

**MIKROPOLUTANTY
V POVRCHOVÝCH VODÁCH
MICROPOLLUTANTS
IN SURFACE WATER**

2024

**Projekt Ålesund - Pořízení laboratorní analytické techniky
pro analýzu mikropolutantů ve vzorcích vod**

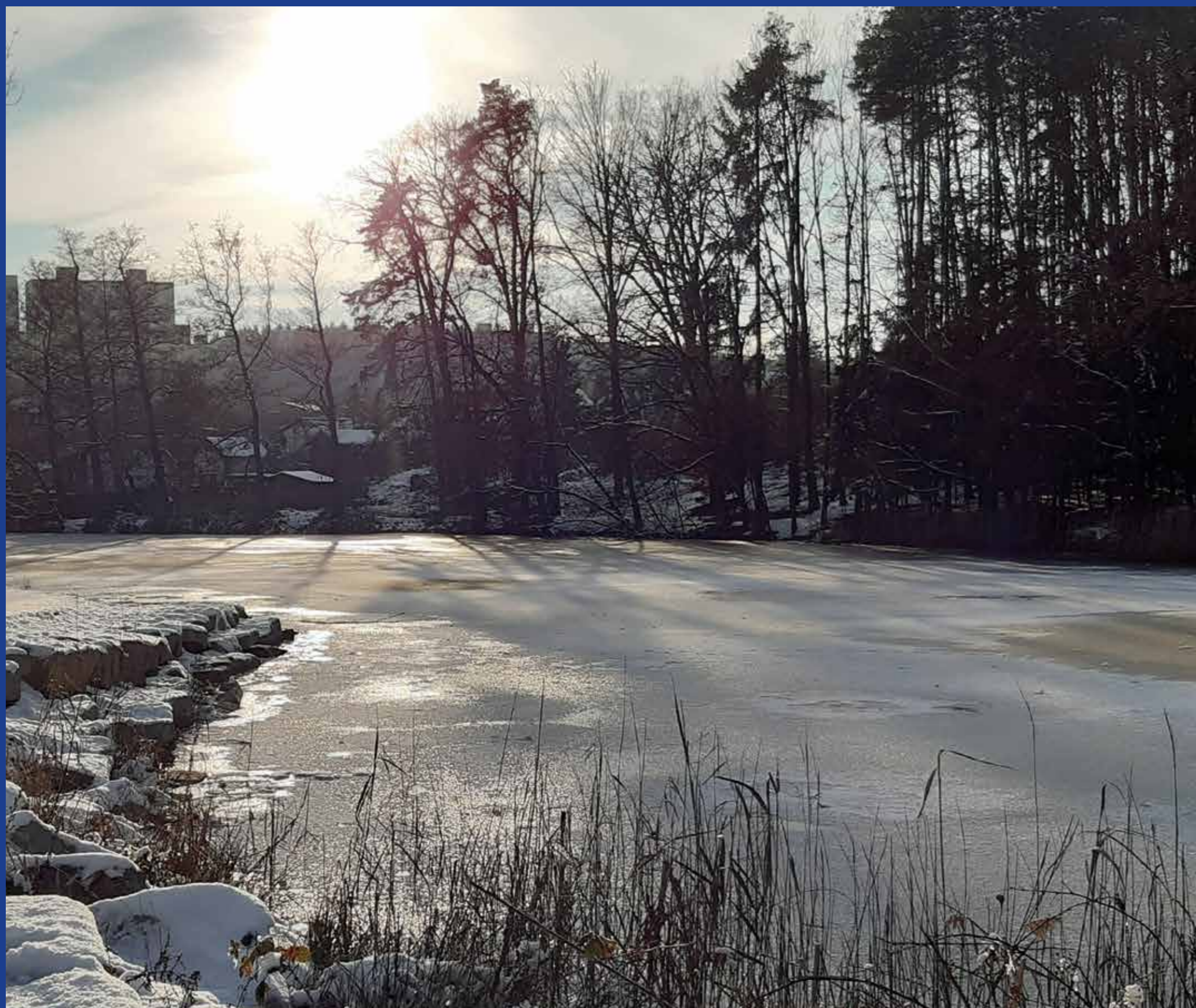
Podpořeno Norskem prostřednictvím Norských fondů a fondů SFŽP
Supported by Norway through the Norway Grants and SFŽP funds



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Tým pracovníků laboratoří LC-MS/MS
Povodí Vltavy, státní podnik, vodohospodářská laboratoř Plzeň,
úsek speciálních chemických analýz, oddělení kapalinové chromatografie

PROJEKT ÅLESUND

je zaměřený na zlepšení monitoringu prioritních, specifických znečišťujících a dalších látek v životním prostředí.

Jaké jsou cíle projektu?

Pořízení vhodných přístrojů za účelem rozšíření spektra analytických metod pro identifikaci nových znečišťujících látek v životním prostředí. Dosažení dostatečně nízkých mezí stanovitelnosti (LOQ).

O jaké znečišťující látky nám jde?

Mikropolutanty (rezidua humánních a veterinárních léčiv a dalších látek lidské denní spotřeby či technologických aditiv).

Kde budeme tyto látky monitorovat?

Především v povrchových a odpadních vodách, případně i v sedimentech.

Jaké používáme analytické metody?

Kapalinová chromatografie s násobnou hmotnostní detekcí (LC-MS/MS) a s hmotnostní detekcí za vysokého rozlišení (LC-HRMS).

LEDEN | 01

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



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podporováno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Vše začíná odběrem vzorku vody

Vzorkovací týmy pro odběr vzorků in situ používají moderní vybavení nezbytné k získání reprezentativního a neovlivněného vzorku a zároveň zajišťující bezpečnost i v náročnějších terénních podmínkách a za nepříznivého počasí. Správný odběr vzorku vody je základem pro kvalitní chemickou analýzu. Při odběru vzorků pro analýzu mikrokontaminantů je nezbytné používat ochranné rukavice. Některé analyty jsou obsaženy v potravinách, nápojích, či v předmětech denní potřeby (kosmetika, léčivé přípravky, opalovací krémy aj.) a je velmi snadné je přenášet pouhým dotykem. Nebezpečí kontaminace vzorku přichází i z rukou vzorkaře.



Latinské rčení „Hic sunt leones“ (Tady žijí lvi) se vpisovalo do starých map na dosud neprobádaná místa na zemi. Pokud bychom vnímali vyhledávání nových organických mikrokontaminantů jako mapování rozsahu antropogenního znečištění, lze bez nadsázky „Hic sunt leones“ použít pro ty kontaminanty, které unikají naší pozornosti při rutinních cílených analýzách, na kterých je současný monitoring dominantně založen. Nové analytické instrumentální techniky umožňují provádět screening bez přesného zacílení na konkrétní látky, tedy ne-cílený (non-target) screening.

ÚNOR | 02

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



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Doprava a stabilizace vzorku

Zásadním požadavkem je zajistit stabilitu analyzovaných látek od momentu odběru vzorku až do okamžiku samotné analýzy. Kritická je přitom především přeprava vzorku z místa odběru do laboratoře. Vzorkářské automobily jsou vybaveny chlazeným prostorem s teplotou udržovanou do 5 °C. Vzorky jsou fixovány ve vhodných přepravních obalech, aby nedošlo k jejich poškození. Po příjezdu do laboratoře se vzorky přesouvají do laboratorních mrazniček, kde jsou uchovávány do doby analýzy při teplotě -18 °C. Pokud je vyžadováno použití skleněné vzorkovnice, vzorek se plní pouze do poloviny jejího objemu a při zamražení se vzorkovnice umísťuje do šikmé polohy, aby byl povrch hladiny co největší a nedošlo k popraskání skleněného obalu.

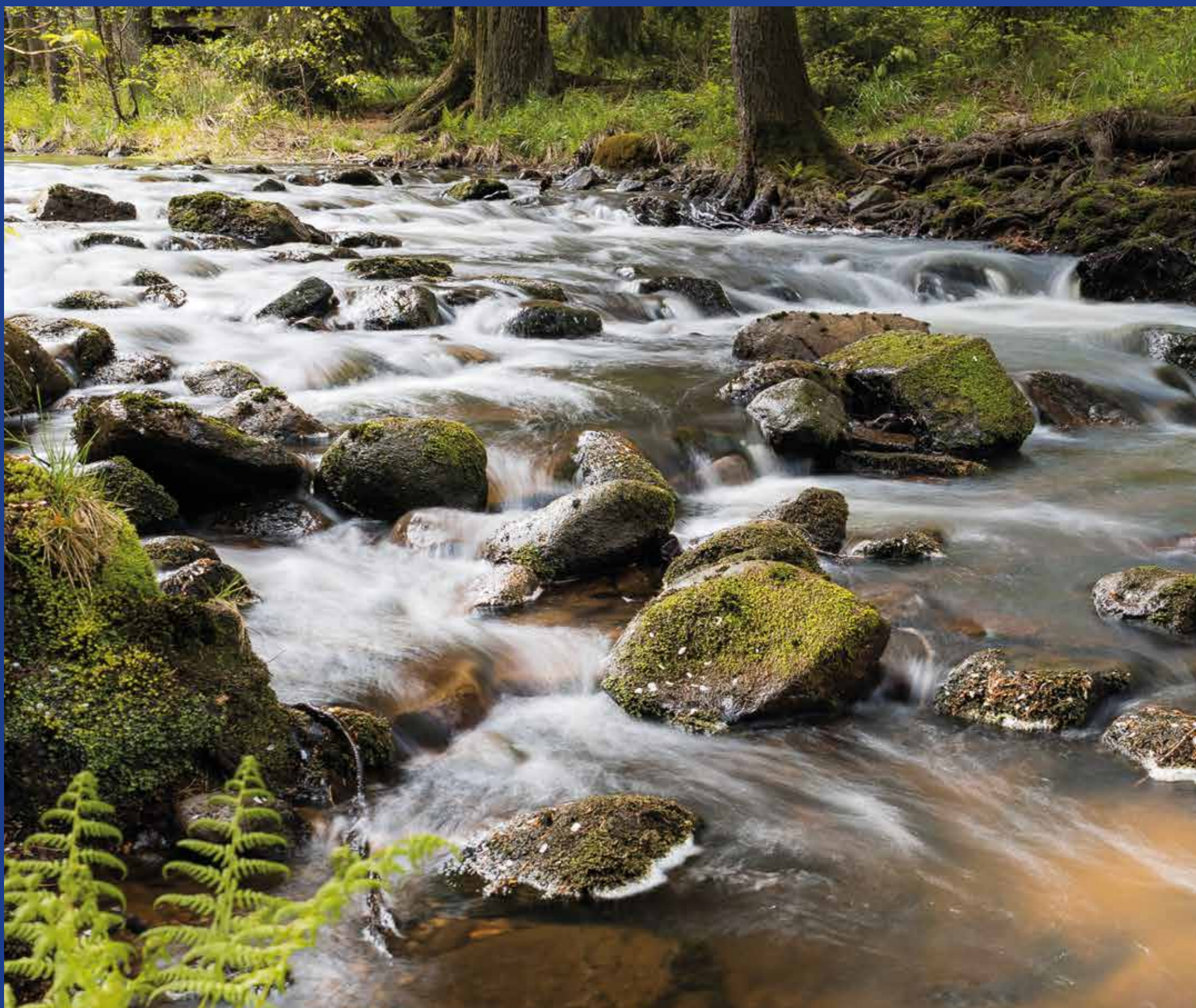


CO JSOU MIKROKONTAMINANTY?

Ve srovnání s našimi předky má dnešní člověk k dispozici tisíce nejrůznějších a mnohdy velice účinných přípravků podporujících jeho „komfortní“ život. Dominantní oblasti jejich používání jsou průmysl (např. povrchové úpravy materiálů), zemědělství (prostředky na ochranu rostlin), doprava (autokosmetika, aditiva pohonných směsí a olejů), ale velký důraz je kladen také na běžné užívání prostředků osobní péče každého jednotlivce (farmaceutické přípravky a produkty každodenní potřeby). A převážná většina těchto produktů obsahuje specifické organické mikrokontaminanty.

BŘEZEN | 03

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



Předúprava vzorků

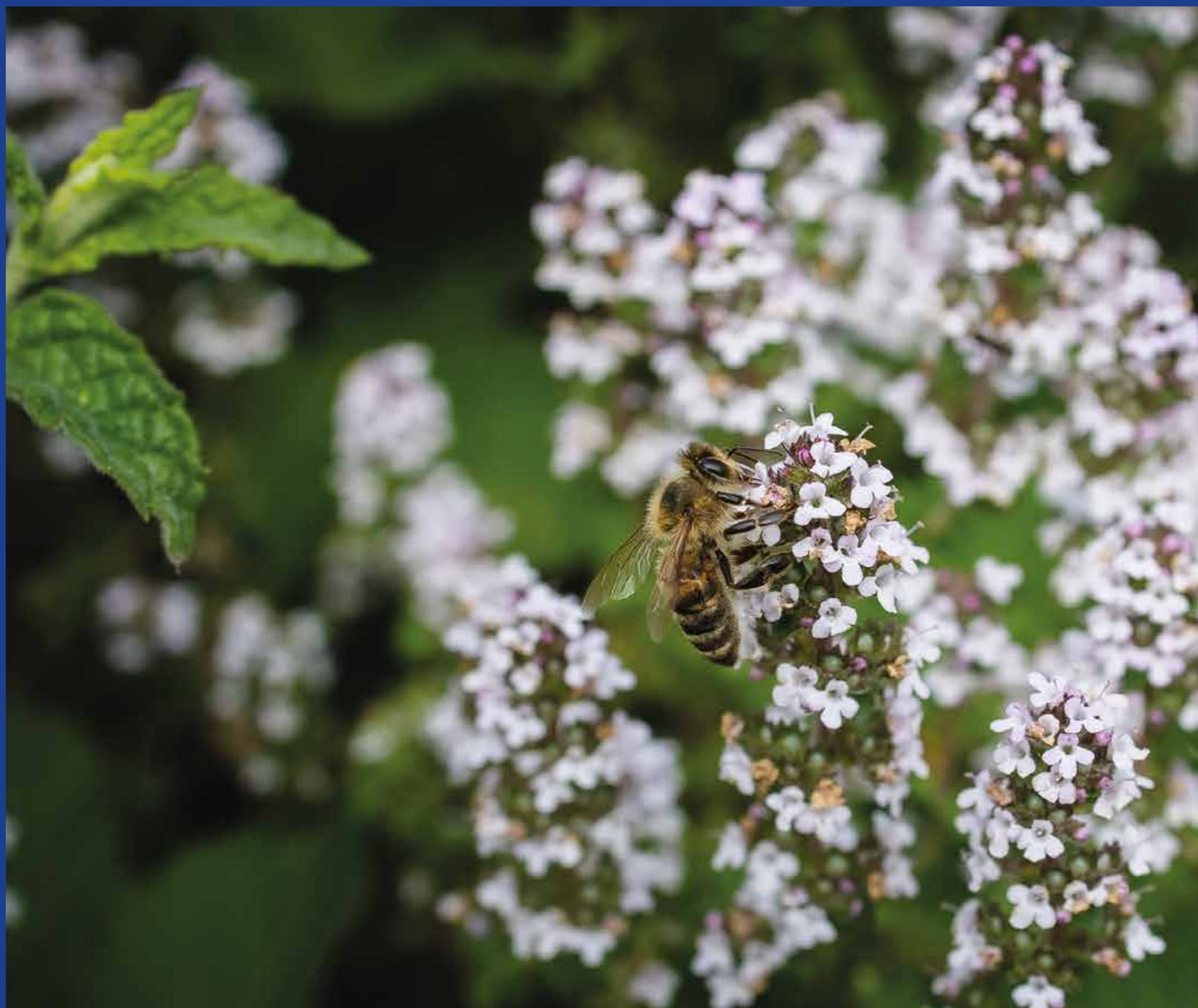
Po rozmražení jsou vzorky centrifugovány. Supernatant (kapalina nad sedimentem) se odměruje do vialky a následně se fortifikuje surogáty, tzn. látkami, které monitorují průběh analýzy a reagují na vliv matrice stejně jako měřené analyty, ale ve vzorcích se nevyskytují. Surogáty jsou izotopově značené verze stanovovaných analytů. Následně se vzorek převede do vialky objemu 2 ml, která se umístí do automatického podavače kapalinového chromatografu. Vzorek je tak připraven k analýze. Stejně jako při vzorkování i při předúpravě je nezbytné dodržovat zásady analytické čistoty (používání ochranných nitrilových rukavic, zamezení přímého kontaktu laboranta se vzorkem).



Mnohdy až živelné pronikání aplikovaných přípravků a jejich účinných látek do životního prostředí nevratně mění kvalitu podzemních vod. V řekách tyto látky mohou významně ovlivňovat život a schopnost reprodukce vodních organismů. Pro člověka mohou způsobovat významné problémy ve vodárenství v technologickém procesu úpravy pitné vody.

DUBEN | 04

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



KVĚTEN | 05

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



Chromatografická analýza

Analýza vzorku se skládá ze separace (rozdělení) jednotlivých analytů na koloně kapalinového chromatografu. Z kolony vstupují analyty do hmotnostního detektoru. Nejprve jsou molekuly stanovených analytů „bombardovány“ elektrony, to se odehrává v prostoru iontového zdroje. Vzniklé ionty jsou zacíleny za specifických podmínek nastavených při optimalizaci měřicí metody do prostoru kvadrupólů a kolizní cely. Zde dochází ke vzniku unikátního hmotnostního přechodu (MRM), který je charakteristický pro danou sloučeninu a ve spojení s retenčním časem umožňuje determinaci analytu s vysokou pravděpodobností.

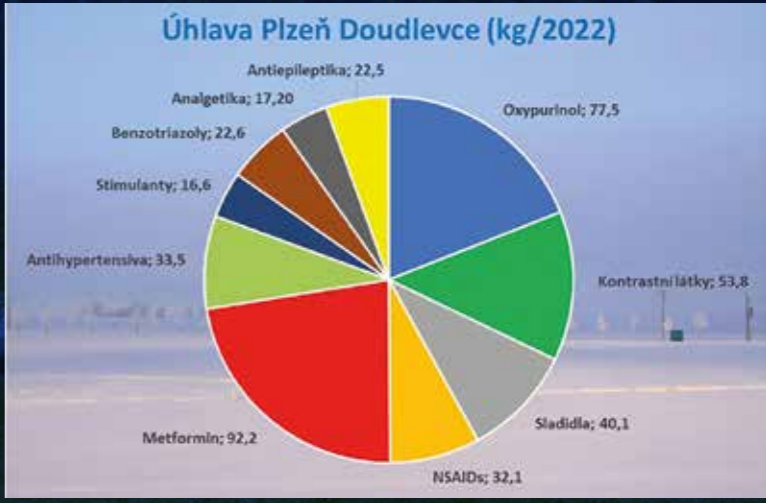


Přestože měřené koncentrace mikrokontaminantů bývají ve vodě často jen ve velmi nízkých hodnotách, mohou se tyto látky kumulovat v tkáních organismů i člověka a nejrůznějším způsobem dále škodit (např. ve smyslu akutní toxicity, vyvolání zhoubného bujení, ovlivňování přirozené hormonální činnosti, ovlivňování plodu v těle matky, dráždivosti aj.). Proto lze tyto látky označit jako „škodliviny“. Syntetické organické látky se do přirozeného vodního prostředí dostávají jako cizí, takže dalším synonymem je termín „cizorodé látky“.



Monitoring povodí řeky Úhlavy

Řeka Úhlava je jediným zdrojem pitné vody pro plzeňskou aglomeraci. Kvalita vody v Úhlavě je však silně ovlivněna antropogenní činností pocházející z plošných splachů zemědělsky obhospodařovaných ploch (pesticidy) a z bodových zdrojů znečištění, především z oblasti města Klatovy (farmaka a prostředky osobní péče aj.). Další významný přísun mikrokontaminantů do recipientu je způsoben přeplněním kanalizační sítě a následným průnikem nečištěných odpadních vod z odlehčovacích kanalizačních sběračů a komor. K tomu dochází při srážkách, kdy dešťová voda je míchána se splašky z domácností a průmyslu v jednotné kanalizaci. Řešení těchto epizod vyžaduje zásadní změny v koncepci hospodaření se srážkovými vodami v osídlených územích. Uvedené grafy vyjadřují informaci o látkovém odnosu jednotlivých skupin mikropolutantů.



Informace o kvalitě vody získané z laboratorních analýz jsou využívány jako podklady pro opatření eliminující nebo alespoň minimalizující ovlivnění vodních ekosystémů rizikovými organickými mikropolutanty. Zpravidla se stanovují organické látky uvedené v platné národní a evropské legislativě nebo analyty doporučené jako potenciální škodliviny a také kontaminanty místně relevantní. Tomuto způsobu identifikace a kvantifikace organických látek se říká cílená analýza. Látky jsou identifikovány v hmotnostním spektrometru pomocí exkluzivních hmotnostních přechodů mezi mateřskými a dceřinými produkty a poměrně přesně lze vypočítat jejich koncentraci v ng/l navázáním na kalibraci analytickým standardem.

ČERVEN | 06

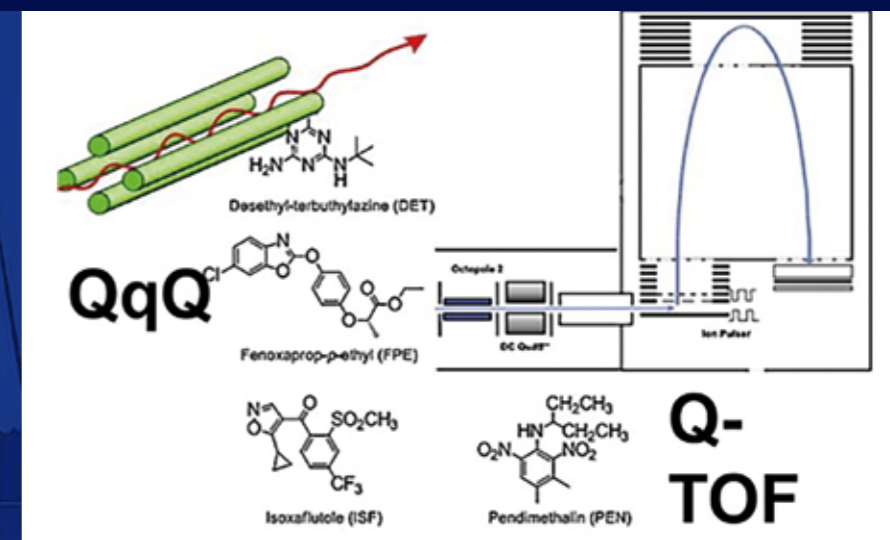
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

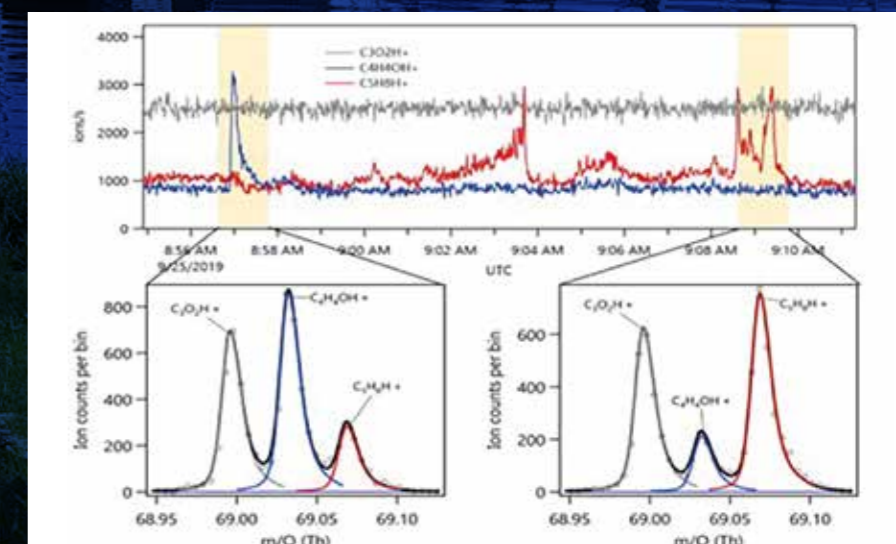
Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





KAPALINOVÁ CHROMATOGRRAFIE S HMOTNOSTNÍM SPEKTROMETREM PRACUJÍCÍM VE VYSOKÉM ROZLIŠENÍ

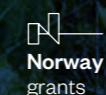
Je to vysoce citlivá analytická metoda s velkou selektivitou, kde se směs vzorku nejprve rozdělí kapalinovou chromatografií, poté se ionty vzorku s různou hmotností urychlí na stejnou (známou) kinetickou energii a měří se čas, za který každý iont dosáhne detektoru ve známé vzdálenosti. Q-TOF-MS je „hybridní“ přístroj kombinující kvadrupólové technologie s analyzátořem doby letu (TOF = Time-of-flight). Přístrojové vybavení Q-TOF-MS se velmi podobá třikvadrupólovému hmotnostnímu spektrometru, kdy třetí kvadrupól byl nahrazen TOF trubicí pro měření doby průletu iontů. Níže uvedené grafy zobrazují softwarové příklady zpracování naměřených analytických dat.



Necílený screening využívá stanovení přesné molekulové hmotnosti jednotlivých sloučenin např. metodou hmotnostní spektrometrie s vysokým rozlišením (HRMS) umožňující měření doby letu ionizovaných fragmentů konstantní dráhou (TOF = Time of flight). Během měření systém shromažďuje informace o všech fragmentech, které se v hmotnostním spektrometru ocitnou. Vzniká velmi komplexní otisk obsahující nové informace o měřeném vzorku. Data se vyhodnocují pomocí spektrálních knihoven a matematických softwarových modelů. Necílená analýza neumožňuje zcela přesnou kvantifikaci, poskytuje nám informaci o přítomnosti látky v daném vzorku.

ČERVENEC | 07

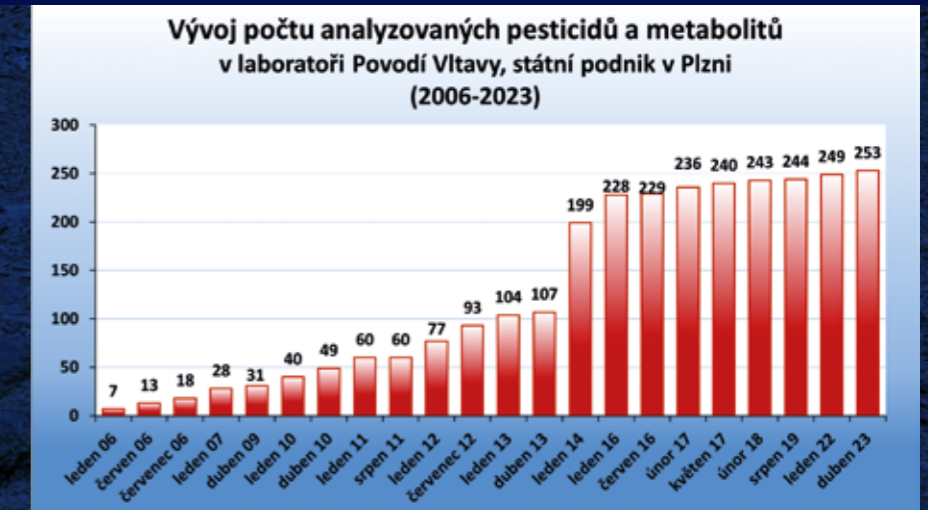
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podporováno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Stanovení pesticidů ve vodohodpodářských laboratořích Povodí Vltavy

Multikomponentní metoda stanovení pesticidů a jejich metabolitů obsahuje přibližně 250 analytů. Je rozdělena na dvě skupiny – základní rozsah nepoužívanějších a nejvíce se vyskytujících pesticidů a metabolitů, sem patří triazinové a azolové pesticidy, chloracetanilidy, deriváty kyseliny močové, chloridazon, a další. Méně běžné pesticidy jsou shromážděny v měřicí skupině screeningový rozsah a analyzují se na strategicky důležitých říčních profilech (vodárenské odběry, koncové profily dílčích povodí) anebo při průzkumném monitoringu speciálně zacílených projektů. Počet stanovovaných pesticidů postupně narůstá, jak je vidět z přiloženého grafu.



Plošnými splachy z polí, luk a velkých zpevněných ploch pronikají do povrchových vod prostředky na ochranu rostlin (pesticidy). Ačkoli se používají regulovaně, při srážko-odtokových epizodách vstupují nekontrolovaně do povrchových vod. Pesticidy v přírodním půdním a vodním prostředí metabolizují, přičemž u metabolitů může přetrvávat pesticidní aktivita rodičové formy. Z hlediska úpravy na pitnou vodu mají pesticidy stanoveny limitní koncentrace (např. vyhláška 252/2004 Sb.). Pro jejich dodržení je při úpravě pitné vody nezbytné používat technologické postupy vedoucí k eliminaci organických škodlivin destrukcí jejich molekul ozonizací a následnou adsorpcí na granulované aktivní uhlí.

SRPEN | 08

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



STÁTNÍ FOND
ZIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podporováno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Stanovení farmak a prostředků osobní péče (PPCPs)

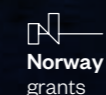
Multikomponentní metoda stanovení farmak a prostředků osobní péče obsahuje v současnosti 120 analytů, přičemž tento počet se každým rokem o několik nových analytů zvyšuje. Další polutanty spadající do PPCPs jsou analyzovány v jiných analytických skupinách jako jsou mošusové látky (MUSK), návykové látky, fluorochinolonová antibiotika a hormony. PPCPs zpravidla nemají legislativní limity ani normy environmentální kvality. Jejich dopady na environmentální systémy jsou však předmětem mnoha vědeckých studií, které prokazují negativní účinky na kvalitu vody a na vodní organismy. Je jisté, že v budoucích letech se bude lidstvo s těmito zátěžemi muset zabývat, stejně jako opatřeními k zabránění vnosu PPCPs do volné přírody.



Koncentrace obyvatelstva v městských aglomeracích, nejrůznější průmysl a moderní technologické standardy při udržování městské infrastruktury přinášejí v kontextu s často se vyskytující jednotnou kanalizací pro odpadní i dešťové vody trvalý přísun mikrokontaminantů z odtoků z městských čistíren (čištěné odpadní vody), ale bohužel i z volných kanalizačních výústí (nečištěné odpadní vody). Jedná se hlavně o farmaceutické přípravky, prostředky personální péče, perfluorované látky, průmyslové přípravky, pesticidní látky využívané v městském prostředí (např. glyfosát, pyrethroidy), dokonce i látky pocházející z nelegální výroby a užívání návykových látek (drogy).

ZÁŘÍ | 09

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



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Vzorkování PFAS vyžaduje netypické vzorkovnice - plastové stříkačky objemu 5 ml. Pro dodržení normativního postupu je nutné zamezit adsorpci analytů na stěny stříkačky, kterou je třeba vypláchnout organickým rozpouštědlem a tento výplach posléze spojit se vzorkem.

PFAS (Perfluorované alkyl sulfonáty)

PFAS je nová analytická skupina široce používaných, perzistentních a zdraví škodlivých mikrokontaminantů. V současnosti je známo již více než 10 000 sloučenin (4 700 jich má CAS číslo) a stále přibývají další. Pevná vazba mezi uhlíkem a fluorem z nich dělá velmi stabilní látky - mají přezdívku „věčné chemikálie“. PFAS odpuzují vodu (hydrofobní) i oleje (lipofobní), najdeme je v obalech potravin, v rekreačním oblečení (Teflon nebo Goretex), v kobercích, mazivech, kosmetice, barvách, hasicích pěnách, nádobí aj. Často se používají v letecké hydraulice a k protimrazovému postřiku letadel. PFAS se plošně kumulují v životním prostředí, byly nalezeny i ve vzorcích sněhu v Antarktidě. Výběr analyzovaných PFAS byl proveden dle Směrnice EU 2020/2184, návrhu novelizace vyhlášky 252/2004 Sb. a nařízení vlády č. 145/2008 Sb.

Název	Mez stanovitelnosti (ng/L)	Nejistota	CAS#
PFBA	6	35*	375-22-4
PFPeA	2	35*	2706-90-3
PFHxA	2	35*	307-24-4
PFHpA	2	35*	375-85-9
PFOA	2	35*	335-67-1
PFNA	1	35*	375-95-1
PFDA	1	35*	335-76-2
PFUnDA	1	35*	2058-94-8
PFDoDA	1	35*	307-55-1
PFTrDA	1	35*	72629-94-8
PFBS	1	35*	375-73-5
PFPeS	1	35*	2706-91-4
PFHxS	0,5	35*	355-46-4
PFHpS	1	35*	375-92-8
PFOS	0,5	35*	1763-23-1
PFNS	1	35*	68259-12-1
PFDS	1	35*	335-77-3
PFUnDS	1	35*	749786-16-1
PFDoDS	1	35*	79780-39-5
PFTrDS	2	35*	791563-89-8



Příklad vodního toku, ve kterém se nálezy PFAS opakují pravidelně každý měsíc v jednotkách až desítkách ng/l. Zdroj kontaminace je prozatím neznámý, řešení vyžaduje provést vhodně zacílený průzkumný monitoring.

TOXICITA PFAS - některé studie uvádějí souvislost mezi PFAS a zvýšenou hladinou cholesterolu v krvi, narušením metabolismu mastných kyselin a syntézy lipidů v játrech, rozvojem aterosklerózy (ucpávání cév) a kardiovaskulárním onemocněním, snížením imunity, obezitou, neplodností i rakovinou. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) stanovuje bezpečnostní limit pro obsah čtyřech hlavních PFAS, které se hromadí v lidském těle (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS). Akceptovatelný týdenní příjem (TWI) sumy těchto čtyřech PFAS je stanoven na 4,4 ng/kg tělesné hmotnosti (Zdroj: EFSA Journal 2020;18(9):6223). Ještě v roce 2008 byl však akceptovatelný denní příjem (TDI) pro PFOA 1500 ng/kg a pro PFOS 150 ng/kg tělesné hmotnosti. Během posledních 12 let došlo ke snížení limitů pro PFOA cca 10000x a pro PFOS cca 1000x !

ŘÍJEN | 10

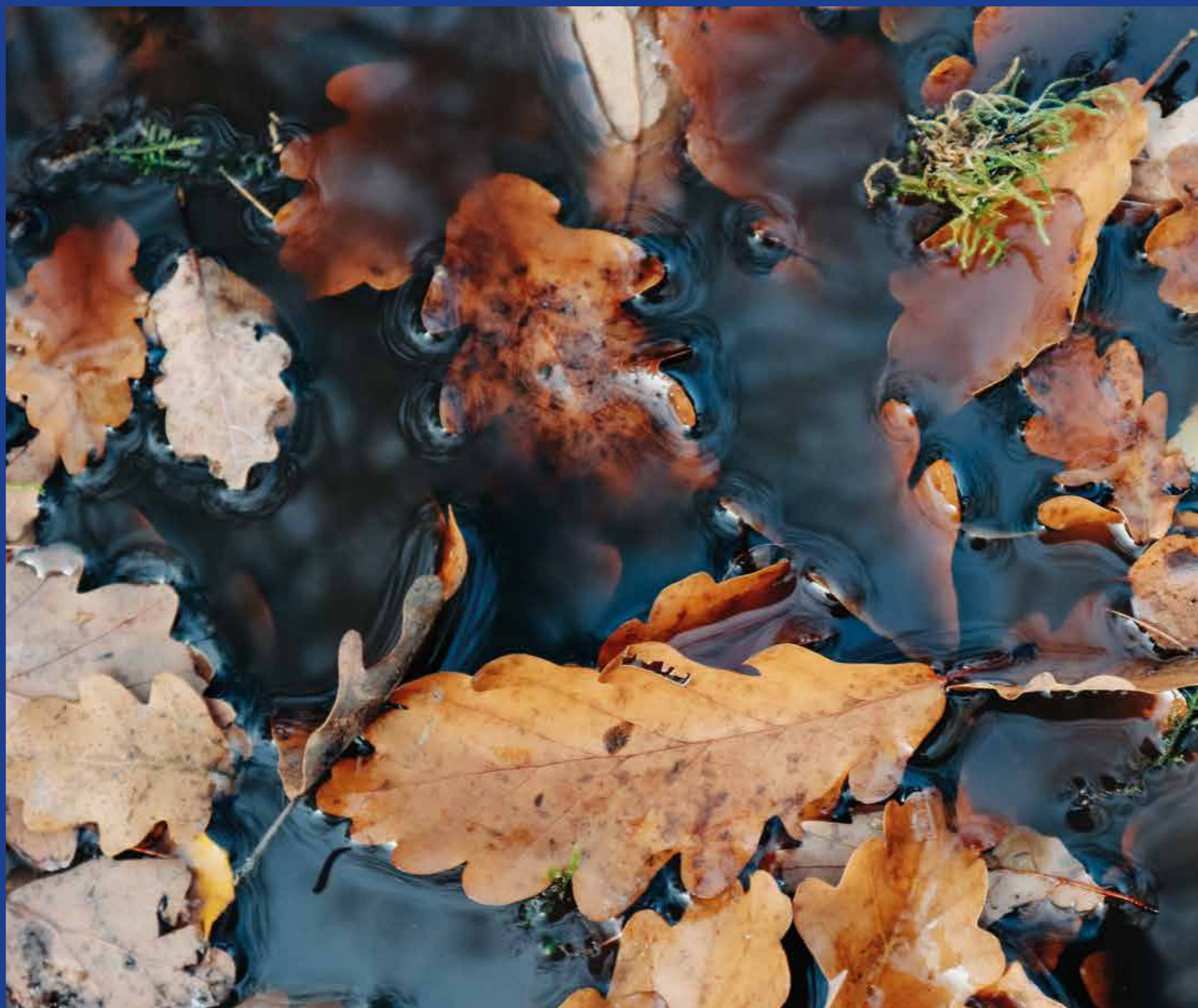
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podporováno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





Mez stanovitelosti – nejmenší koncentrace, kterou lze stanovit danou analytickou metodou

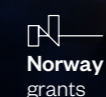
Mez stanovitelosti je důležitým parametrem výkonnosti analytické metody. U chromatografických metod se určuje tzv. poměrem signál/šum v kombinaci s čistotou analytického pozadí (slepého pokusu). Meze stanovitelosti mikropolutantů se pohybují nejčastěji v rozmezí 1-10 ng/l. Legislativní požadavky na mez stanovitelosti se odvíjejí od toxicity látek a od mechanismu jejich účinku na organismy žijící ve vodě a na člověka. Moderní analytická technika umožňuje dosáhnout výrazně nižších mezí stanovitelosti, v některých případech i v jednotkách pg/l. A jak nejjednodušeji si můžeme představit jeden pikogram čokoliv v 1 litru vody? Je to přibližně jako kdybychom rozpustili kostku cukru ve vodní nádrži.



Vodní nádrž Švihov na Želivce je největší vodárenskou přehradní nádrží v České republice. Pitnou vodu v současnosti zásobuje téměř 1,5 milionu lidí, kromě obyvatel Prahy také řadu měst a obcí Středočeského kraje, Kraje Vysočina a některé části jihočeské a východočeské oblasti České republiky. Nádrž přijímá povrchovou vodu z povodí jednotlivých přítoků (Trnava, Želivka, Martinický potok, Blažejovický potok, Sedlický potok) a na více než 1 rok ji zadržuje. Velké procento zornění zemědělských ploch a způsob zemědělského obhospodařování krajiny předurčuje jako relevantní mikropolutanty rezidua prostředků na ochranu rostlin. Monitoring pesticidních látek v povodí Želivky probíhá již více než 15 let. K nejvýznamnějším bodovým zdrojům znečištění patří města Pelhřimov, Pacov a papírna v Červené Řečici.

LISTOPAD | 11

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



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.





PROJEKT ÅLESUND

POŘÍZENÍ LABORATORNÍ ANALYTICKÉ TECHNIKY PRO ANALÝZU MIKROPOLUTANTŮ VE VZORCÍCH VOD - REGISTRAČNÍ ČÍSLO 3223100002

Pořízení laboratorní analytické techniky v rámci projektu Ålesund umožní vodohospodářským laboratorům státního podniku Povodí Vltavy z velké části naplnit požadavky národní a evropské legislativy v oblasti analýzy mikropolutantů. Jedná se zejména o analyty ze skupiny léčiv, technologických aditiv a dalších látek. Sestava kapalinového chromatografu s hmotnostním detektorem a automatické předkoncentrační jednotky umožní stanovení požadovaných analytů v nízkých koncentracích a současně poskytne možnost provedení tzv. nečísleného screeningu látek, které doposud mohly uniknout pozornosti při využití rutinních analytických metod.



Jsme lidé počátku nového milénia. A jací jsme? Milujeme krásu, komfort, rozmanitost výběru... Přesto, že žijeme v materiálním nadbytku a máme oproti předchozím generacím nesrovnatelné možnosti osobní svobody, ztrácíme kontakt s přírodou a zapomínáme, že přes všechny reálné i zdánlivé nadbytečnosti máme svou zemi jen jednu. Všechny člověkem vyrobené organické látky, které jsme souhrnně pojmenovali jako mikrokontaminanty (možná proto, abychom se jich nezačali bát), jsou do jednoho obsahem pomyslné novodobé Pandořiny skříňky lidstva. Bez ohledu na provedené toxikologické studie tyto látky do volné přírody nepatří. A je naším štěstím, že moderní analytická technika otevírá oči tam, kde je lidstvo raději alibisticky přivírá.

PROSINEC | 12

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

Autor textů: Milan Koželuh | Autoři fotografií: Šárka Štrejchýřová, Milan Koželuh

Norway grants



STÁTNI FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Společně pro zelenou Evropu
Podpořeno Norskem prostřednictvím
Norských fondů.

