

Pitná voda – je a bude?

- Kvalita surové vody, která je základem pro úpravu vody pitné, se významně zhoršuje.
- Získat kvalitní pitnou vodu je stále složitější i kvůli změně klimatu, která se v České republice projevuje častým střídáním období sucha a období náhlých vydatných dešťů.
- Nadměrný rozvoj vodního květu a následné znečištění vody organickými látkami způsobují sezonní výkyvy kvality surové vody. To výrazně komplikuje úpravu pitné vody.
- Pro dostatek kvalitní pitné vody je klíčová také striktní ochrana vodních zdrojů.
- Úpravný vody se musejí vyrovnávat se stále se zhoršující kvalitou surové vody, která se již mnohde nachází na hranici upravitelnosti. Je tak nezbytné optimalizovat stávající technologie a vyvíjet nové.
- Kvalitu vody negativně ovlivňuje řada škodlivých látek produkovaných člověkem, jako jsou pesticidy, léčiva, drogy, prostředky osobní hygieny, ale také hormonálně aktivní látky, které pocházejí z průmyslových rozpouštědel, změkčovadel plastů nebo hormonální antikoncepce.
- Ve vodě nacházíme stále další a další látky, jejichž vliv na zdraví lidí není dosud dostatečně znám, a proto není ani nijak limitován.

V souvislosti s probíhající změnou klimatu, ať již přirozenou, nebo ovlivněnou činností člověka, si klademe otázku, zda máme dostatek vody. Česká krajina vysychá a zároveň rapidně klesá kvalita zdrojů vody pro pitné účely.

Stojíme na prahu situace, kdy musíme zaměřit svou pozornost na eliminaci látek, které se ve vodě vyskytují sice ve velmi malých koncentracích, o to větší však mohou mít dopad na lidské zdraví. Abychom byli schopni tyto látky odstranit, je třeba změnit přístup nejen v návrzích nových technologií, ale i celkově k problematice úpravy vody.

Tento AVex objasňuje nové výzvy, které pro úpravu vody představuje zhoršující se kvalita zdrojů surové vody. Přináší také přehled hrozeb a rizik, které mohou mít toxiny, pesticidy, mikroplasty nebo hormonálně aktivní látky na životní prostředí a zdraví člověka. A nastiňuje doporučení, jak zajistit dostatek pitné vody i v budoucnu.

VODA JAKO KOKTEJL LÁTEK

Je zcela mylné se domnívat, že dnes existuje voda (snad s výjimkou hluboké podzemní vody), která by nebyla koktejlem cizorodých látek. Jejich výskyt je všudypřítomný a potvrzení jejich existence ve zdrojích vody je jen otázkou dostatečných a vhodných analýz a mezi jejich stanovitelnosti.

Nejen ve vodě, ale i ve všech ostatních složkách životního prostředí nacházíme stále další a další škodlivé látky. Mnoho z nich na úpravných vodách neodstraňujeme, a to zčásti proto, že nevíme, že je máme odstraňovat, a zčásti také proto, že „nemusíme“.

Požadavky na jakost pitné vody jsou dány Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Vyhláška stanovuje limity pro mikrobiologické a biologické ukazatele a dále pro ukazatele fyzikální, chemické a organoleptické (smysly vnímatelné, např. barva, chuť atd.). Celkově jde o 65 hodnot.

JE PITNÁ VODA OPRAVDU PITNÁ?

Překročení mezní hodnoty každého jednotlivého ukazatele pak znamená, že voda není pitná. Je to ale správný přístup? Co když překročení nějakého ukazatele vadí více než překročení ukazatele jiného? Nebo hodně ukazatelů jen těsně splní dané limity? Je pak voda také pitná? A nemohou jednotlivé znečišťující látky spolupůsobit a tím násobit svou toxicitu, přestože ani jedna z nich není v nadlimitní koncentraci? A jsou vybrané ukazatele ty pravé? Nechybí nám na seznamu nějaké? Neměli bychom přestat stanovovat jednotlivé látky a místo toho stanovovat celkovou „toxicitu“ pro každý zdroj vody? Je naše pitná voda skutečně pitná?

Obvyklá odpověď zní: pokud splňuje parametry dané vyhláškou, z pohledu legislativy jistě je. Pokud by ale měla být odpověď založena nikoli na naplnění příslušné normy, ale na znalosti věcí, zcela jisti si být nemůžeme. Z tohoto pohledu je totiž pitná pouze ta voda, která neobsahuje žádné cizorodé látky. Taková dnes ale neexistuje. Naši trvalou snahou nicméně musí být se tomuto ideálu alespoň přiblížit.

NOVÉ VÝZVY V ÚPRAVĚ VODY

Dnes, více než kdy dříve, existuje v oblasti úpravy vody řada výzev, které vyžadují řešení. Řešení propracovaná, sofistikovaná a zároveň prakticky proveditelná. Řešení, která si nepochybně vyžadují investice do technologií, ale zaručí nám, že i v budoucnu bude voda vysoké kvality a bez zdravotních rizik. Jen těžko si lze dnes představit rekonstrukci úpravní vody bez zavedení sorpce na aktivním uhlí do technologického procesu úpravy. Stejně tak si dnes asi nelze představit úpravní povrchové vody bez dvoustupňové separace suspenze a do budoucna bez membránové filtrace. Nutno v této souvislosti poznamenat, že řešení na úpravných vodách je tak trochu hašení rozpoutaného požáru.

Ruku v ruce musíme zajistit také striktní ochranu vodních zdrojů, omezit intenzivní zemědělskou činnost v jejich ochranných pásmech a snížit chemizaci v zemědělství i celkově životního prostředí. Snížit je třeba emisní limity vypouštění dusíku a fosforu z čistíren odpadních vod a na čistírnách odpadních vod zavést technologie eliminující škodlivé mikropolutanty produkované člověkem.

Moderní technologie ovšem patří nejen do úpraven vod, ale i do čistíren odpadních vod. Obzvláště pak, uvažujeme-li o recyklaci odpadní vody. Vydáme-li se touto cestou, a je to cesta logická a nutná, nezbude nám nic jiného, než toxický koktejl z našich domácností odstranit už na čistírnách odpadních vod.

PRINCIP PŘEDBĚŽNÉ OPATRNOSTI

Standardem je dnes terciární stupeň ČOV umožňující snížení koncentrací fosforu na „únosnou“ mez. Proč se ale nezavádí technologie na eliminaci hormonů, léčiv, drog a jiných látek? Bez eliminace všech těchto látek nebude recyklace vody možná. Všechna tato opatření jsou nákladná, ale v dohledné době zcela nezbytná.

Musíme se chovat podle principu předběžné opatrnosti, což je v případě tak strategické suroviny, jakou pitná voda je, naprosto nutné.

Je třeba přijmout nové zákonné normy, zpřísnit limity a zavést nové ukazatele pro kvalitu pitné vody. Nesmíme se vymlouvat na skutečnost, že to bude stát miliardy korun, aniž lze očekávat rychlý návrat. V případě pitné vody se nám investice vrátí mnohonásobně. Vedle toho je nezbytné investovat do výzkumu, který nám dá odpověď na řadu výše vznesených otázek.

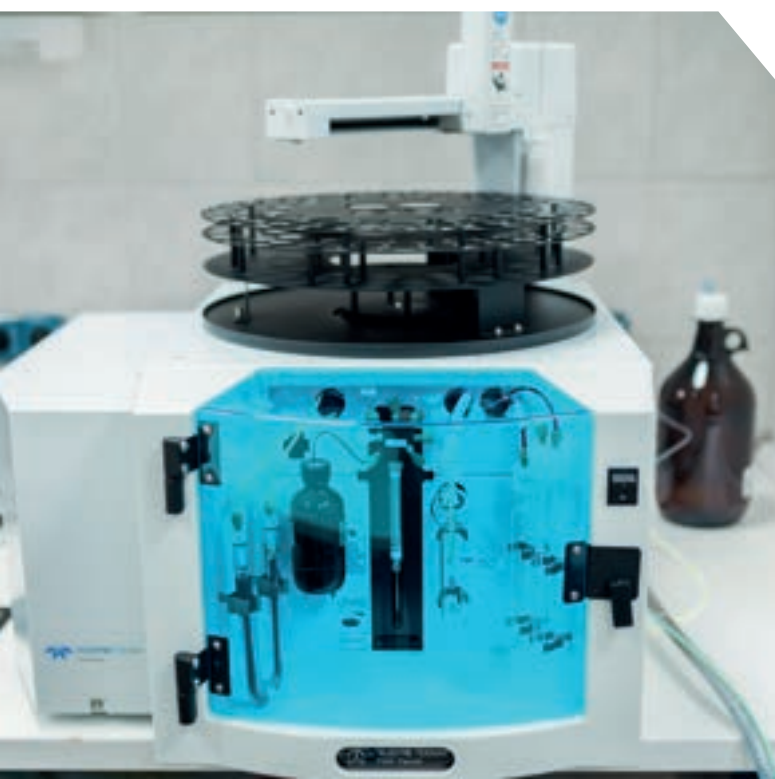
ENDOKRINNÍ DISRUPTORY

Jde o chemické látky, které nepříznivě ovlivňují fungování hormonálního systému. Mohou zesilovat nebo naopak tlumit efekt přirozených hormonů a narušit hormonální regulaci organismu.

Patří mezi ně např. některé chemikálie využívané jako průmyslová rozpouštědla, změkčovadla plastů, pesticidy nebo farmaka.

Endokrinní disruptory jsou zpravidla značně odolné, mohou tedy v životním prostředí setrvávat dlouhou dobu a být transportovány i na velké vzdálenosti. Jejich působení dávají odborníci do souvislosti např. s abnormalitami reprodukčního systému, poruchami imunity, cukrovkou nebo obezitou.

TOC analyzátor slouží k stanovení koncentrace organického uhlíku obsaženého ve vodních vzorcích.

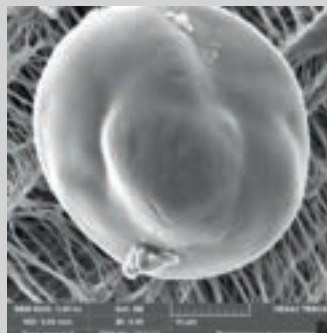
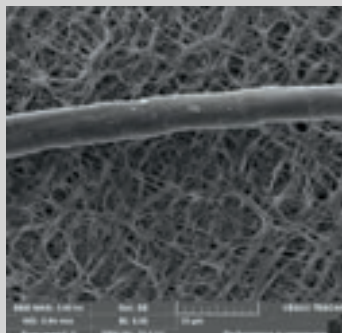
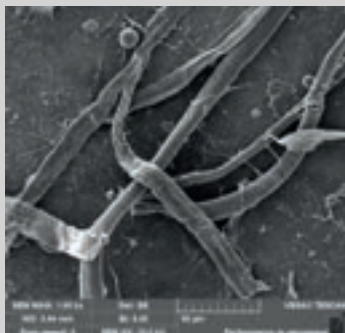


MIKROPLASTY – V BALENÉ I PITNÉ VODĚ

Mikroplasty jsou plastové částice dosahující velikosti do 5 mm.

Doposud vědci věnovali pozornost hlavně jejich přítomnosti v oceánech, mořích a velkých jezerech. Nově se zájem soustřeďuje i na výskyt mikroplastů v balených vodách a také ve zdrojích pitné vody a v pitné vodě samotné.

Koncentrace mikroplastových částic ve zdrojích pitné vody ani ve vodě pitné zatím není nijak limitována. Neexistují relevantní studie, možné vlivy na lidské zdraví však nelze vyloučit.



Plastové mikročástice našli vědci z Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR v pitné vodě ze tří různých úprav vod v ČR.

Výzkum potvrdil, že mikroplasty jsou přítomny jak v surové, tak i v upravené pitné vodě.

SINICE – ZDROJE KARCINOGENNÍCH LÁTEK

Jeden příklad za všechny: při dezinfekci vody dochází při přítomnosti metabolických produktů sinic k tvorbě trihalogenmetanů (THM) a chlorovaných alifatických kyselin, převážně pak halogenderivátů kyseliny octové (HAA). THM i HAA se v pitné vodě vyskytují zpravidla v koncentracích jednotek až stovek mikrogramů na litr ($\mu\text{g/l}$), přičemž řada z nich je akutně toxických nebo karcinogenních.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. stanoví limity pro čtyři nejčastěji se vyskytující THM a sumu všech THM ($100 \mu\text{g/l}$). Nicméně THM jsou typické svým bezprahovým účinkem – neexistuje žádná bezpečná dávka jejich příjmu. Limit $100 \mu\text{g/l}$ je tedy pouze společenskou (politickou) dohodou.

Z epidemiologických studií však vyplývá, že bezpečný limit je pouhých $15 \mu\text{g/l}$. V roce 2017 bylo překročení mezní hodnoty $100 \mu\text{g/l}$ dosaženo ve dvou případech, nicméně hodnota $15 \mu\text{g/l}$ byla překročena již v 16 % všech zdrojů pitné vody. Má však cenu v případě těchto látek nějaké limity vůbec stanovit? Respektive neměl by být limit THM $0 \mu\text{g/l}$, když mají bezprahové účinky?

Například ve Švýcarsku je limit pro sumu THM $25 \mu\text{g/l}$, v Rakousku, Itálii, Belgii $30 \mu\text{g/l}$, v Německu a Švédsku $50 \mu\text{g/l}$ a v USA $80 \mu\text{g/l}$. Naopak v Austrálii je to jen těžko uvěřitelných $250 \mu\text{g/l}$.

Obdobně jako je tomu u řady THM, karcinogenní a mutagenní účinky byly prokázány i u HAA. Světová zdravotnická organizace doporučuje sledovat především koncentrace kyselin mono-, di- a tri-chloroctových a mono- a di- bromoctových a jejich sumu (HAA5) a také koncentrace kyseliny bromchloroctové, bromdi-chloroctové, dibromchloroctové a tribromoctové. Jejich limit však

česká vyhláška č. 252/2004 Sb. vůbec neuvádí. V ČR tedy nejsou zařazeny mezi limitované ukazatele.

Přitom například výsledky rozborů z Kanady za období zima 2017/2018 ukazují překročení kanadského limitu ($80 \mu\text{g/l}$) ve více než třetině všech testovaných pitných vod. U řady z nich se pak jednalo skutečně o významné koncentrace, které byly o řád vyšší, než je příslušný limit. Maximální dosažená hodnota byla $784 \mu\text{g/l}$. Opravdu tedy nikdo nepředpokládá jejich výskyt v ČR?

Pokud se skutečně vysoké koncentrace HAA v pitné vodě v minulosti nevyskytovaly, s rostoucím podílem metabolických produktů sinic na koncentraci organických látek ve vodě se to může rychle změnit. Tyto látky totiž představují „ideální“ prekurzory pro vznik HAA. Kyselina octová je navíc jejich přirozenou součástí.

Nicméně v budoucnosti se možná vše změní, protože aktuálně probíhá na evropské úrovni diskuse o změně legislativy EU (Směrnice o pitné vodě) týkající se povinného zahrnutí HAA mezi stanovené parametry pitné vody.

V tomto ohledu je třeba zdůraznit, že na Slovensku je již od října roku 2017 v platnosti vyhláška č. 247/2017 Z. z., která zavádí HAA jako ukazatel kvality pitné vody s limitem pro HAA5 $60 \mu\text{g/l}$. Do konce roku 2018 trvalo přechodné období pro jejich stanovování. Od 1. ledna 2019 je již stanovení HAA na Slovensku povinné.

Slovensko tak, na rozdíl od České republiky, bude připraveno na plánované zavedení HAA do lokálních legislativ. A co Česká republika? O vzniku HAA při úpravě vody a jejich vlivu na lidské zdraví se ví cca 20 let!

HROZBY PRO PITNOU VODU

Narůstající míra znečištění surové vody, především pak zvyšující se koncentrace dusíku a fosforu, vede k rozvoji fytoplanktonních eutrofních organismů, především rozsivek v jarním období a sinic v letním a podzimním období. Nadměrný výskyt těchto organismů způsobuje sekundární znečištění vody organickými látkami – označovanými jako AOM (Algal Organic Matter), které následně zatěžují technologii procesu úpravy pitné vody.

Způsobují například pokles účinnosti odstranění ostatních ve vodě se vyskytujících znečišťujících příměsí, mimo jiné pesticidů. Popsány jsou dokonce totální kolapsy úpraven vody, které následně vedly k přerušení dodávek pitné vody obyvatelstvu.

Produkty sinic a řas také negativně ovlivňují senzorické vlastnosti vody, především chuť a zápach.

Zvláštní skupinu AOM pak tvoří toxiny. Zapříčinit mohou vážné zdravotní komplikace, jako jsou nejrůznější dermatitidy, průjemová onemocnění, žaludeční potíže, respirační problémy, v ojedinělých případech pak i smrt.



JAK ZAJISTIT PITNOU VODU?

Doporučení k zajištění pitné vody lze rozdělit do dvou základních kategorií. První zahrnuje preventivní opatření k ochraně vodních zdrojů, druhé pak spočívá v zajištění odpovídajících technologií vlastní úpravy surové vody na vodu pitnou.

Ochrana vodních zdrojů – co je potřeba udělat:

- V rámci územní ochrany vodních zdrojů je nezbytné provést revizi ochranných pásem vodních zdrojů. Mělo by dojít k jejich rozšíření tak, aby byla zajištěna důsledná ochrana zdroje vody. Především je pak třeba jasně vymezit druhé (nárazové) pásmo a pro každý zdroj vody jasně definovat činnosti v pásmu povolené. Především je pak třeba zajistit, aby i v druhých pásmech ochrany byla intenzivní zemědělská činnost nahrazena extenzivní. V ideálním případě by pak orná půda měla být nahrazena extenzivně obhospodařovanými travními porosty (pastvinami). Bezpodmínečně je pak v těchto oblastech potřebný striktní zákaz aplikace umělých hnojiv a prostředků pro ochranu plodin – pesticidů.
- V širším kontextu zemědělství je pak potřeba vytipovat nejproblematictější pesticidní látky, které mají tendenci akumulace především v podzemních zdrojích vody, a ty zcela zakázat. Dále je třeba zavést povinnost evidence chemických látek aplikovaných na zemědělskou půdu s možností omezení ze strany vodoprávního orgánu v případě překročení limitních hodnot koncentrací daných látek v surové vodě.

PESTICIDY – PŘÍČINOU JE SPLACH Z PŮDY

Koncentrace pesticidů ve zdrojích surové vody se významně zvyšují.

Například ve vodních nádržích Švihov nebo Vrchlice dosahují koncentrace terbuthylazinu, metolachloru, matazachloru a acetochloru a jejich metabolitů v surové vodě i několika stovek nanogramů na litr, přičemž stanovený limit je 100 ng/l pro pesticidní látky jednotlivě a 500 ng/l pro jejich sumu v upravené vodě.

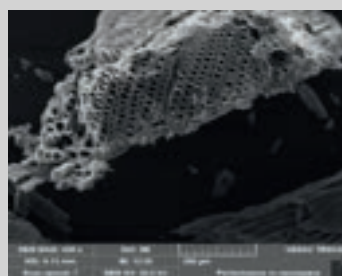
Za přítomnosti pesticidů ve vodě přitom stojí výhradně splach ze zemědělské půdy. Hlavním viníkem je tedy nešetrné zacházení s prostředky na ochranu rostlin v blízkosti vodních zdrojů a obecně pěstování plodin nevhodných pro tyto oblasti, jako jsou kukuřice či řepka.

- Je třeba intenzifikovat procesy čištění odpadních vod, především pak terciární stupeň, za účelem snížení zbytkových koncentrací dusíku (N) a fosforu (P), a to bezpodmínečně na 0,2 mg/l, ideálně pak na 0,1 mg/l celkového P a minimálně pak na 10 mg/l pro N.
- Je nutné investovat do technologií umožňujících znovuvyužití vyčištěné odpadní vody. Za tímto účelem je nezbytné zavádět na ČOV moderní technologie na dočištění odpadních vod, které umožní odstranění mikropolutantů vyskytujících se v komunálních odpadních vodách, jako jsou léčiva, hormony, drogy, perzistentní organické látky atd. Jedná se především o membránové a sorpční procesy.
- Je třeba vypracovat jednotnou koncepci ochrany vodních zdrojů pro pitné účely a tu bezpodmínečně dodržovat na všech určených lokalitách.

Přehled použité literatury: www.avcr.cz/avex.

Vodárenské technologie – co je potřeba udělat:

- Je třeba zajistit odpovídající technologie úpravy vody pro konkrétní zdroje surové vody. Toho lze dosáhnout například zavedením povinnosti vyhotovení předprojektové studie upravitelnosti surové vody a návrhu odpovídající technologie úpravy. Tato studie by měla být povinnou součástí projektové dokumentace rekonstrukce úpravní vody a měla by povinně obsahovat poloprovozní zkoušky na dané úpravní vody. Bez této studie by bylo nemožné udělit dotaci z Fondu ŽP. Studie by měla být opakována odbornou komisí složenou z nezávislých odborníků.
- Jmenovat nezávislou komisi odborníků, která by posuzovala studie upravitelnosti surové vody a návrhy technologických řešení úpravené vody. V současné době je praxe taková, že posuzování žádostí na Fondu ŽP provádějí komise, jejichž členové mají přímé vazby na dodavatele technologií či sami podnikají v oboru. Je pak smutnou skutečností, že posuzují technologické návrhy, na nichž se sami podíleli.
- Finančně nepodporovat technologie úpravy vody bez terciárního stupně úpravy pomocí sorpce na aktivním uhlí za účelem odstranění mikropolutantů (pesticidy, léčiva atd.), případně membránové technologie pro odstraňování dalších látek (např. mikroplasty).



Na snímku je vidět struktura granulovaného aktivního uhlí, které při úpravě vody na svém povrchu zachytává zbytkové organické látky a také mikropolutanty, jako jsou např. pesticidy (metoda adsorpce na aktivním uhlí).

- Provést revizi limitů jednotlivých ukazatelů obsažených ve Vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. U ukazatelů, jako jsou např. THM, je bezpodmínečně nutné snížit stávající limit 100 µg/l na hodnoty cca 20–50 µg/l (přesné číslo je otázkou odborné diskuse). Je třeba rozšířit rozsah sledovaných látek o další ukazatele, např. HAA, některé perzistentní organické látky, léčiva, hormony, látky s endokrinní aktivitou atd. Především je nutné jako základní povinný parametr pro množství organických látek ve vodě zavést celkový (TOC – Total Organic Carbon), případně rozpuštěný organický uhlík (DOC – Dissolved Organic Carbon). Stávající parametr CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku manganistanem nepostihuje celkovou koncentraci organických látek, protože metoda, na které je založen, není schopna oxidace všech organických látek obsažených ve vodě. Výsledky jsou pak silně podhodnocené a výsledná kvalita vody neodpovídá požadovanému standardu. Limit hodnoty TOC je třeba snížit ze současných 5 mg/l na 3 mg/l.
- Je třeba propojit výzkum v oblasti úpravy pitné vody s praxí. Toto propojení je možné např. formou výzev dotačních programů příslušných ministerstev a agentur na podporu vývoje a výzkumu (TAČR) cílených na úpravu vody. Výzkum musí být cílený na konkrétní podmínky České republiky, protože technologie úpravy vody nejsou aplikovatelné univerzálně a vždy je třeba jejich optimalizace pro konkrétní lokality. V otázce financování příslušného výzkumu je možné se inspirovat v zahraničí, např. USA, kde se na výzkum v oblasti vody odvádí určité malé procento z ceny vyrobené vody. V podmínkách ČR se vyrobí cca 600 milionů m³ pitné vody ročně. Pokud by se z každého vyrobeného kubíku vody odvádělo 10 haléřů do fondu na výzkum, pak by tato částka ročně činila 60 milionů Kč. Takováto suma by byla bez problémů schopna pokrýt potřeby výzkumu v oblasti úpravy pitné vody v ČR.

AVex 1/2019: PITNÁ VODA – JE A BUDE?, březen 2019

AVex je nezávislé a nestranné expertní stanovisko, které Akademie věd České republiky připravuje pro legislativní potřeby zákonodárců Poslanecké sněmovny a Senátu Parlamentu České republiky. Připravila Akademie věd ČR, odborným garantem je Ústav pro hydrodynamiku AV ČR.

Odpovědná redaktorka: Markéta Růžicková, Foto: AV ČR, Shutterstock, e-mail: avex@kav.cas.cz, www.avcr.cz/avex.

Kontaktní osoba: doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D., e-mail: pivo@ih.cas.cz.