

ÚLOHA A POSTAVENÍ ANALYTICKÉ CHEMIE V PROCESU ODSTRAŇOVÁNÍ STARÝCH EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ

ZDENEK ČÍŽEK

Analytické laboratoře Plzeň, s.r.o., Pod Vrchem 51, 312 80 Plzeň

Došlo dne 8.X. 1998

Klíčová slova: odstraňování ekologických zátěží, analytická chemie

Úvod

Již několik let probíhá v České republice velmi rozsáhlá akce, zabývající se odhalováním, oceňováním a odstraňováním starých ekologických zátěží, tj. škod na životním prostředí, napáchaných průmyslovou a zemědělskou činností v předchozích desetiletích. Zmíněnou akci, řízenou Fondem národního majetku a hrazenou ze státních prostředků (získaných v procesu privatizace)¹, lze označit za nejvýznamnější projekt ČR tohoto století v oblasti ekologie. Jeho význam, zevšeňněly tuzemské environmentální obci, ale - bohužel - téměř neznámý pro běžného českého smrtelníka, vyniká především při seznámení s tím, jak se řeší či neřeší analogické problémy v ostatních státech střední a východní Evropy, a poprávu je oceňován i ekonomicky a ekologicky mnohem vyspělejšími státy.

Co do obsahu zahrnuje uvedený projekt „čištění České republiky“ několik set dílčích akcí různého rozsahu, technické obtížnosti a finančního objemu, probíhajících podle již zaběhnutého algoritmu:

ekologický audit příslušného objektu
(identifikace ekologických zátěží, odhad jejich rozsahu a ceny)

i

analýza ekologických rizik zátěží
(detailní průzkum objektu, specifikace zátěží, posouzení jejich rizik)

i

rozhodnutí o odstranění nebo lokalizaci zátěží
(stanovení závazných cílů sanace)

i

zpracování projektu odstranění zátěží a minimalizace jejich rizik

i

provedení vlastního sanačního zásahu

i

posouzení a vyhodnocení výsledků sanace, posanační monitoring objektu

Sama podstata celého projektu má typicky multidisciplinární a interdisciplinární charakter, tzn. že pro jeho úspěšnou realizaci:

- byli a jsou nuceni spojit své schopnosti představitelé mnoha přírodovědných, technických i humanitních oborů (geologie, hydrogeologie, chemie, fyzika, hydrologie, botanika, toxikologie... ekonomie, právní obory, hygiena... stavebnictví, výrobní technologie, nakládání s odpady...);
- bylo a je nezbytné řešit množství zcela atypických problémů, vyvolaných nesmyslnými či i na tehdejší úrovni poznání nedomyšlenými zásahy člověka do ekosystému (nechtěně „vytvoření nových složek ekosystému“: kontaminovaná zemina, kontaminovaná podzemní voda, směsný odpad, kontaminovaná stavba..., pro které platí zcela jiné zákonitosti a vztahy než pro tradiční složky horninového prostředí a pro klasické materiály);
- bylo a je zapotřebí provádět mnohé donedávna neznámé činnosti a úkony včetně vytvoření nových profesí a specializací.

Jedním z oborů, jehož aktivní zapojení do všech fází procesu odstraňování starých ekologických zátěží je neopomítnutelné, je obor analytické chemie. Také tento obor byl donucen se odpovídajícím způsobem po metodické, technické i logistické stránce adaptovat tak, aby byl schopen plnohodnotně reagovat na novou realitu. Cílem následujících řádek je pokus charakterizovat, jaké jsou hlavní úkoly tohoto oboru v daném procesu, definovat, jaké je či by mělo být žádoucí postavení nositelů oboru (tj. analytických laboratoří) při realizaci procesu, a upozornit na některé problémy, které přinášejí dosavadní praxe.

Hlavní úkoly analytických laboratoří v procesu

Posláním chemických laboratoří v celém procesu odstraňování ekologických škod je vytváření komplexních, objektivních, relevantních a prakticky využitelných informací o stavu (chemickém složení a vlastnostech) objektu s ekologickou zátěží a jeho okolí, a to ve všech hlavních fázích jeho zkoumání a nakládání s ním, tj.:

- ve fázi prvního přiblížení stavu objektu (fáze ekologického auditu),
- ve fázi komplexního posouzení stupně a stavu ekologického zatížení objektu a z toho plynoucích rizik (fáze zpracování tzv. analýzy rizik),
- ve fázi vlastní realizace odstranění ekologické zátěže (fáze sanačního zásahu),
- ve fázi hodnocení výsledků provedeného sanačního zásahu (fáze posanačního monitoringu).

Po věcné stránce zahrnují shora uvedené úkoly provádění celé řady rutinních, méně obvyklých i zcela výjimečných činností. Jsou při tom spojeny s problémy jak subjektivního, tak také objektivního charakteru. Zastavme se u hlavních z nich:

a) Terénní analýza

Terénní analýza (analýza *in situ* nebo *on site*) by měla představovat první krok kvalitativního a semikvantitativního popisu zkoumaného objektu - tedy kontaminované lokality. V současnosti existuje již poměrně široká nabídka kvalitních technických nástrojů pro snímání základních analytických informací přímo v terénu: přenosné nebo mobilní rentgenové spektrometry pro stanovení těžkých kovů a matričních složek v zeminách a konstrukčních materiálech, přenosné plynové chromatografy pro stanovení organických složek v tuhých a tekutých látkách, terénní fotometry pro stanovení různých komponent ve vodách, různé typy „polních“ testů pro identifikaci specifických složek v ekosystému a pod. Skutečností ovšem je, že většina takovýchto možností je v tuzemských podmínkách finančně nevýhodná pro laboratoře i pro investora (FNM), a jejich využití má proto zatím okrajový význam. Prakticky jedinou terénní analytickou technikou, která nachází své místo v prvních fázích procesu odstraňování ekologických zátěží, je analýza půdního vzduchu (tzv. *atmogeochemie*)². V kvalifikovaném provedení a při správném zařazení jejích omezených možností do celkového kontextu průzkumu kontaminované lokality může daná technika pochopitelně poskytovat neocenitelné služby. Na druhé straně se ovšem lze často setkat s nekritickým přeceněním technických možností *atmogeochemie* a známa je i řada případů jejího tendenčního zneužití. Přirozenou povinností analytických laboratoří je posoudit reálnost nasazení *atmogeochemie* pro řešení konkrétního případu a vhodné objektivizovat dosažené výsledky v případě jejího použití.

b) Odběr vzorků

Správný odběr vzorků pro laboratorní analýzy je přirozeně základním předpokladem získání správných a použitelných informací o zkoumané lokalitě.

Úkolem laboratoří je proto aktivně se zúčastnit již plánování odběru vzorků a navrhnout nebo vyjádřit se ke způsobům

vzorkování (technika odběru, četnost vzorků, množství vzorku, způsob jeho úpravy při odběru, volba vzorkovnic) i k dalším krokům při nakládání se vzorky (podmínky dopravy, způsob přechodného přechovávání vzorků atd.). Za velký přínos je třeba označit přímou účast kvalifikovaného analytika při odběru vzorků. Jeho cit pro vzorek v návaznosti na následující laboratorní hodnocení a zejména možnost tzv. organoleptické (smyslové) kontroly vzorků přímo v místě jejich odběru mohou v komplikovaných případech výrazně zkvalitnit úroveň výsledné analytické informace o objektu analýzy a eliminovat mnohá nedorozumění. Optimální - i když nepřilíš častou - variantou pak je případ, kdy laboratoře zajišťují odběr vzorků přímo vlastními silami a prostředky.

c) Analýza kontaminovaných zemín a vod

Analýza zemín a vod patří mezi standardní úkoly laboratoří v procesu odstraňování ekologických zátěží. Lze konstatovat, že tato činnost již většinou nepřináší žádné zásadní problémy. Úroveň analýz je obvykle závislá na technickém vybavení laboratoří a na kvalitě a zkušenostech laboratorního personálu. Přesto se lze při analýze vysoce kontaminovaných zemín a vod opakovaně setkávat s řadou zásadních otázek, jejichž řešení často zasahuje daleko za hranice laboratoří. Při analýze kontaminovaných zemín patří mezi stále aktuální otázky tzv. speciace kontaminujících složek³, tj. rozlišení, co je původní součástí zeminy, co složkou vnesenou do zeminy antropogenní činností a jaký podíl vnesené xenobiotické složky v zemině skýtá potenciální riziko pro živý organismus. Např. dosavadní způsoby řešení této otázky v případě těžkých kovů sledováním jejich tzv. celkového obsahu (podílu rozpustného ve směsi kyselin) je jen velmi hrubým přiblížením se realitě. Dalším problémovým momentem bývá stanovení vysokých obsahů organických kontaminantů v zeminách. Jde o potíže při stanovení těkavých organických látek (nutnost vhodného kompromisu mezi snahou o přípravu homogenního vzorku a ztrátou kontaminantu během přípravy), o notoricky známou ale znovu a znovu otevíranou kauzu „nepolární extrahovatelné látky vs. ropné látky“ (NEL přírodního, syntetického, neropného a ropného původu)⁴ či o řádové rozdíly výsledků analýz při stanovení některých organických látek v zeminách (PAÚ - polycyklické aromatické uhlovodíky, PCB - polychlorované bifenyly a pod.) na více pracovištích.

V případě kontaminovaných vod je dominantní a stále nezodpovězenou otázkou, jak analyzovat podzemní vody obsahující více fází. Přítomnost volné organické fáze na hladině nebo uvnitř vodné fáze je pochopitelně důkazem vysokého stupně kontaminace podzemní vody. Exaktní stanovení obsahu dané organické složky je však spíše v poloze zbožného přání než reality a je zcela determinováno způsobem odběru vzorku. Obdobným problémem je přítomnost tuhé fáze ve vzorku podzemní vody. Ta může být charakteristickou složkou podzemní vody následkem její kontaminace nebo může být sekundárním produktem reakcí složek podzemní vody po narušení rovnovážných podmínek v odebraném vzorku vody (změna teploty, oxidace vzdušným kyslíkem, vyloučení hydroxidů *trojmocného* železa, sbalení koloidních forem, sorpce složek z vody na vyloučenou sraženinu a pod.), ale také se může jednat o parazitární znečištění vzorku podzemní vody tuhými nečistotami ze dna a stěn vrtu či tuhými složkami z okolí vrtu, uvolněnými při razantním čerpání. Definice po-

žadavku, jak analyzovat vzorek podzemní vody s více fázemi, by proto měla důsledně vycházet ze znalosti konkrétních podmínek řešeného případu a z účelu analýzy, a je tedy zcela v rukou řešitele problému. Bohužel, častým zadáním pro laboratoře je požadavek ve smyslu: „... něco s tím udělejte!“

d) Analýza kontaminovaných staveb a konstrukcí

Kontaminované stavby a konstrukce jsou častou součástí ekologických zátěží, a tím i předmětem zájmu analytika. V porovnání s vodami a zeminami se jedná o zcela jiné typy materiálů (fyzikálně, chemicky, matričně), vyžadující odlišné přístupy již ve fázi odběru vzorků. Proto je nezbytné akceptovat mnohé praxí opakovaně potvrzené skutečnosti, např. že:

- v případě kontaminovaného zdíva bývá hlavním nositelem kontaminantů omítka a maltá - nikoliv cihly,
- betonové vrstvy se převážně vyznačují extrémními koncentračními gradienty kontaminantů od povrchu do různé hloubky,
- vzorkování tvrdých stavebních materiálů vrtáním může být provázeno řádovými ztrátami těkavých organických látek,
- v případě kovových nebo jiných kompaktních konstrukčních materiálů se může jednat výhradně o jejich povrchovou kontaminaci a pod.

Specifické přístupy musí být pochopitelně používány i při vlastní analýze konstrukčních materiálů (způsoby rozkladů, způsoby extrakce, metody stanovení). Podcenění nebo neznalost těchto skutečností bývá téměř vždy zdrojem nesprávných výsledků analýz, následných nesprávných úvah a rozhodnutí a z toho plynoucích mnohamilionových ztrát.

e) Analýza odpadů

Odpady jsou specifickou složkou každé ekologické zátěže a její sanace. Jedním zdrojem jsou primární odpady nacházející se v zájmové lokalitě (skládky, volně uložené odpady v terénu, sklady odpadů, zasypané podúrovňové prostory, zbytky materiálů z výroby a vyřazených šarží...), druhým zdrojem pak kontaminované materiály sekundárně vznikající během sanace (zeminy, stavby). Analýza odpadů proto patří mezi neoddelitelné činnosti laboratoří v rámci jejich zapojení do sanačních anabází. Po technické a odborné stránce představuje analýza odpadů (zvláště ve světle nové odpadové legislativy ČR, platné od roku 1998) velmi široké spektrum náročných experimentálních aktivit⁹⁴. Zahrnuje identifikaci neznámých typů látek, stanovení celkových obsahů novými normativy předepsaných složek, provádění testů vyluhovatelnosti a testů ekotoxicity, stanovení tzv. nebezpečných vlastností odpadů i příslušně tónizovanou analýzu odpadů v souvislosti se způsoby nakládání s nimi. Kvalifikovaná analýza odpadů pochopitelně vyžaduje od laboratoří navíc velmi dobrou znalost technologií, jichž jsou odpady produktem, a dobré znalosti problematiky nakládání s odpady.

f) Posuzování účinnosti sanačních zásahů

Posuzování a kontrola účinnosti jednotlivých sanačních kroků i dosahování plánovaných cílů sanace patří mezi další

úkoly analytických laboratoří. Začíná spoluprací analytika již při navrhování cílových stavů (parametrů a jejich limitů), zahrnuje analýzu zemin, vod, staveb a půdního vzduchu během sanace se zaměřením na definované parametry, dále operační a posanační monitoring, ale také např. průběžnou kontrolu účinnosti nasazených sanačních technologií, stavu a funkce používaného technologického zařízení a pod. Specifickým úkolem analytika v této fázi sanace pak je její zapojení do tzv. supervizní činnosti, tj. do kontroly průběhu a výsledků odstraňování ekologické zátěže z pohledu investora.

g) Řešení technických problémů během sanace

Řešení různých technických problémů, vznikajících během sanačního zásahu a zásah pozitivně nebo negativně ovlivňujících, patří v praxi mezi poměrně řídké ale o to významnější případy využití analytických laboratoří. Jde o provádění nej-různějších laboratorních i poloprovzorných experimentů a expertiz, identifikaci a stanovení neobvyklých látek a jejich vlastností, ověření chování některých složek sanovaného objektu za různých podmínek, posouzení funkce a účinnosti různých používaných materiálů a přípravků (např. sorbentů, izolačních materiálů...), zhodnocení účinnosti a výsledků použití některých stabilizačních technologií či o laboratorní simulaci některých jevů a procesů v sanované lokalitě a predikci jejich průběhu v reálných podmínkách.

Obvykle se jedná o odborně velmi atraktivní činnost, spojující prvky základního a aplikovaného výzkumu přímo s jejich praktickou realizací. Vhodně orientované a technicky a personálně kvalifikované laboratoře jsou k jejich realizaci nanejvýš vhodným subjektem.

h) Zajištění jakosti výsledků

Zajištění potřebné jakosti výsledků analýz a dalších experimentálních činností patří samozřejmě mezi základní úkoly laboratoří. Pod pojmem jakost výsledků se při tom rozumí nejen jejich správnost, ale také informační hodnota, relevance a využitelnost výsledků ve všech fázích odstraňování ekologické zátěže. Nutnou podmínkou k tomu je vedle vysoké úrovně samotného analytického procesu v laboratořích především odpovídající úroveň znalostí souvisejících a navazujících oborů a zároveň zasvěcenost do zásadních i detailních otázek řešené problematiky. Podíl na jakosti práce laboratoří má proto nejen laboratoř a její protagonisté, ale rovněž organizátor a koordinátor příslušné akce a zodpovědní řešitelé jednotlivých etap průzkumu a sanace. Lze konstatovat, že jedním z hlavních předpokladů zajištění jakosti výsledků v plném rozsahu tohoto pojmu je kvalitní úroveň spolupráce laboratoří s dalšími nositeli a řešiteli konkrétního projektu.

Mezi základní prvky zajištění jakosti výsledků analýz patří rovněž odpovídající metrologické zabezpečení analytiky v daném oboru (unifikace metod a postupů, referenční materiály) a existence účelného kontrolního systému (organizace srovnávacích analýz a tzv. proficiencies testů). V těchto směrech však probíhá tuzemský vývoj zatím poměrně pomalu. Přínosem k tomu by dozajista bylo vytvoření vhodné neformální organizační báze, sdružující analytická pracoviště zainteresovaná na uváděné problematice.

Postavení laboratoří v procesu odstraňování ekologických zátěží

V dosavadní praxi odhalování, oceňování a odstraňování starých ekologických zátěží v podmínkách ČR je možné se setkat s následujícími třemi základními modely zapojení laboratoří do daného procesu:

- 1) Laboratoř není nijak zapojena do procesu, nemá ani základní informace o jeho charakteru, rozsahu a specifikách. Účast laboratoře začíná „za dveřmi příjmu vzorků“, tzn. omezuje se na pasivní provádění analýz dodaných vzorků zemin, vod a dalších materiálů bez bližších informací o jejich původu.
- 2) Laboratoř provádí analýzy dodaných vzorků, je však dostatečným způsobem informována řešitelem o charakteru a původu jednotlivých vzorků, způsobu jejich odběru a o kontextu celé řešené problematiky, a může tak dle potřeby volit a upravovat své přístupy k provádění analýz a k interpretaci výsledků.
- 3) Laboratoř je aktivně zapojena do všech fází procesu jako člen řešitelského týmu. Má tedy plný tok informací o akci, účastní se plánování jednotlivých kroků, odběru vzorků, provádí analýzy „šité na míru“ pro řešení dílčích problémů, zajišťuje speciální experimentální laboratorní práce a expertízy a může flexibilně reagovat na nově vznikající problémy.

Model *ad 1)*, vyznačující se zcela pasivním postavením laboratoře ve vztahu k problému, je možné pochopitelně považovat za nejméně vhodnou (i když poměrně častou) variantu. Pokud je laboratoř do zmíněné role postavena svým vedením, jde většinou o projev neprofesionality. Pokud je do této role postavena řešitelem ekologické zátěže, jde (nejedná-li se o důvěrné nebo konkurenční příčiny) o trestuhodné nevyužití příležitosti řešitelem. Model *ad 3)* je pochopitelně nejvíce žádoucím postavením laboratoří - zejména při řešení rozsáhlých a komplikovaných ekologických zátěží. Jeho realizace je snadná v případech, kdy řešitelský subjekt disponuje vlastními kvalitními laboratořemi a pracovníky schopnými týmové práce. Je však možné uvést i řadu případů, kdy - obvykle na bázi dobrých osobních vztahů - byla a je tato varianta s úspěchem používána i mezi zcela cizími řešitelskými subjekty. Model *ad 2)* představuje zřejmě nejčastější případ postavení laboratoří v dané oblasti. Respektuje skutečnost, že řada řešitelských organizací nemá vlastní laboratoře, a umožňuje při zachování potřebné míry korektnosti a důvěrnosti vysokou úroveň provádění laboratorních činností, a to i v případech tvrdých konkurenčních mezifirmních vztahů.

Je třeba poznamenat, že shora uvedená stanoviska se v plné míře týkají rovněž supervizní činnosti při řešení ekologických zátěží. Také v případě supervize je nanejvýš žádoucí odpo-

vídající zapojení laboratoří do řešeného případu, tj. analytik musí být aktivním členem supervizního týmu. Dosavadní praxe již opakovaně potvrdila, že nerespektování tohoto pravidla vede ke vzniku řady zbytečných nedorozumění.

Závěr

Jak vyplývá z dosavadních praktických zkušeností v oblasti vyhledávání a odstraňování starých ekologických zátěží, představuje tato sféra mimořádně široké spektrum úkolů a možností uplatnit se vedle jiných oborů také pro analytické laboratoře. Stupeň uplatnění laboratoří závisí kromě jejich technické a personální kvality zejména na jejich přístupu k řešené problematice a na postavení laboratoří mezi ostatními řešitelskými subjekty. Žádoucí je při tom co nejužší zapojení laboratoří do řešení jednotlivých fází ekologické zátěže. Pouze takováto forma účasti má šanci zásadně přispět ke kvalitní technické, environmentální a ekonomické úrovni průběhu a výsledků řešení.

LITERATURA

1. Usnesení vlády ČR č. 123 ze 17.3.93 o řešení ekologických závazků při privatizaci a navazující usnesení vlády ČR č. 810 ze 17.12.97.
2. Svoboda D.: Sborník semináře *E'96 Speciální průzkumné a sanační metody*. BIJO TC, Praha 1996.
3. Zbiral J.: Sborník semináře *E'97 Analýza kontaminovaných zemin a půd*. BIJO TC, Praha 1996.
4. Huzlík J.: Sborník semináře *E'97 Analýza kontaminovaných zemin a půd*. BIJO TC, Praha 1996.
5. Čížek Z., Janoušek I.: Chem. Listy 90, 842 (1996).
6. Čížek Z., Janoušek I.: Odpady 1998, 20.

Z. Čížek (*Analytical Laboratories, Plzeň*): **The Task and the Position of Analytical Chemistry in the Process of Removing Old Environmental Burdens**

The article treats the main tasks of analytical chemistry in discovering and removing old environmental burdens in the Czech Republic. The main problems of analytical practice are characterized for the analysis of contaminated earths, waters, constructions and wastes, and the possible organizational models of analytical laboratories engaged in the process are presented. The necessity of a close cooperation between the analytical laboratory and the person responsible for solving the individual phases of rescue is emphasized as a condition of a successful intervention activity: the best way is a direct participation of the analyst in the rescue team.