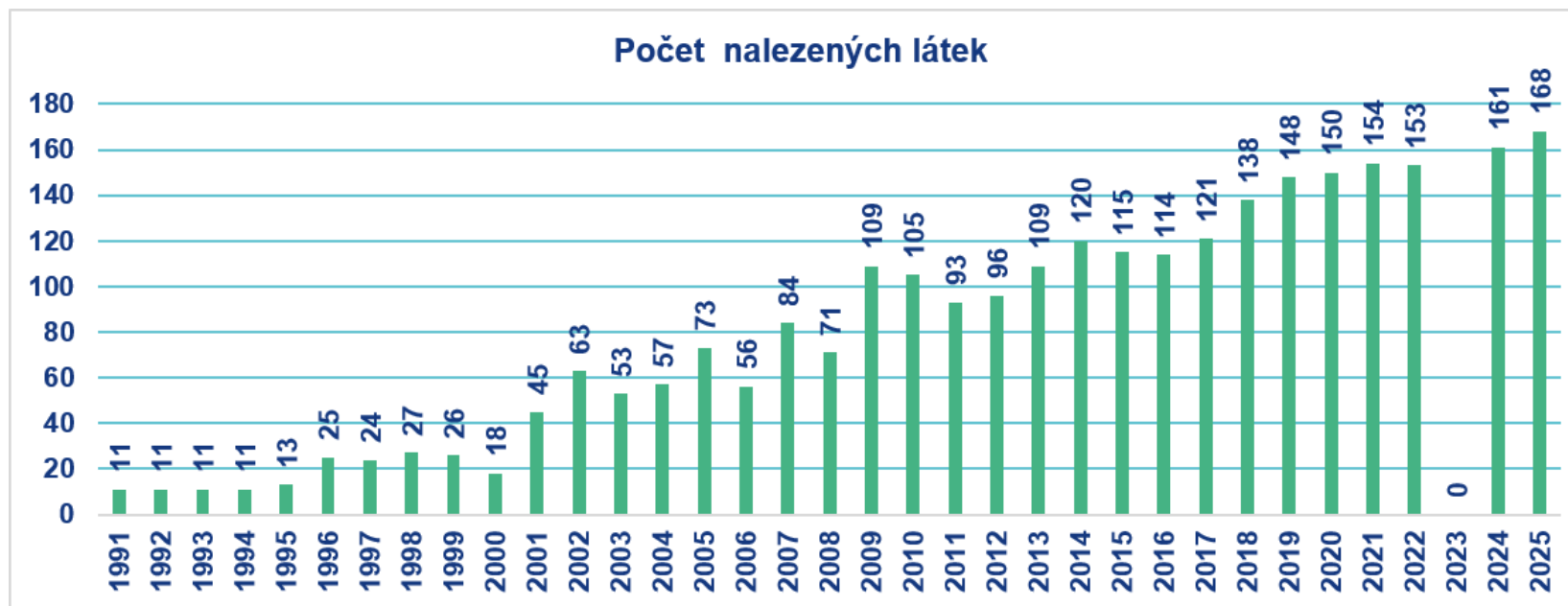
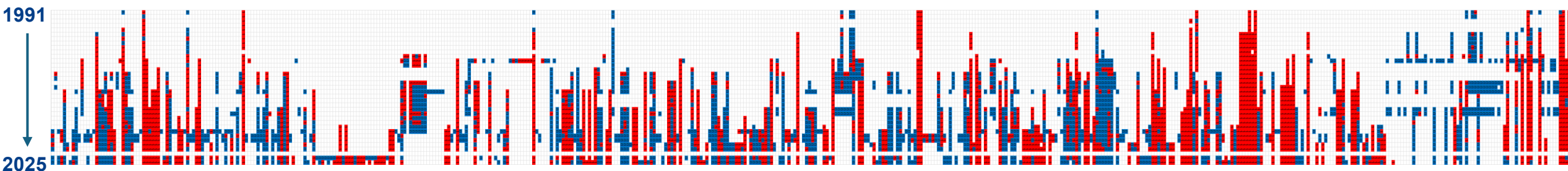
Počty registrovaných látek



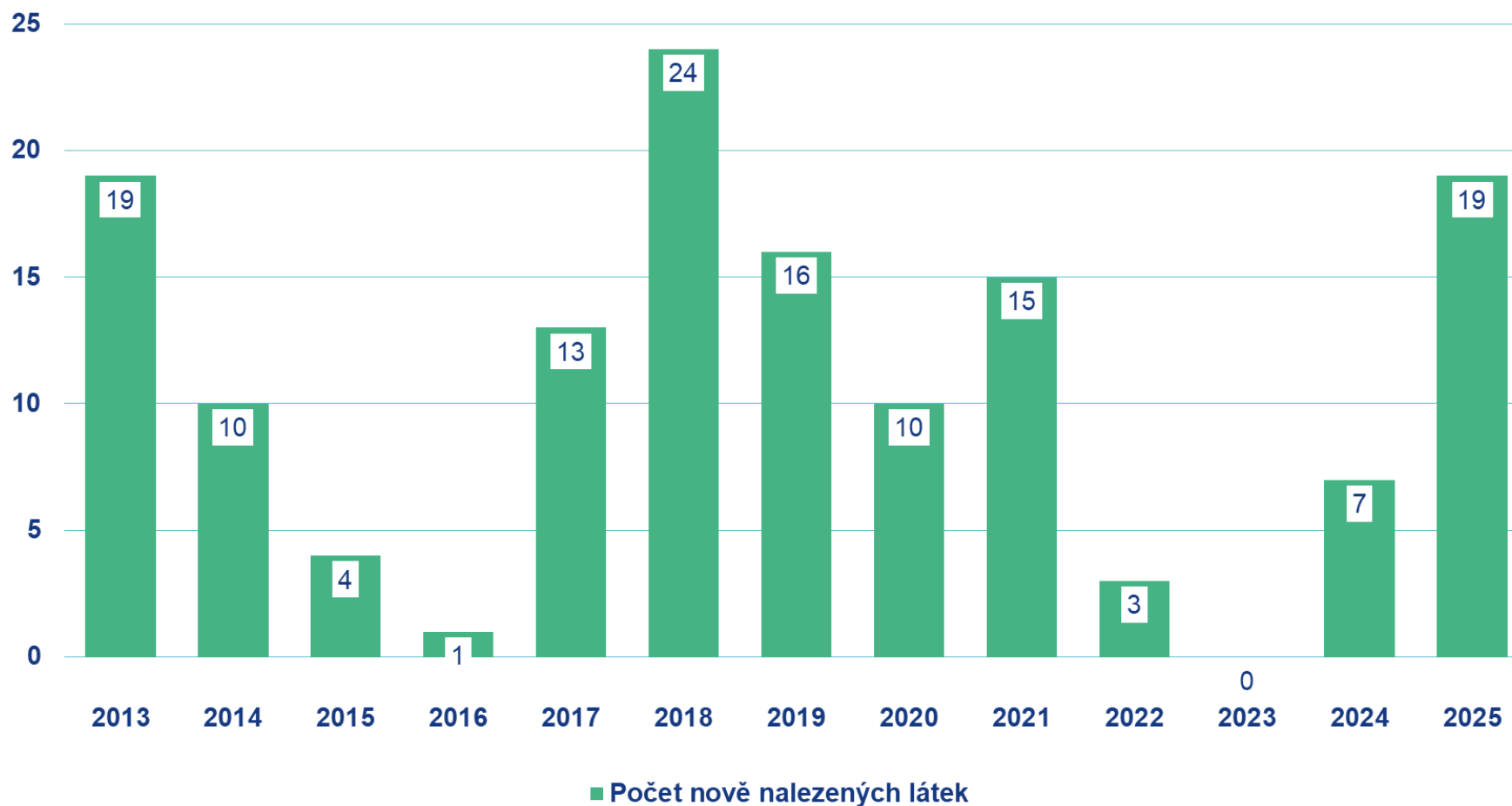
Nálezy podzemní vody

■ nenalezeno
■ nalezeno

celkem 311 nalezených cizorodých organických látek z 518 sledovaných v období 1991-2025



Počty nově nalezených látek podzemní vody



Celkem 141 látek za 13 let (pesticidy - metabolity, léčiva, bisfenoly, benzotriazoly, sladidla, PFAS....)

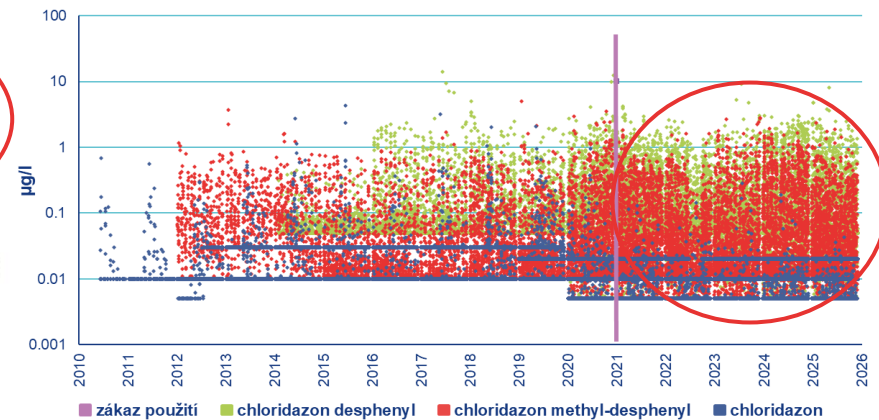
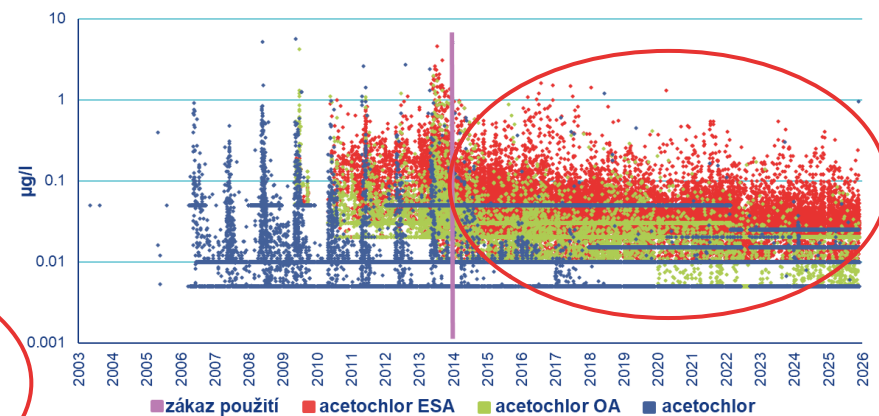
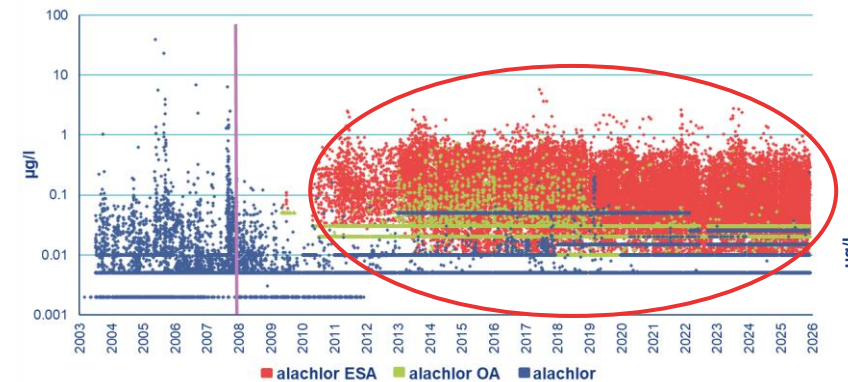
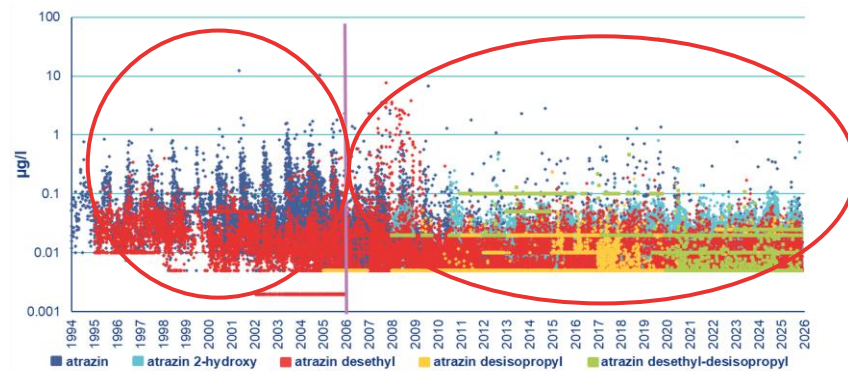
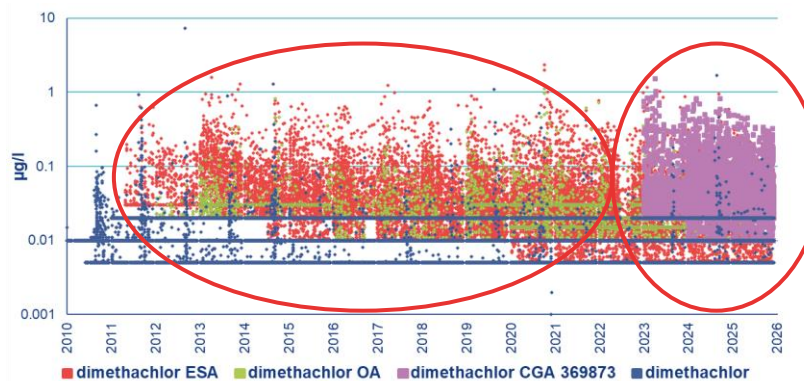
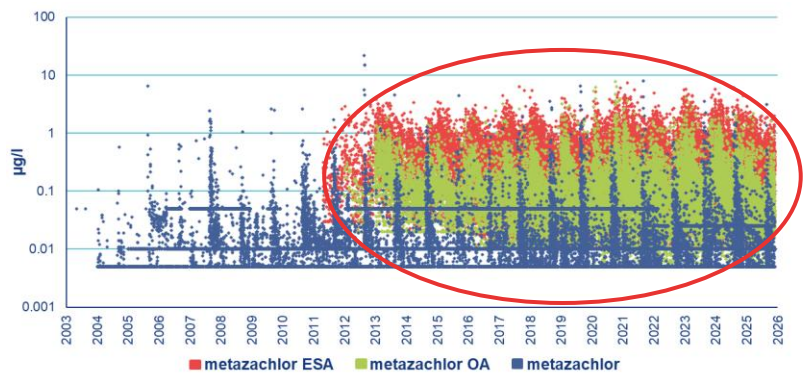
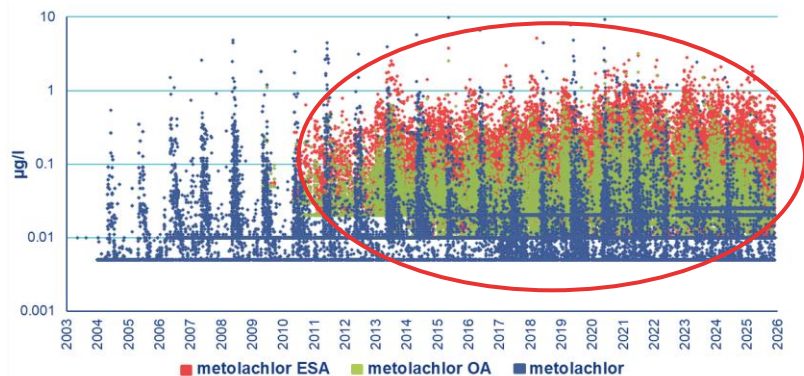
Sledované mikropolutanty

TOL
PAU
Ftaláty
Komplexony (chelatační činidla)
Pesticidy
Alkylfenoly

Metabolity pesticidů
Léčiva + metabolity
Bisfenoly
Benzotriazoly
PFAS
Přípravky osobní péče
Umělá sladidla

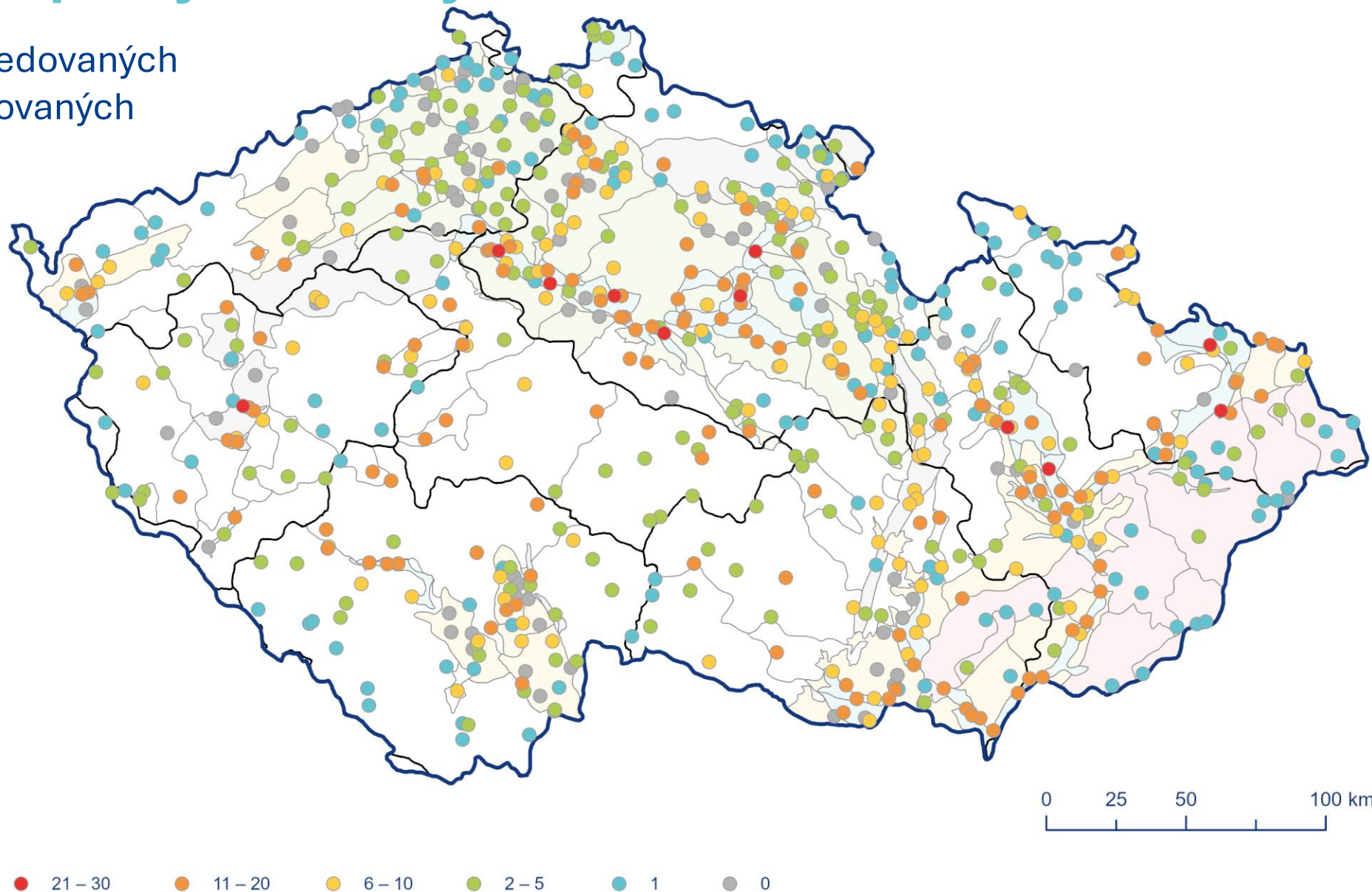
...

Pesticidy povrchové vody

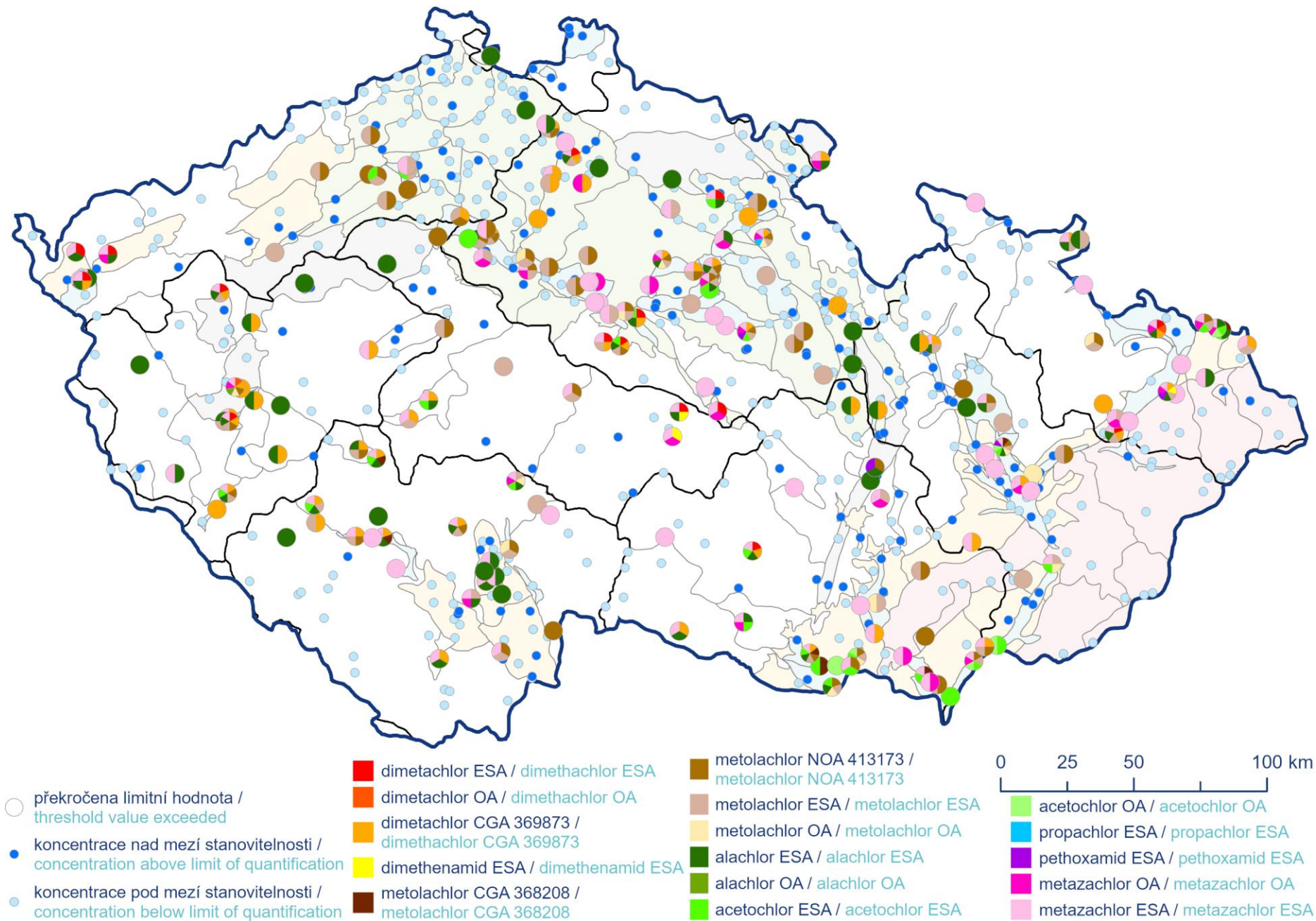


Pesticidy 2025 počty nalezených látek

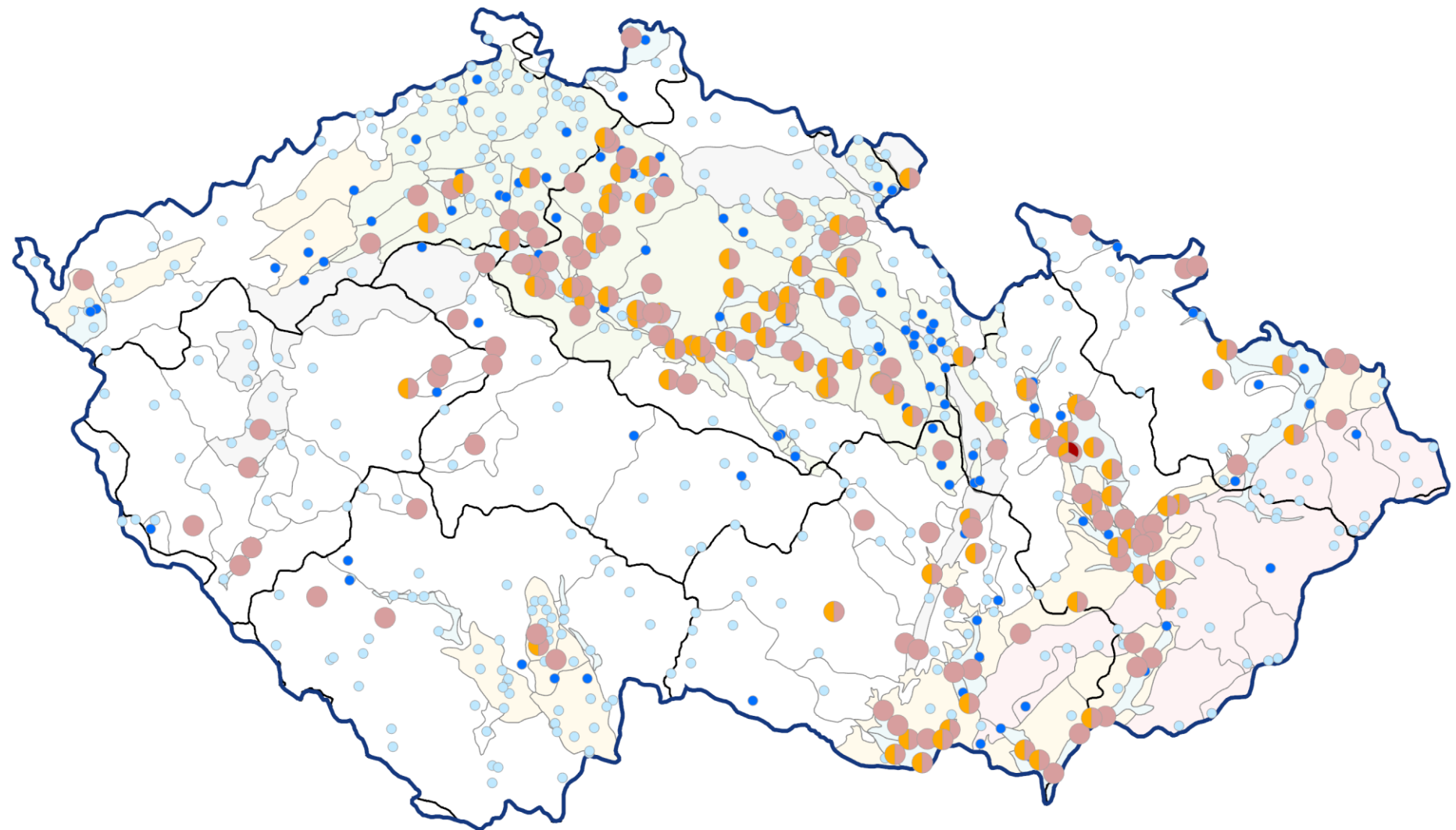
nalezených: 60% ze sledovaných
nad limit: 40% ze sledovaných



Pesticidy 2025



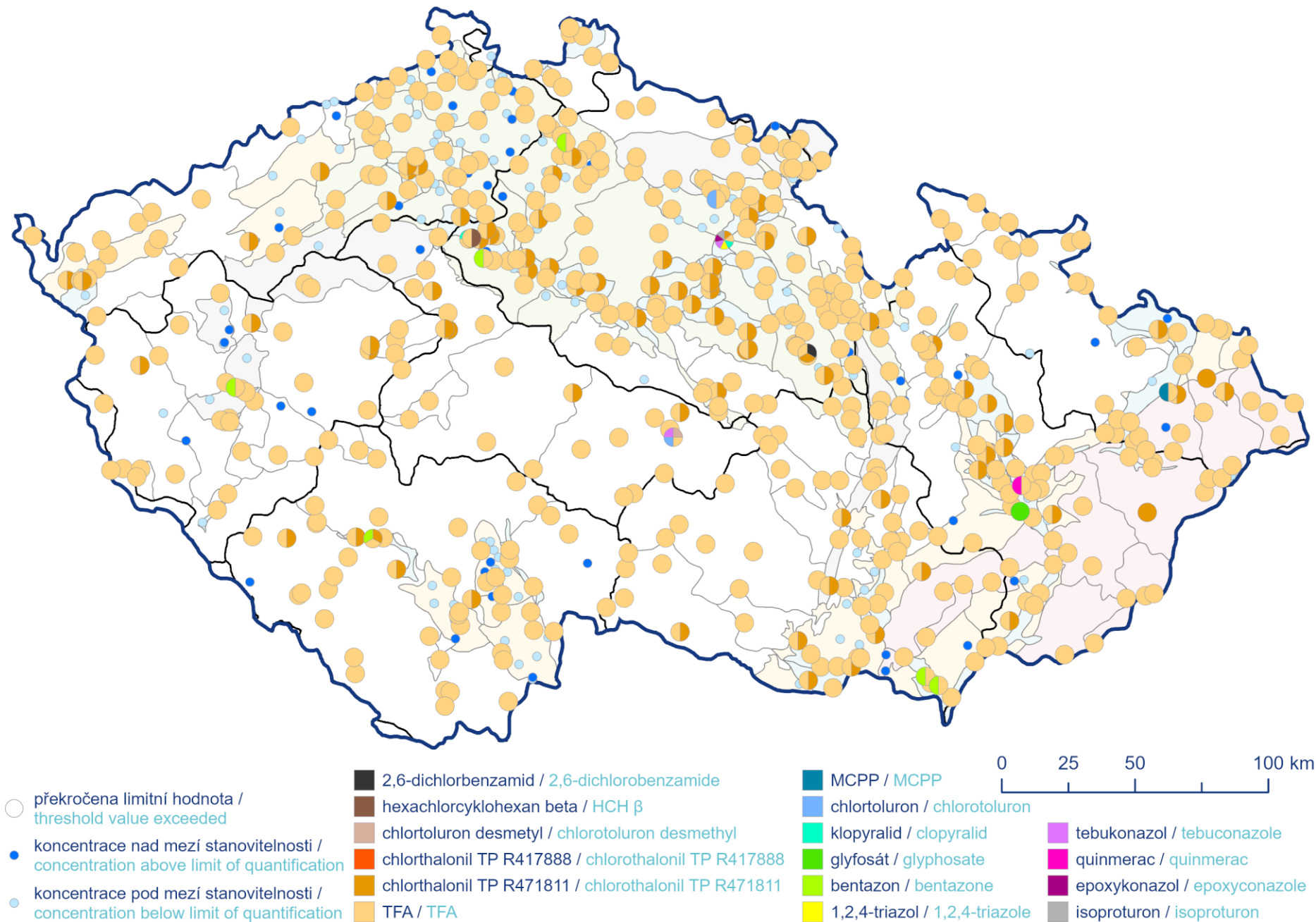
Pesticidy 2025



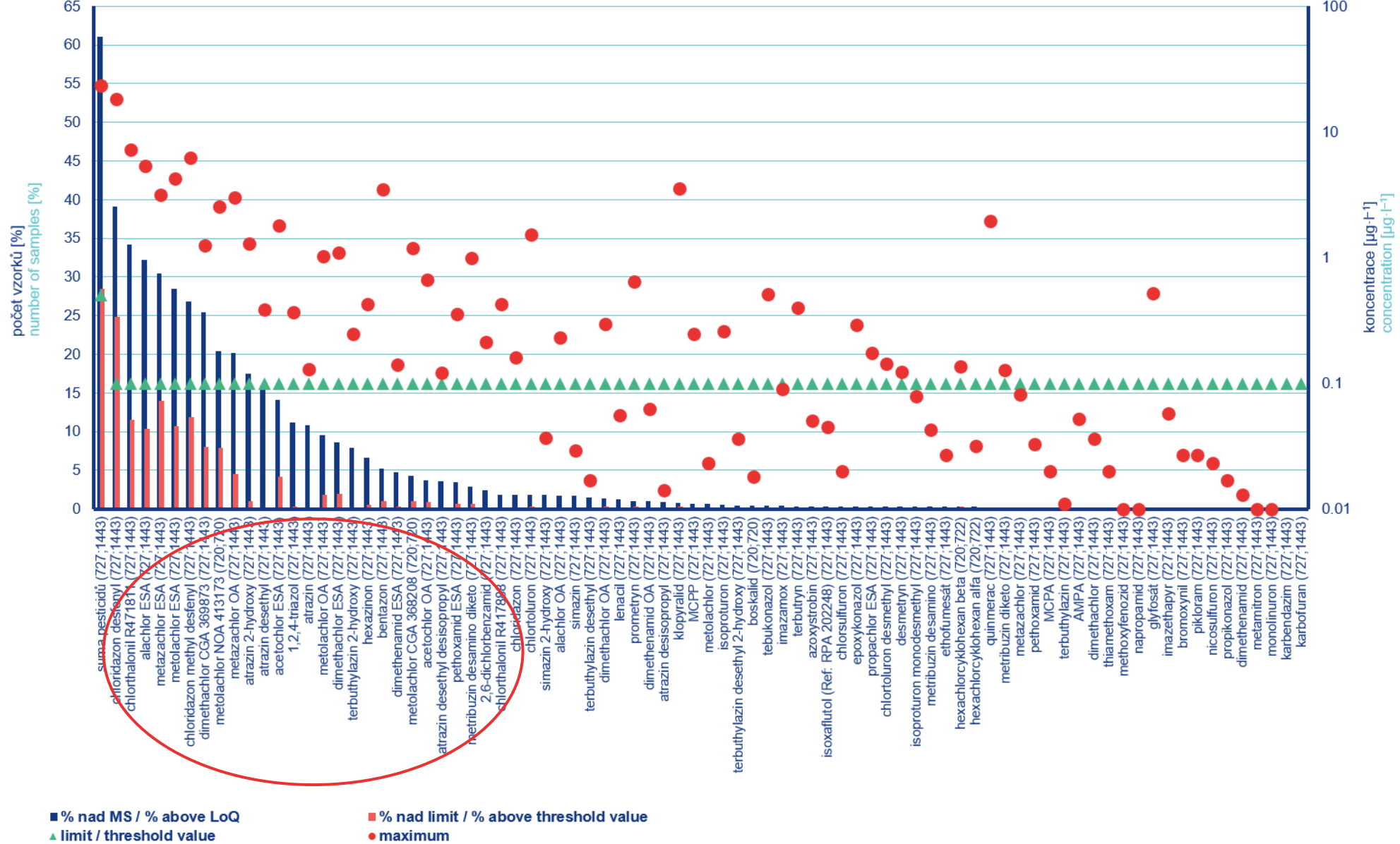
- překročena limitní hodnota /
threshold value exceeded
- koncentrace nad mezí stanovitelnosti /
concentration above limit of quantification
- koncentrace pod mezí stanovitelnosti /
concentration below limit of quantification

- chloridazon / chloridazon
- chloridazon desfenyl / chloridazon desphenyl
- chloridazon metyl desfenyl / chloridazon methyl desphenyl

Pesticidy 2025



Pesticidy 2025



Pesticidy podzemní vody 2022-2025 jednotlivé kraje, doporučení pro sledování 25 - 52 látek

častý výskyt, vyšší koncentrace

[illegible]

méně častý výskyt, nižší koncentrace

Pesticidy

Jihomoravský

kyselina trifuoroctová
chloridazon desphenyl
metolachlor ESA
chloridazon methyl-desphen.
alachlor ESA
chlorothalonil R471811
metolachlor NOA 413173
metazachlor ESA
acetochlor ESA
dimethachlor CGA 369873
atrazin 2-hydroxy
metazachlor OA
acetochlor OA
metolachlor OA
metolachlor CGA 368208
bentazon
dimethenamid ESA
metribuzin desaminodiketo
pethoxamid ESA
AMPA

Liberecký

kyselina trifuoroctová
chloridazon desphenyl
alachlor ESA
metazachlor ESA
chloridazon methyl-desphen.
dimethachlor CGA 369873
metolachlor ESA
hexazinon
metolachlor NOA 413173
bentazon

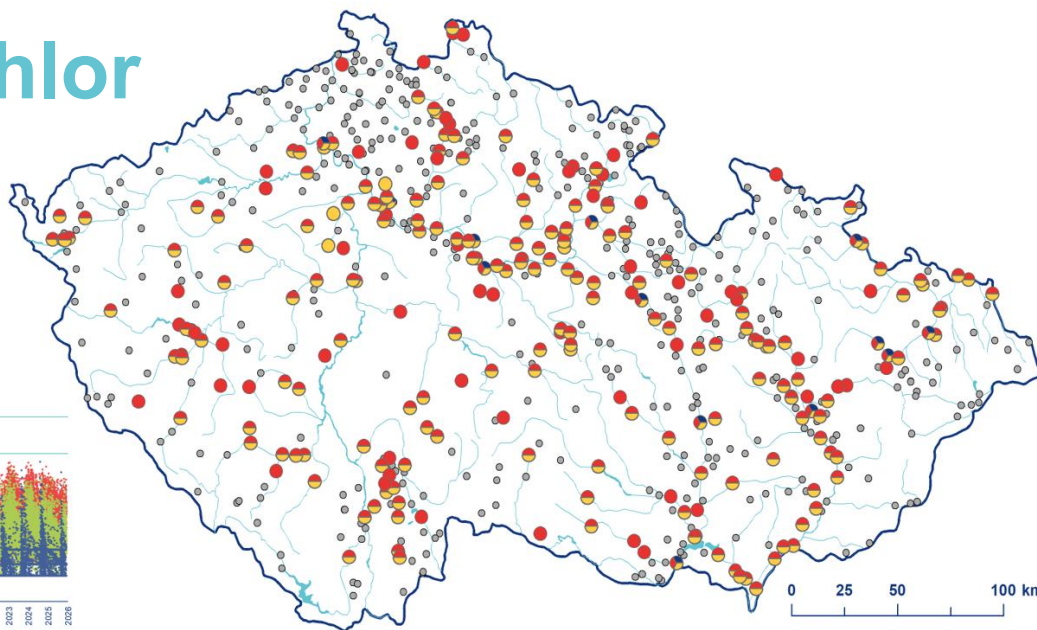
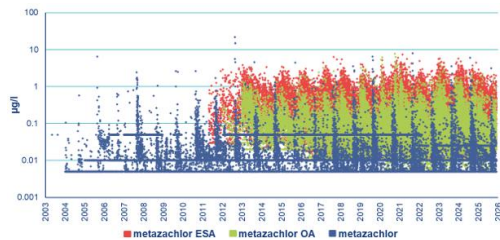
Vysočina	Královéhradecký	Moravskoslezský	Plzeňský	Středočeský + Praha	Olomoucký
kyselina trifuoroctová metazachlor ESA metazachlor OA chlorothalonil R471811 dimethachlor CGA 369873 1,2,4-triazol chloridazon desphenyl dimethenamid ESA dimethachlor ESA alachlor ESA acetochlor ESA chloridazon methyl-desphen. metolachlor ESA 2,6-dichlorbenzamid pethoxamid ESA dimethenamid OA metribuzin desaminodiketo chlorotoluron tebukonazol chlorotoluron desmethyl	kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl chlorothalonil R471811 chloridazon methyl-desphen. metolachlor ESA dimethachlor CGA 369873 metazachlor ESA metazachlor OA metolachlor NOA 413173 alachlor ESA 1,2,4-triazol acetochlor ESA metolachlor OA atrazin atrazin desethyl dimethachlor ESA pethoxamid ESA chlorotoluron tebukonazol epoxikonazol propachlor ESA	kyselina trifuoroctová alachlor ESA metazachlor ESA chloridazon desphenyl chlorothalonil R471811 metazachlor OA dimethachlor CGA 369873 metolachlor ESA chloridazon methyl-desphen. dimethachlor ESA metolachlor NOA 413173 acetochlor ESA metolachlor OA 1,2,4-triazol dimethenamid ESA metolachlor CGA 368208 acetochlor OA pethoxamid ESA atrazin dimethachlor OA clopyralid MCPP (mecoprop)	kyselina trifuoroctová alachlor ESA dimethachlor CGA 369873 metazachlor ESA chloridazon desphenyl metolachlor NOA 413173 chlorothalonil R471811 metolachlor ESA dimethachlor CGA 369873 metolachlor NOA 413173 alachlor ESA metazachlor OA atrazin 2-hydroxy acetochlor ESA metolachlor OA atrazin 1,2,4-triazol prometryn terbuthylazin 2-hydroxy bentazon desmetryn dimethachlor OA terbutryn alachlor OA chlorotoluron	kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl chloridazon methyl-desphen. chlorothalonil R471811 metazachlor ESA metolachlor ESA dimethachlor CGA 369873 metolachlor NOA 413173 alachlor ESA metazachlor OA atrazin 2-hydroxy metolachlor OA atrazin desethyl acetochlor ESA bentazon chlorothalonil R417888 dimethachlor ESA hexazinon atrazin desethyl-desisopropyl metribuzin desaminodiketo AMPA prometryn	kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl chloridazon methyl-desphenyl chlorothalonil R471811 metazachlor ESA metolachlor ESA alachlor ESA dimethachlor CGA 369873 metolachlor NOA 413173 metazachlor OA acetochlor ESA atrazin metolachlor OA chloridazon pethoxamid ESA acetochlor OA metolachlor CGA 368208 quinmerac
Jihočeský	Ústecký			Zlínský	Pardubický
kyselina trifuoroctová alachlor ESA metazachlor ESA chlorothalonil R471811 metazachlor OA dimethachlor CGA 369873 metolachlor ESA acetochlor ESA metolachlor NOA 413173 chloridazon desphenyl 1,2,4-triazol metolachlor OA metolachlor CGA 368208 chloridazon methyl-desphen. pethoxamid ESA	kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl metolachlor NOA 413173 metolachlor ESA alachlor ESA chlorothalonil R471811 metazachlor ESA chloridazon methyl-desphen. atrazin 2-hydroxy dimethachlor CGA 369873 bentazon acetochlor ESA			kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl chloridazon methyl-desphen. metolachlor ESA acetochlor ESA chlorothalonil R471811 alachlor ESA metazachlor ESA acetochlor OA metolachlor OA atrazin desethyl atrazin 2-hydroxy acetochlor ESA pethoxamid ESA 2,6-dichlorbenzamid	kyselina trifuoroctová chloridazon desphenyl chloridazon methyl-desphen. chlorothalonil R471811 metolachlor ESA dimethachlor CGA 369873 alachlor ESA metazachlor ESA metolachlor NOA 413173 metazachlor OA metolachlor OA atrazin desethyl atrazin 2-hydroxy acetochlor ESA pethoxamid ESA 2,6-dichlorbenzamid

starý dobře známý (> 15 let)
“starý“ známý (cca 15 let)
nový, donedávna neznámý

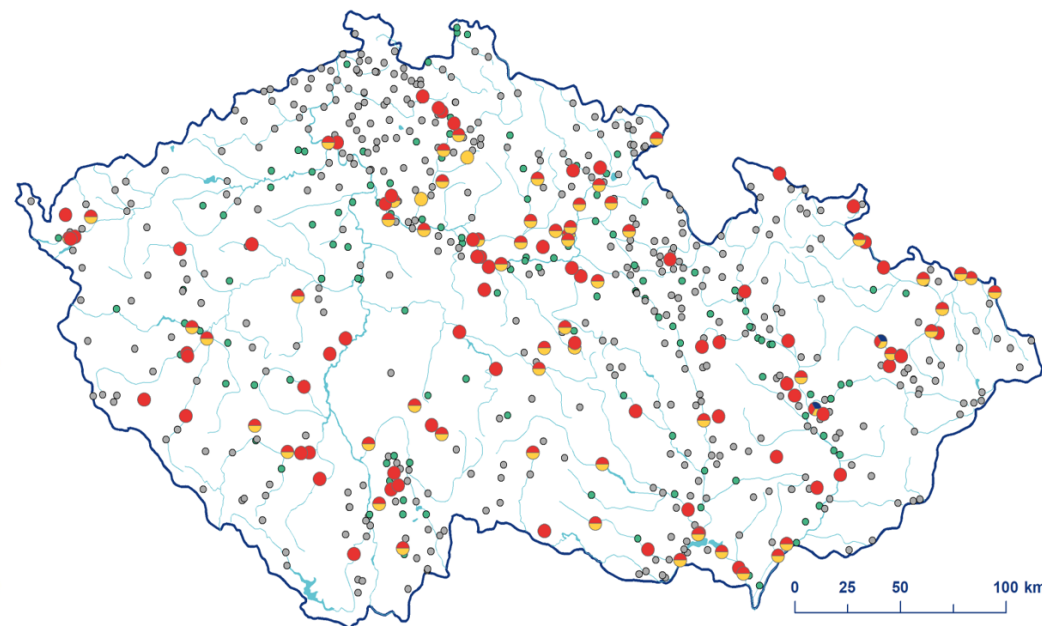
Metazachlor

Výskyt

Překročení limitu 0,1 µg/L

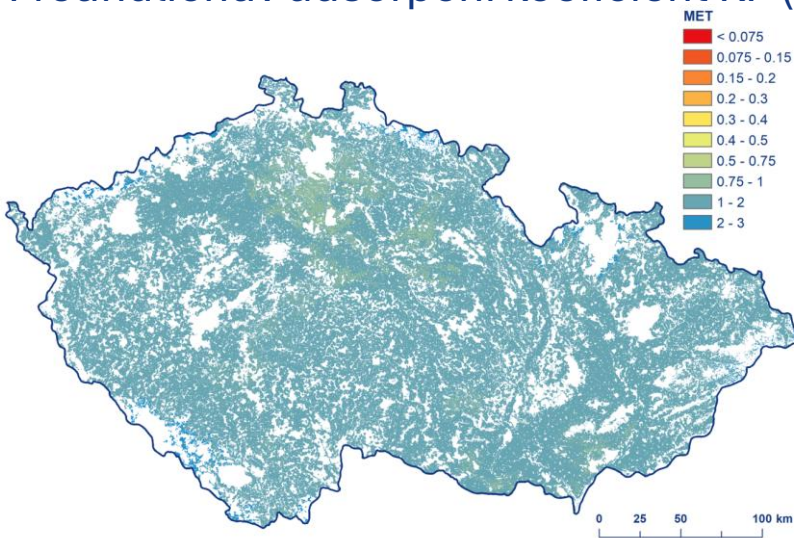


• < LOQ ■ MET ■ ESA ■ OA

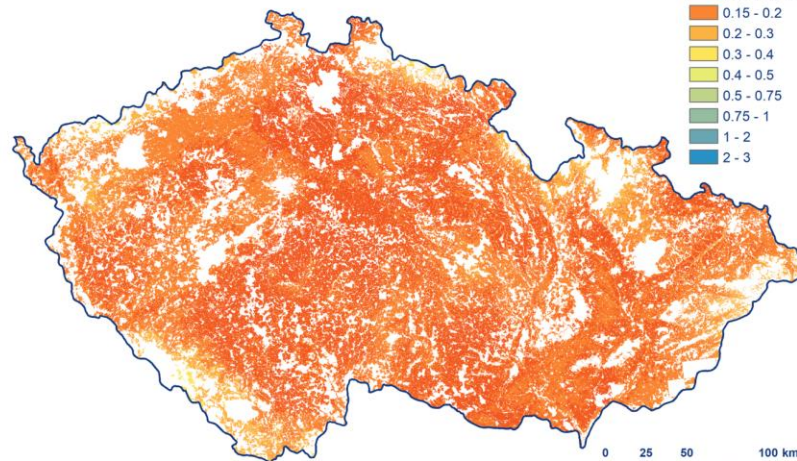


• < LOQ • ≥ LOQ ■ MET ■ ESA ■ OA

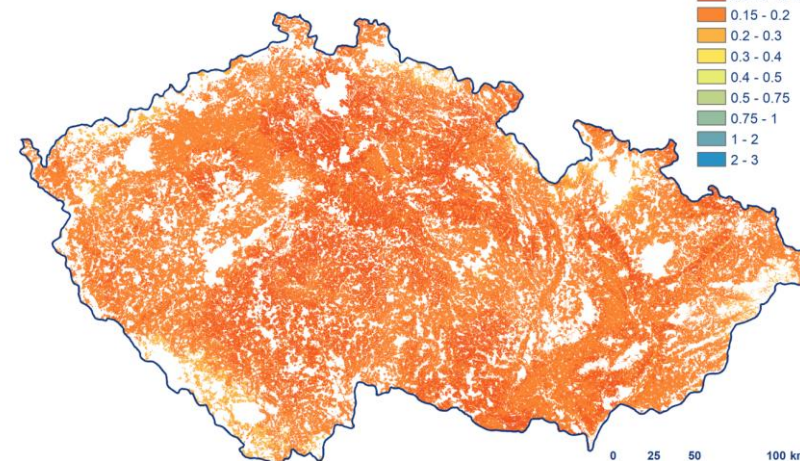
Freundlichův adsorpční koeficient KF (mobilita) v orných půdách ČR (org. uhlík, frakce jíl a prachu, hydrolytická acidita)



MET
 ■ < 0.075
 ■ 0.075 - 0.15
 ■ 0.15 - 0.2
 ■ 0.2 - 0.3
 ■ 0.3 - 0.4
 ■ 0.4 - 0.5
 ■ 0.5 - 0.75
 ■ 0.75 - 1
 ■ 1 - 2
 ■ 2 - 3

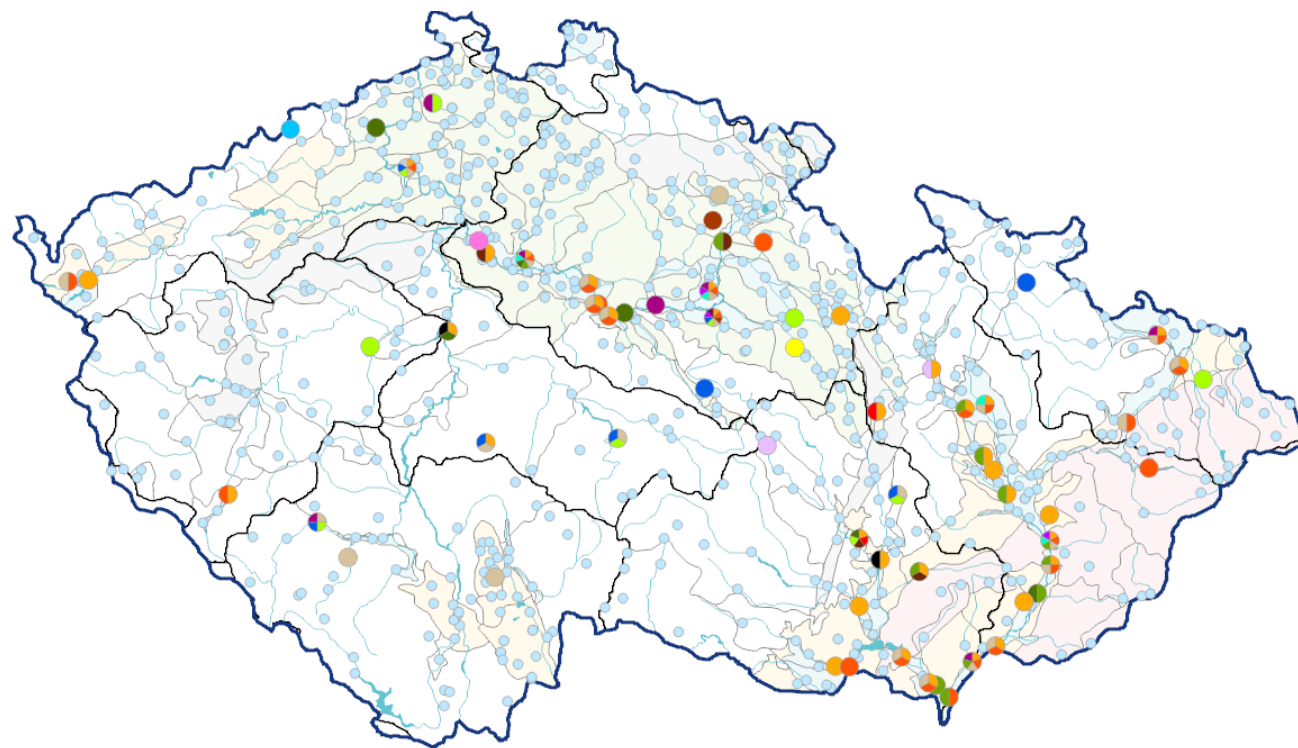


ESA
 ■ < 0.075
 ■ 0.075 - 0.15
 ■ 0.15 - 0.2
 ■ 0.2 - 0.3
 ■ 0.3 - 0.4
 ■ 0.4 - 0.5
 ■ 0.5 - 0.75
 ■ 0.75 - 1
 ■ 1 - 2
 ■ 2 - 3



OA
 ■ < 0.075
 ■ 0.075 - 0.15
 ■ 0.15 - 0.2
 ■ 0.2 - 0.3
 ■ 0.3 - 0.4
 ■ 0.4 - 0.5
 ■ 0.5 - 0.75
 ■ 0.75 - 1
 ■ 1 - 2
 ■ 2 - 3

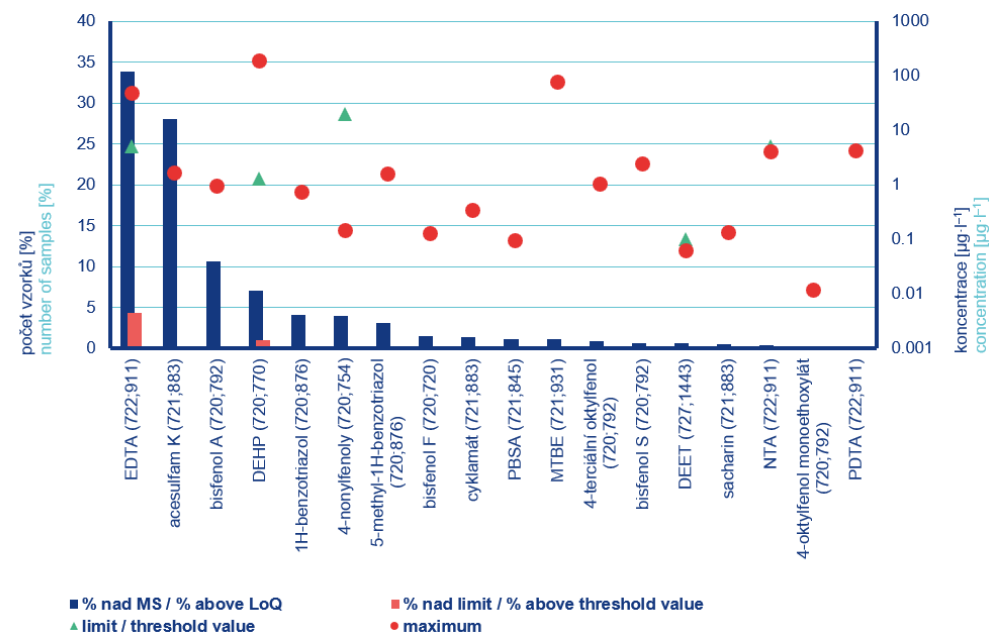
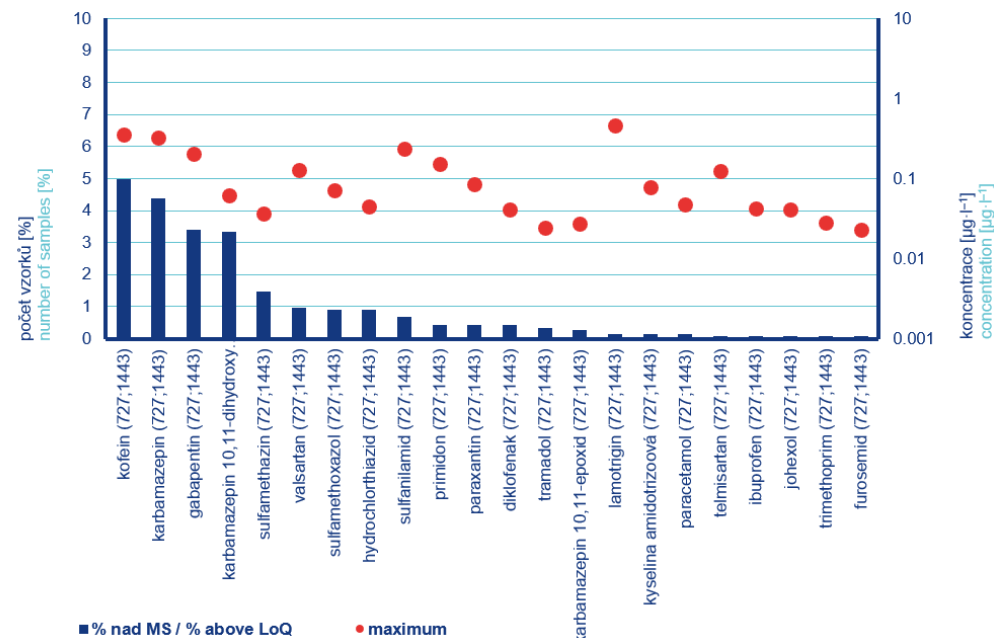
Léčiva a ostatní látky 2025



Vodní útvary podzemních vod

- kvartérní sedimenty
- křídové sedimenty
- terciární sedimenty
- permokarbonské sedimenty
- karpatský flyš
- proterozoikum, paleozoikum a krystalinikum

- koncentrace nad mezí stanovitelnosti
- koncentrace pod mezí stanovitelnosti
- dílčí povodi
- trimethoprim
- karbamazepin (CBZ)
- 10,11-dihydroxy CBZ
- 10,11-epoxid CBZ
- lamotrigin
- primidon
- gabapentin
- sulfamethoxazol
- sulfamethazin
- sulfanilamid
- diklofenak
- furosemid
- hydrochlorothiazid
- kyselina amidotrizoová
- johexol
- tramadol
- paracetamol
- ibuprofen
- valsartan
- telmisartan



www.chmi.cz

PFAS: per- a polyfluorované látky (“věčné chemikálie“)

nejstabilnější chemická vazba C-F v molekule:

extrémní stabilita vůči vysokým teplotám, UV, oxidaci, biodegradaci

specifické vlastnosti:

mění povrchové napětí

většinou dvě části molekuly s opačnými vlastnostmi: jedna část odpuzuje vodu i mastnotu (využití v teflonových pánvích nebo nepromokavém textilu) a druhá část je naopak hydrofilní

důsledek:

vysoká perzistence, mobilita (zejména PFAS s krátkým řetězcem tj. 7 a méně atomů uhlíku, snadno se šíří vodním prostředím a bioakumulace - mají tendenci se hromadit v organismech (nikoliv tucích jako “běžné“ organické mikropolutanty, nýbrž v bílkovinách v krvi, játrech, ledvinách)

PFAS per- a polyfluorované látky (“věčné chemikálie“)

toxicita: i v nízkých koncentracích mohou ovlivňovat imunitní systém, hladinu hormonů, působit karcinogenně

použití: pesticidy, chladiva, hasební pěny, nepřilnavé povrchy (voda, tuky), obaly, maziva včetně lyžařských vosků, farmaceutická výroba, čištění a leptání povrchů, nátěry, impregnace, katalyzátory, aditiva v polymerech, optické filmy pro LCD, kapaliny pro extrémní podmínky

počty: > 3000 látek, z toho pouze nižší desítky se snaží lidstvo regulovat

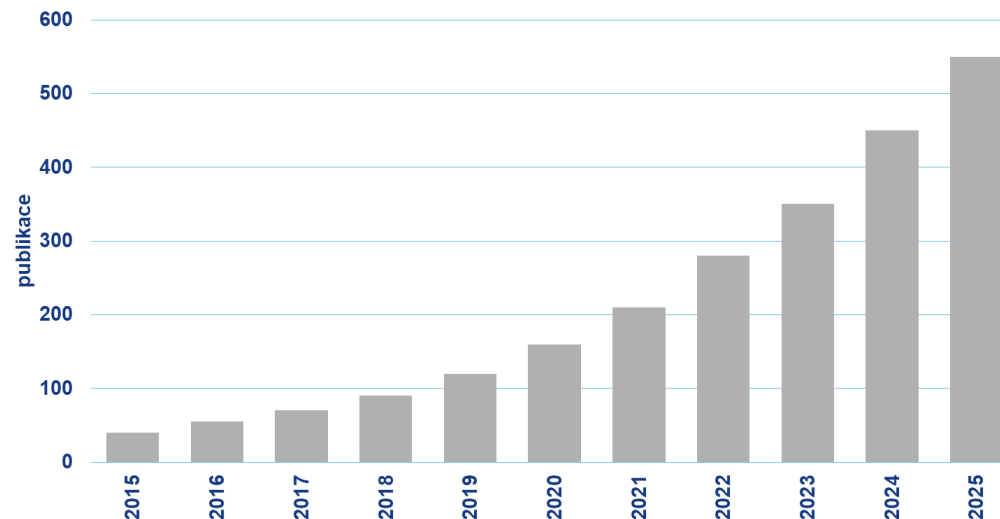
TFA – trifluorooctová kyselina / trifluoracetát

v porovnání s PFAS s dlouhými řetězci mnohem mobilnější (překonává sorpční bariéry)

extrémně perzistentní (v přírodě se prakticky nerozkládá a tudíž její koncentrace v globálním koloběhu vody neustále roste).

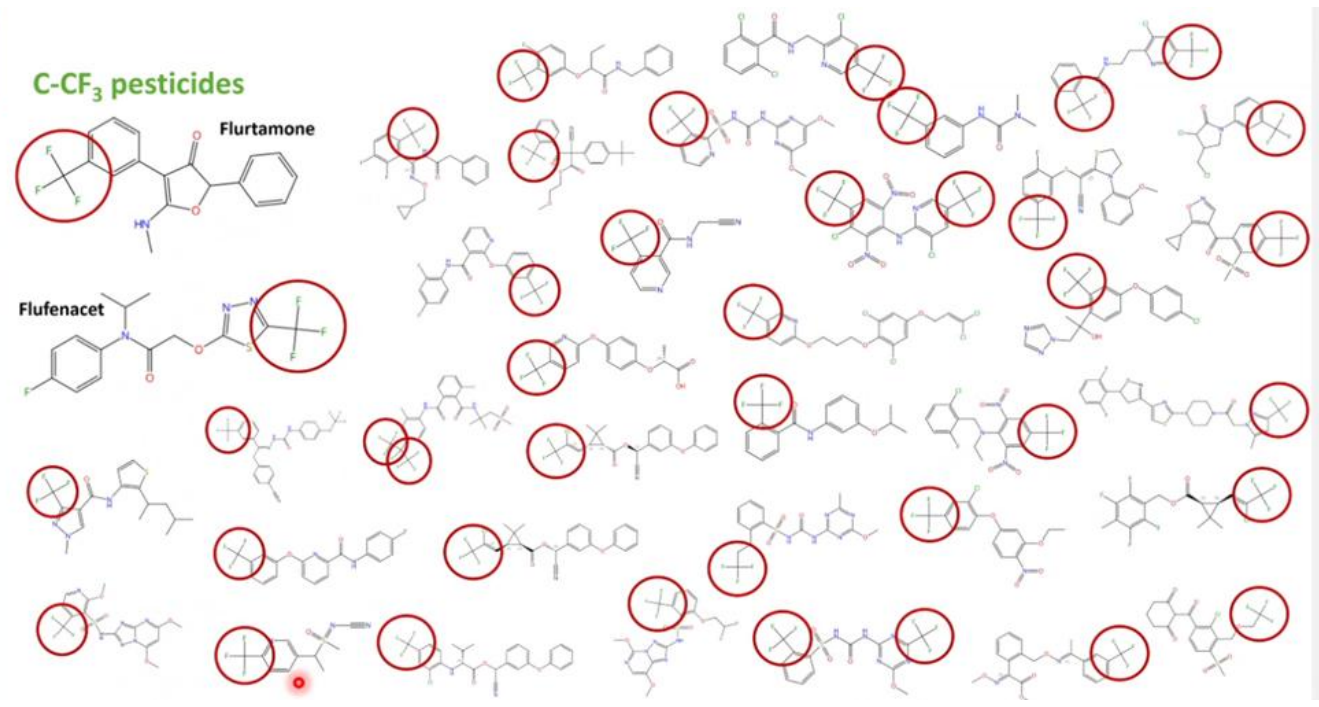
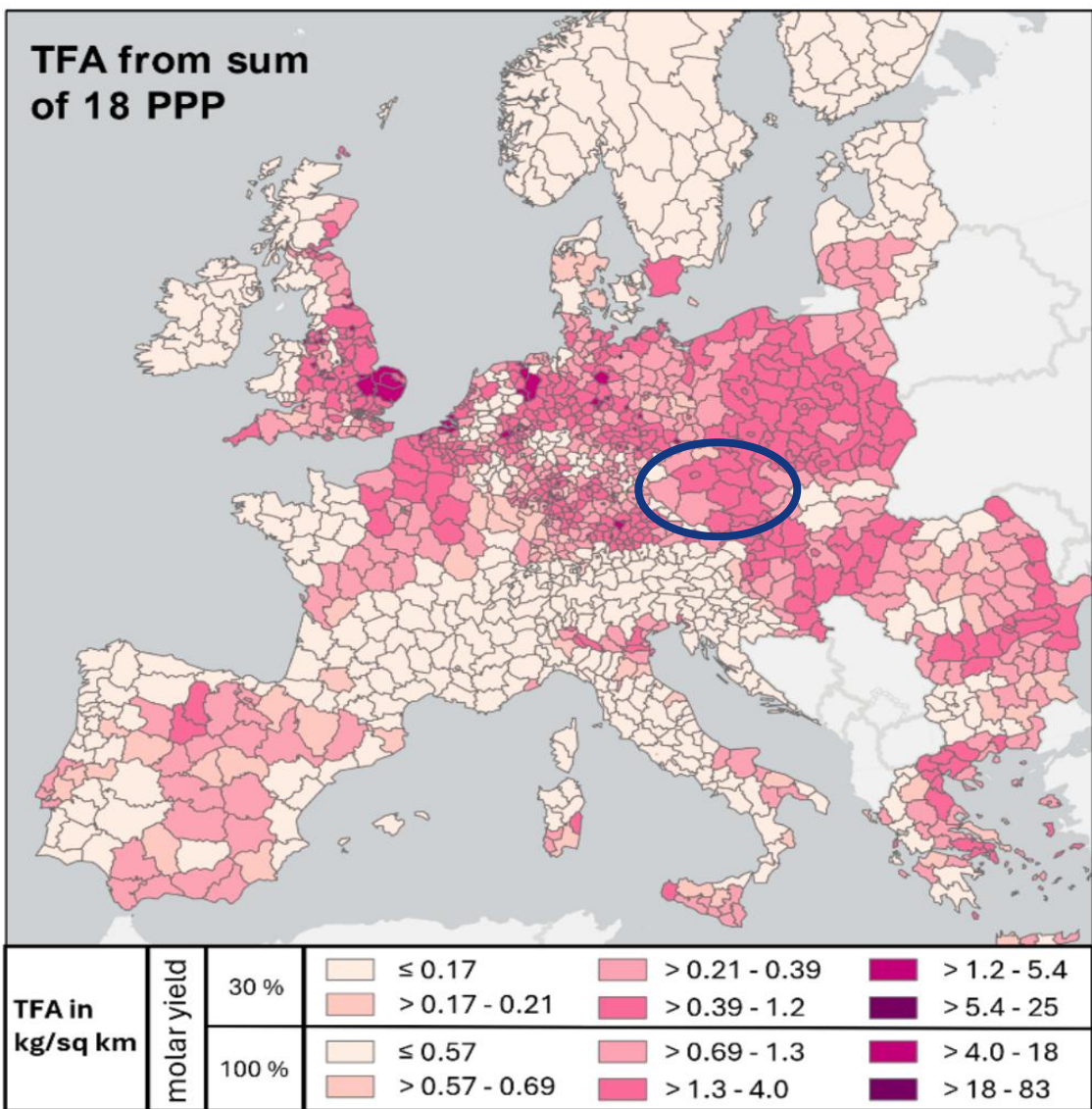
významný degradační produkt ostatních PFAS a organických látek obsahujících fluor (typicky **pesticidy** nebo nová generace **chladiv** (náhrada za freonová chladiva), odhad emisí TFA v EU v roce 2020 z chladiva HFO-1234yf je 6900 t/rok - studie UBA, Behringer et al., 2021)

TFA je v současnosti nejčastěji se vyskytující PFAS látkou PFAS v životním prostředí a její výzkum je nyní klíčovou součástí studií o PFAS



TFA ze zemědělství

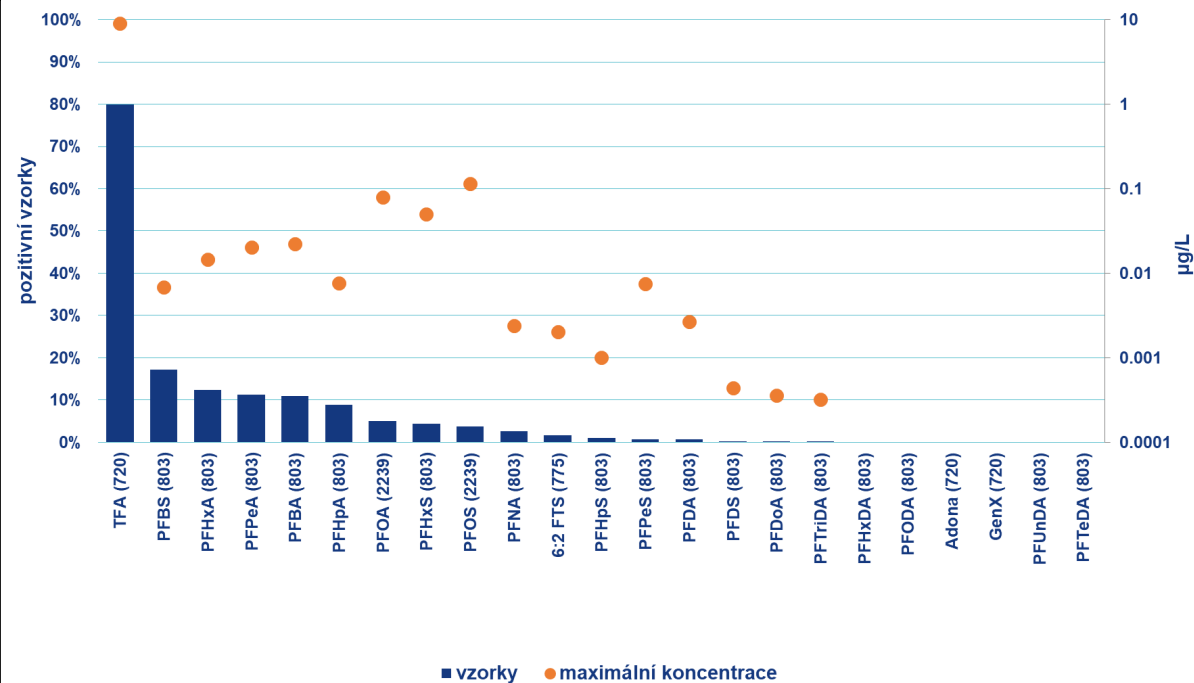
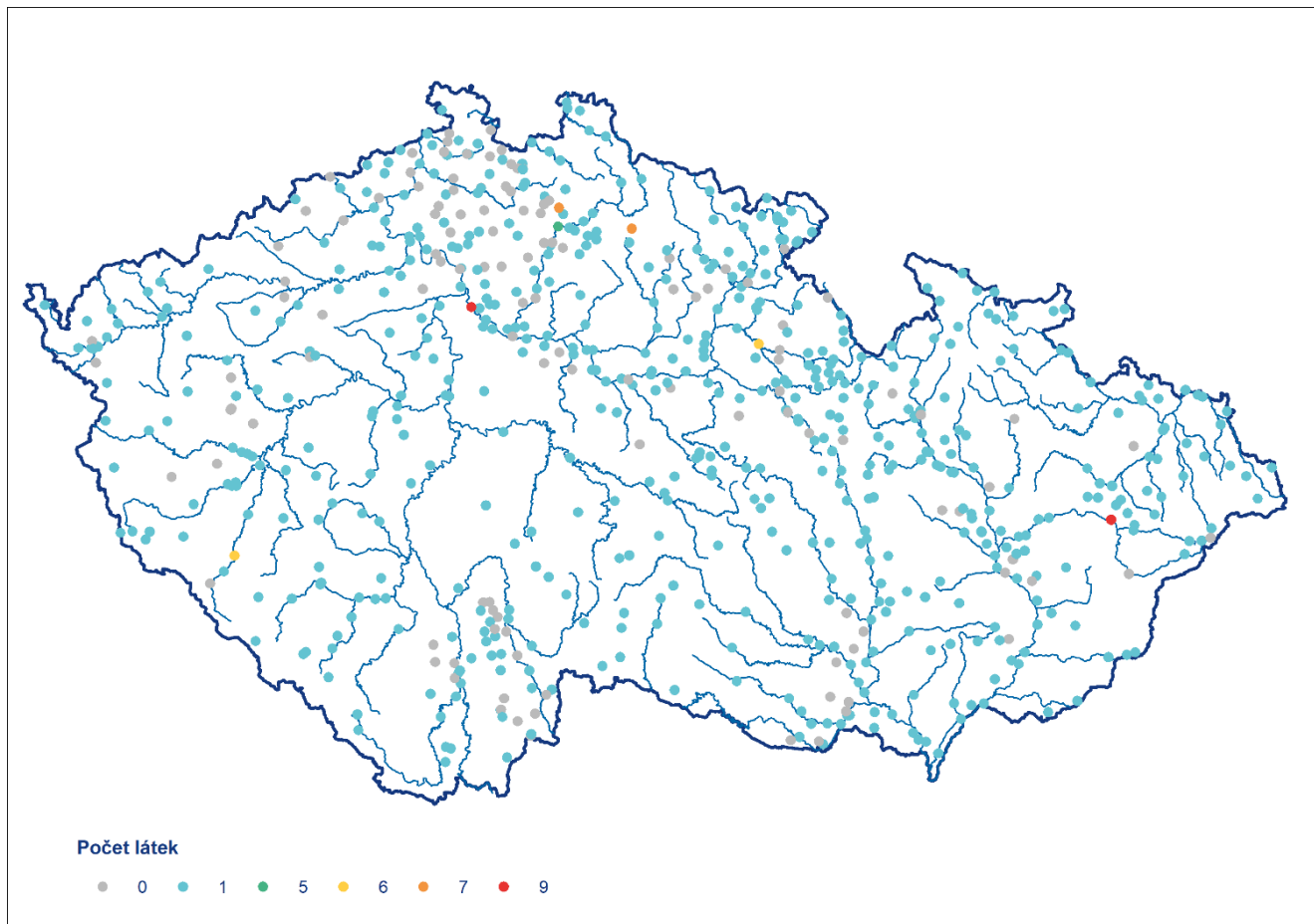
Celkový potenciál tvorby TFA z přípravků na ochranu rostlin v Evropě za rok, na základě odhadovaného množství 18 přípravků obsahujících C-CF₃ molekulu v období 2011-2017 (Joerss et al., 2024)



EU povolené C-CF₃ pesticidy
2018: 36
↓
2026: 28

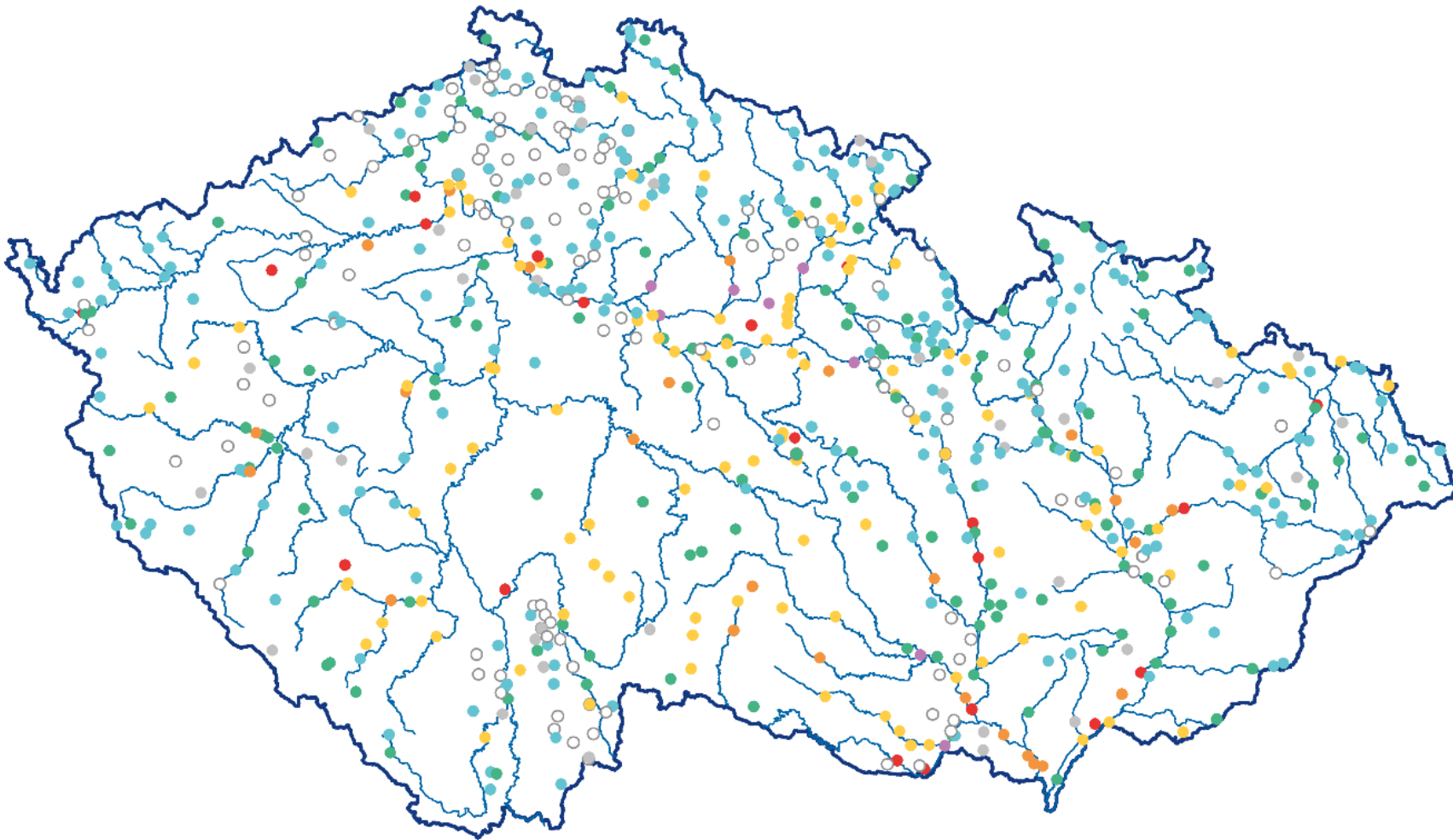
PFAS a TFA v podzemních vodách v ČR

Frekvence záchytů PFAS a maximální koncentrace v podzemních vodách v období 2020-2025



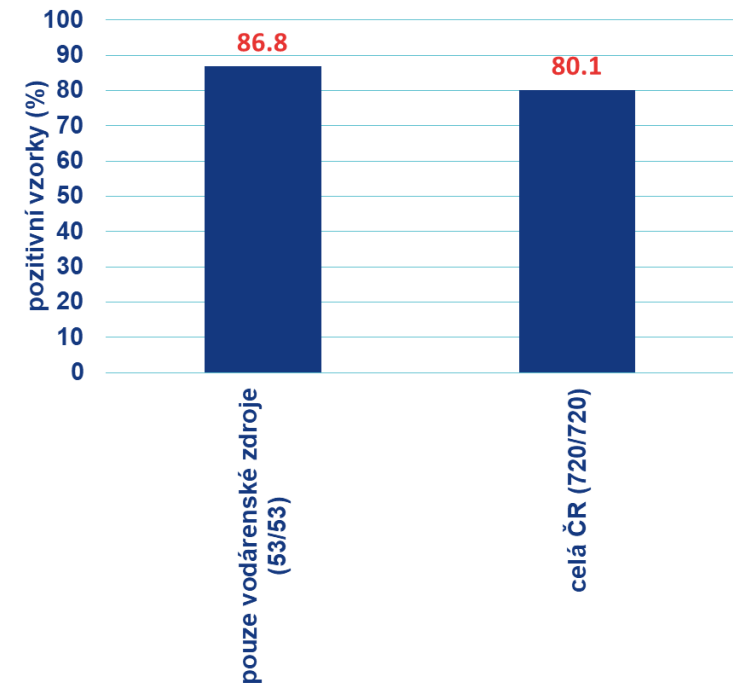
Monitoring ČHMÚ 23 látek, s délkou uhlíkového řetězce (2-18) – délka ovlivňuje vlastnosti a chování

Počet PFAS látek v jednotlivých objektech (5-9 látek pouze v 8 objektech) 2020-2025



Koncentrace TFA ($\mu\text{g/L}$)

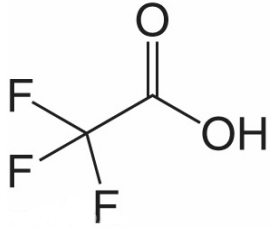
○ < MS ● ≤ 0.1 ● ≤ 0.5 ● ≤ 1 ● ≤ 2 ● ≤ 3 ● ≤ 5 ● > 5



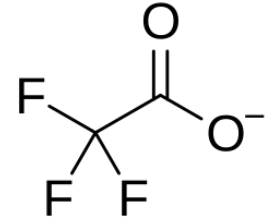
Koncentrace TFA v roce 2025
(maximum $9.03 \mu\text{g/L}$, $3.37 \mu\text{g/L}$
vodárenské zdroje)

TFA – vodárenské zdroje

TFA = vysoce polární látka s malou molekulou, je mobilní, perzistentní, rozpustná ve vodě



TFA ve vodě rychle disociuje na TFA aniont – trifluoracetát, negativní náboj



Obtížná sorpce

Výzva pro úpravy (GAU nefunguje)

~~Reverzní osmóza~~

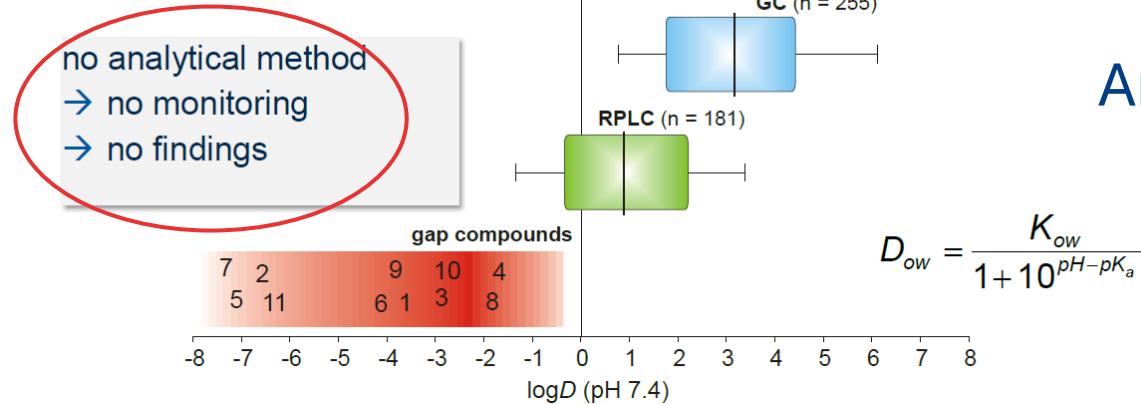
Elektrochemická oxidace

Iontoměniče

Hic sunt leones

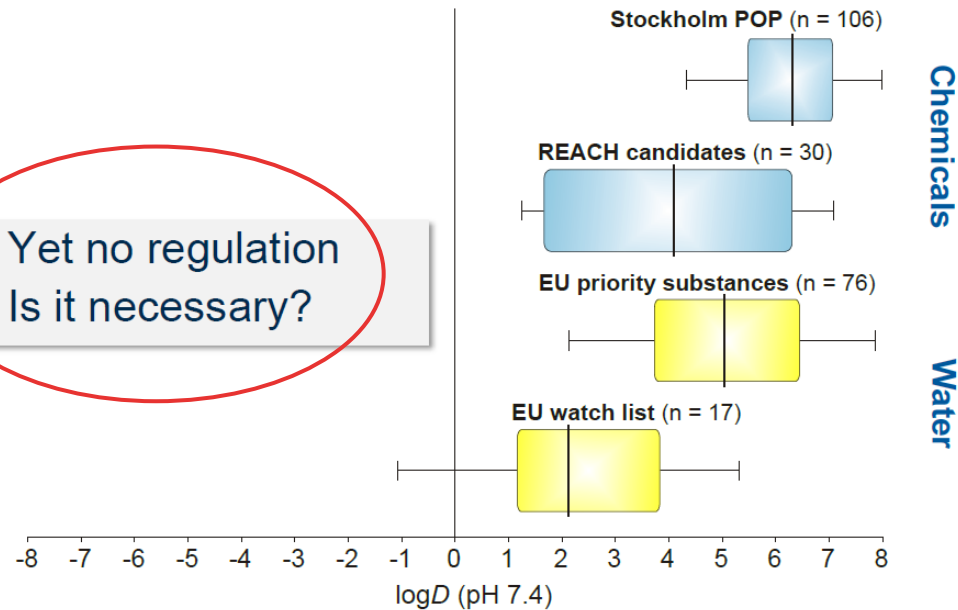
Nové neznámé látky

- Polarity ($\log D_{ow}$) of analytes covered by GC- or RPLC-MS analysis



Analytické metody

- Yet no regulation
- Is it necessary?

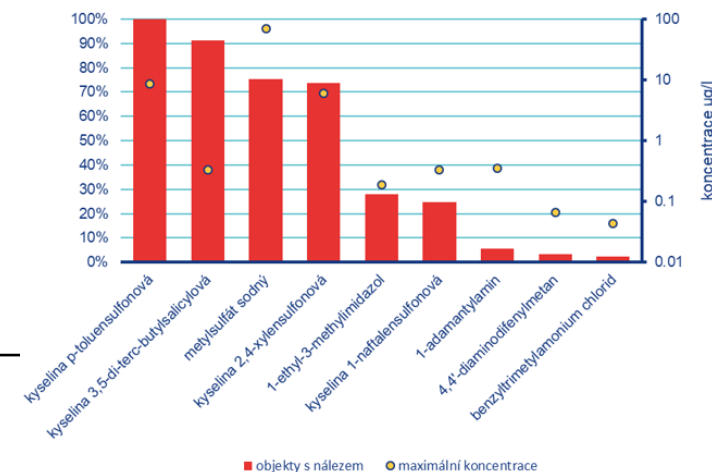


Legislativa, regulace

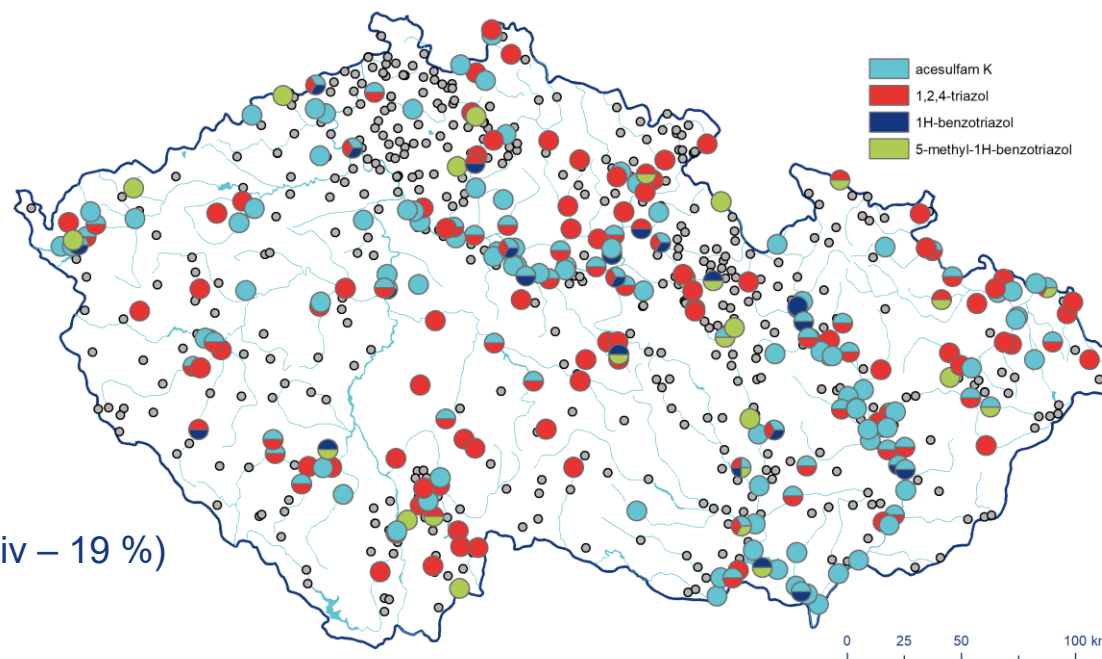
Nově nalezené perzistentní, mobilní látky v ČR

Schulze et al. (2019), Occurrence of Emerging Persistent and Mobile Organic Contaminants in European Water Samples, Water Research, 153, 80-90

Látka	CAS	Použití
kyselina p-toluensulfonová	6192-52-5	chemický průmysl, textilní barviva, léčiva, čisticí prostředky, polymery, barvy, fotografie, plasty
kyselina 3,5-di-terc-butylsalicylová	19715-19-8	tonery, UV filtry
metylsulfát sodný	512-42-5	povrchově aktivní látky
kyselina 2,4-xylensulfonová	609-54-1	gumárenství, polymery
1-ethyl-3-methylimidazol	65039-03-4	elektrolyty
kyselina 1-naftalensulfonová	85-47-2	gumárenství, barviva, léčiva, politury
1-adamantylamin	768-94-5	léčiva, meziprodukt při výrobě
4,4'-diaminodifenylmetan	101-77-9	lubrikanty, polymery, mazadla
benzyltrimetylamonium chlorid	56-93-9	povrchově aktivní látky, gumárenství, polymery



Známé perzistentní, mobilní látky v ČR



umělá sladidla (acesulfam – 20 % objektů)
 benzotriazoly (antikorozivní látky – 8 %)
 1,2,4-triazol (metabolit konazolových fungicidů a léčiv – 19 %)
 alespoň jedna nalezena ve 46 % ze 740 objektů

Nejnovější nově nalezené látky (2024)

1,3-difenylguanidin – **DPG**

triethylcitrát – **TEC**

4-acetamidoantipyrin – **4-AAA**

kyselina naftalen-2-sulfonová – **NSA**

kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová – **BTSA**

6:2 fluorovaný telomersulfonát – **FTS**

urychlovač vulkanizace

změkčovač, potraviny, léčiva

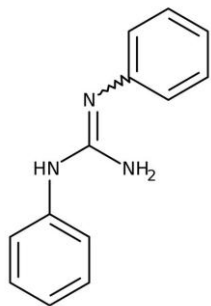
metabolit metamizolu (analgetikum)

barviva, povrchově aktivní látka

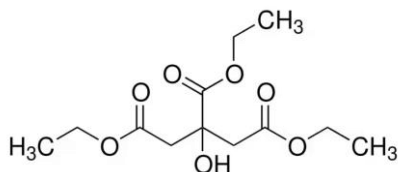
barviva, léčiva

hasební pěny, pokovování

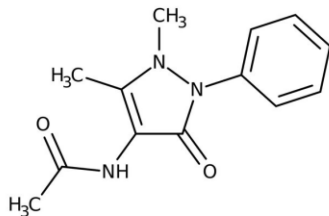
DPG



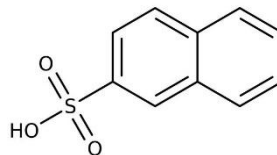
TEC



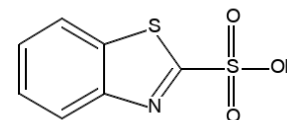
4-AAA



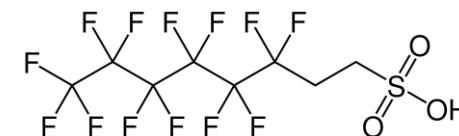
NSA



BTSA



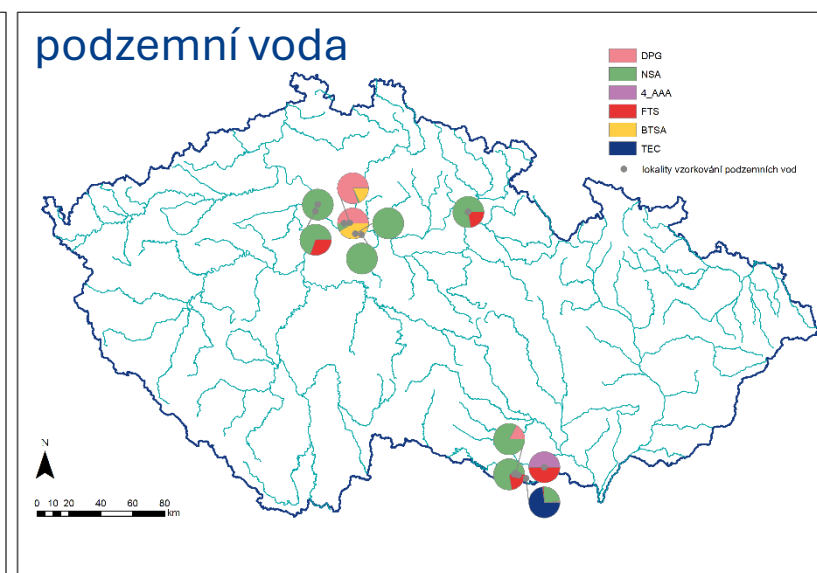
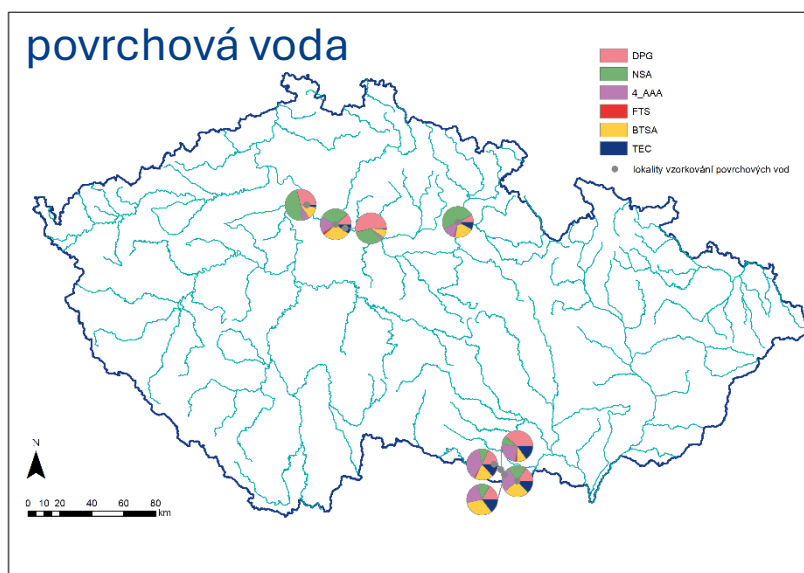
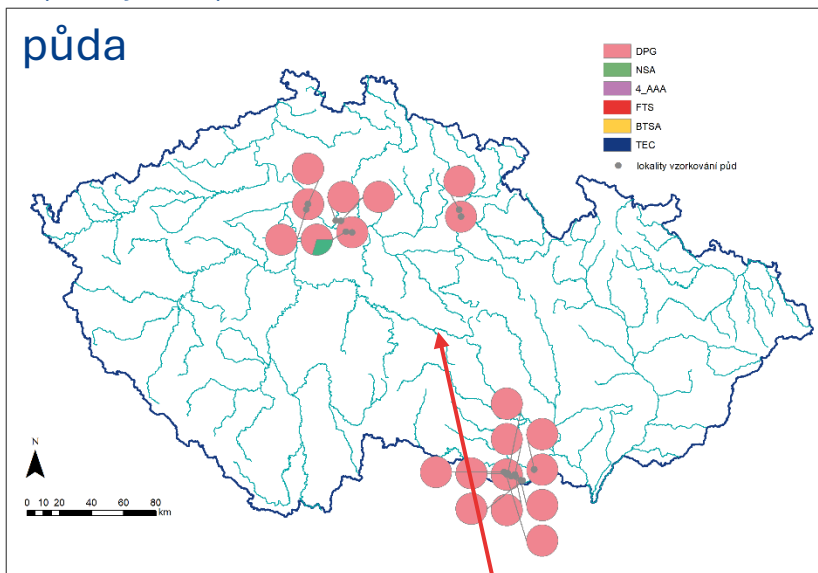
FTS



Kodešová et al. (2026), Potential of micropollutants originated from irrigation water to contaminate soil and groundwater, Soil and Water Research, 21, 67-77

Nejnovější nově nalezené látky (2024)

DPG (1,3-difenynguainidin), NSA (kyselina naftalen-2-sulfonová), 4-AAA (4-acetamidopyridin), FTS (6:2 fluorovaný telomersulfonát), BTSA (kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová), TEC (triethy citrát)



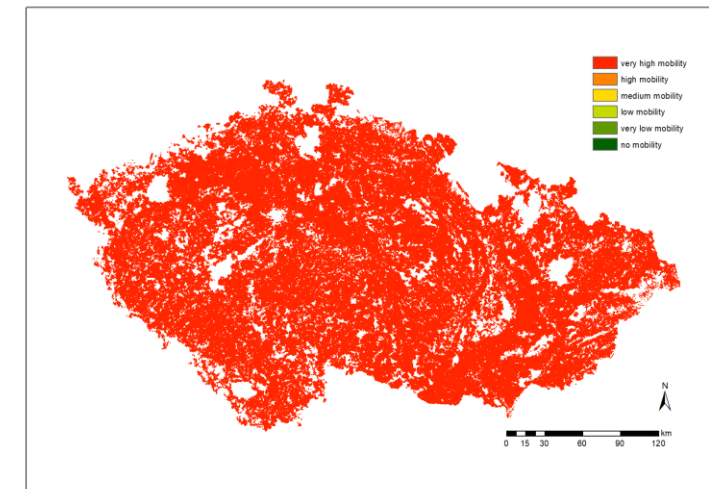
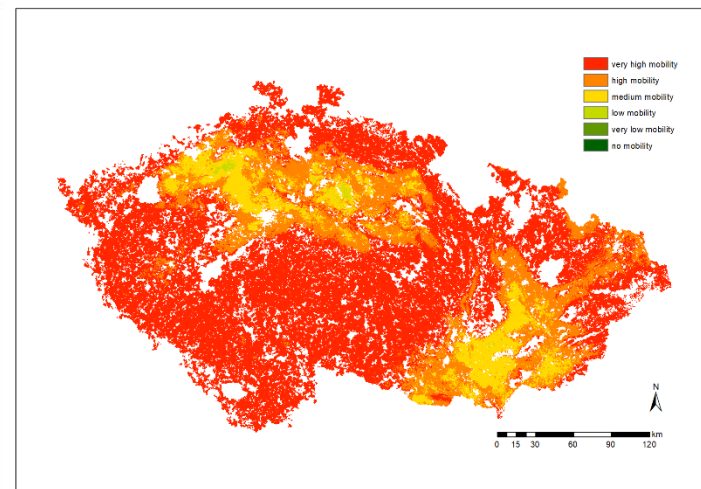
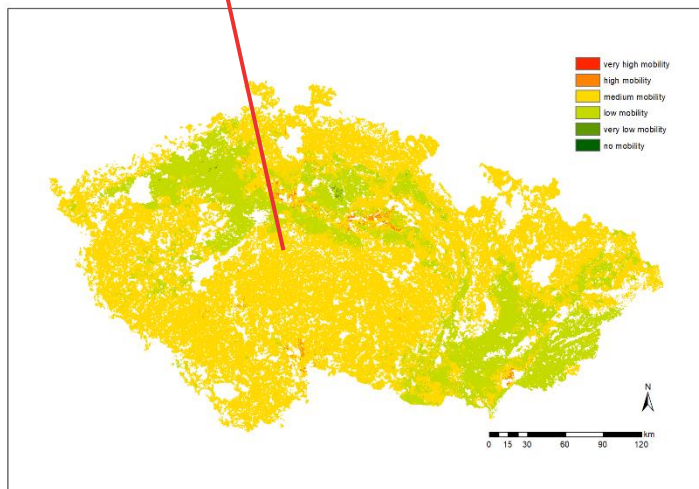
mobilita v půdách

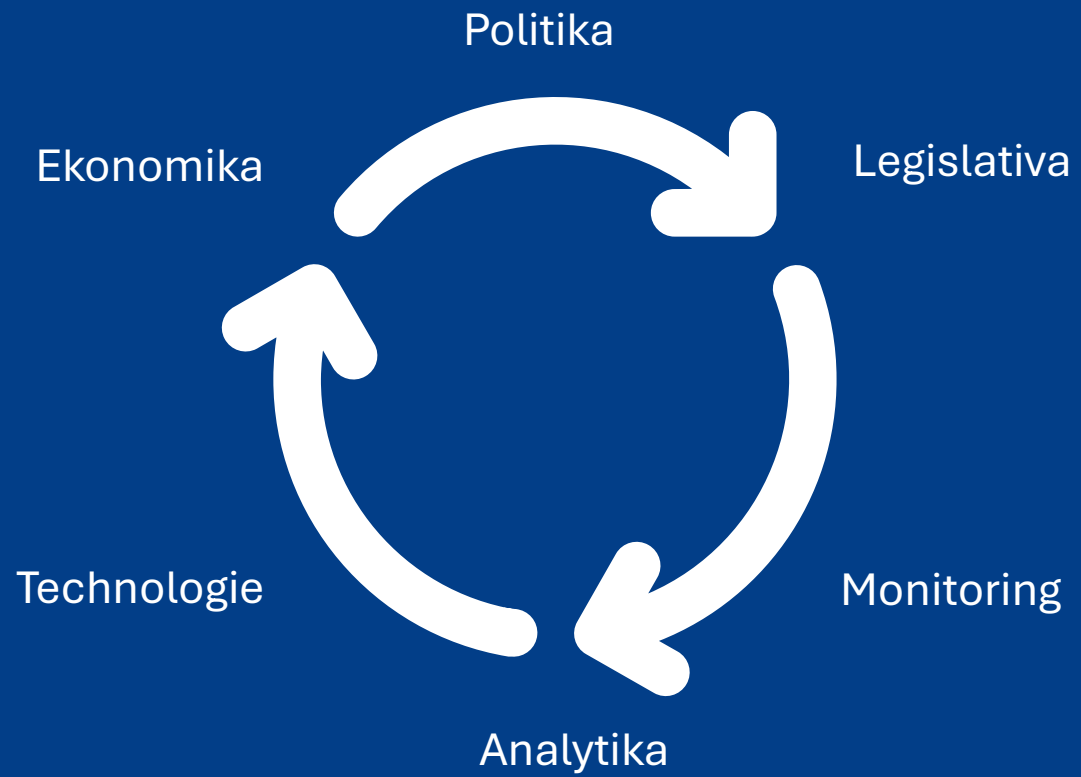
DPG

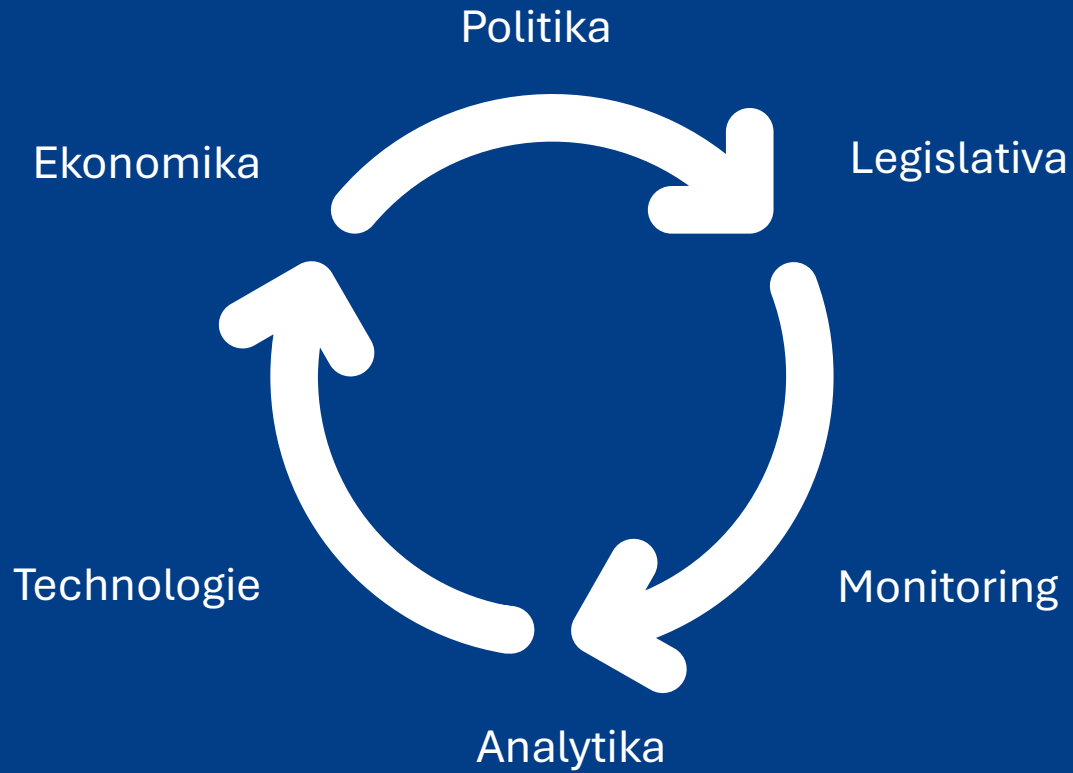
TEC

NSA, 4-AAA, FTS, BTSA

- org. uhlík
- pH
- jíl
- KVK
- hydrofobicita
- magnetická susceptibilita







Vít Kodeš

✉ vít.kodes@chmi.cz



Děkuji za pozornost ...


Czech
Hydrometeorological
Institute

Poděkování:

NAZV „Střednědobý trend v chování mikropolutantů pocházejících z odpadní vody nebo kalů z čistíren odpadních vod v půdním prostředí“, QL24010384

TAČR „Centrum kompetence VODA“, SS02030027

NAZV „Rizikové oblastí z hlediska výskytu pesticidů a reziduí pesticidů ve vodách“, QL25020081

www.chmi.cz