

SEDIMENTY V NÁDRŽIACH SR

Ing. Pavel Hucko, CSc.

Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5,
812 49 Bratislava; hucko@vuvh.sk

ÚVOD

Zloženie a množstvo dnových sedimentov akumulovaných v útvaroch povrchových vôd (toky a nádrže) indikuje ekologický stav na celom území tak z hľadiska antropogénnych aktivít, ako aj erózných procesov v príslušnom povodí. Systematickým sledovaním a hodnotením kvality dnových sedimentov možno identifikovať časové zmeny látok prítomných v sedimentoch a hodnotenie potenciálneho rizika ohrozenia prirodzenej rovnováhy vo vodnom ekosystéme.

Význam sledovania kvality sedimentov v sebe zahŕňa Smernica Európskeho Parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 (RSV) ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky, ktorá zavádza komplexnú integrovanú štruktúru riadenia Európskej vodnej politiky [1] v rámci jej implementácie v jednotlivých členských štátoch, ďalej Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/105/ES zo 16. decembra 2008 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky [2] a Smernica Komisie 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd [3]. Monitoring a hodnotenie kvality sedimentov je nevyhnutným príspevkom k napĺňaniu cieľov RSV, článku 1c „zvýšená ochrana a zlepšenie vodného prostredia, okrem iného prostredníctvom špecifických opatrení na postupné znižovanie vypúšťania, emisií a únikov prioritných látok a zastavenie alebo postupné ukončenie vypúšťania, emisií a únikov prioritných nebezpečných látok“. Problematika monitoringu sedimentov a bioty je rozpracovaná v EU WFD CIS Guidance document No. 25 On chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive [4].

Kvalitatívne hodnotenie dnových sedimentov tokov a nádrží je možné vykonať vo vzťahu k rôznym legislatívnym predpisom, resp. postupom. Tomuto hodnoteniu je potom nevyhnutné podriaďiť aj spôsob odberu vzoriek sedimentov, ich spracovanie a analytické postupy.

KVALITATÍVNE HODNOTENIE DNOVÝCH SEDIMENTOV

Hodnotenie kvality sedimentov vodných tokov a nádrží je možné uskutočniť z viacerých hľadísk. Okrem možného opätovného využitia sedimentov aplikáciou na pôdu, hodnotenia kontaminácie zeminy, uloženia na skládku je tu aj environmentálne hľadisko. Používané metódy kvalitatívneho hodnotenia dnových sedimentov vychádzajú z porovnávania získaných výsledkov k limitným hodnotám hodnotiacich kritérií. Jedná sa o hodnotenie podľa: 1) Zákona č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov [5]; 2) Metodického pokynu (MP) MŽP SR č. 549/1998-2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží [6]; 3) Vyhlášky MŽP SR č. 263/2010

Z. z. z 28. mája 2010, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov [7]; 4) Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie [8]; Kanadskej smernice Canadian Sediment Quality Guideline for the protection of Aquatic Life [9], ktoré sa používa pre hodnotenie sedimentov z VD Gabčíkovo, po dohode s maďarskou stranou; Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok [10].

Hodnotenie kvality sedimentov podľa zákona č. 188/2003 Z. z.

Zákonom č. 188/2003 Z. z. (ďalej „zákon“) [5] sa podľa § 1, odsek 1a, upravujú podmienky aplikácie čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do poľnohospodárskej pôdy a do lesnej pôdy tak, aby sa vylúčil ich škodlivý vplyv na vlastnosti pôdy, rastliny, vodu a na zdravie ľudí a zvierat. V zmysle § 3, odsek 1b zákona, možno do poľnohospodárskej pôdy alebo do lesnej pôdy aplikovať len dnové sedimenty, v ktorých koncentrácia rizikových látok neprevýši ani v jednom sledovanom ukazovateli medzné hodnoty určené v prílohe č. 3 zákona a podľa § 5, odsek 1, je povolené do poľnohospodárskej a lesnej pôdy aplikovať len dnové sedimenty s minimálnym 18-percentným obsahom organických látok v sušine.

Podľa § 4, ods. 1, je možné dnové sedimenty aplikovať do poľnohospodárskej pôdy alebo do lesnej pôdy, v ktorej je koncentrácia rizikových látok nižšia ako medzné hodnoty určené v prílohe č. 4 a v ktorej sa medzné hodnoty neprevýšia ani po aplikácii dnových sedimentov. Pred samotnou aplikáciou dnových sedimentov je potrebné v zmysle § 6, odsek 1, uskutočniť analýzu na zistenie obsahu rizikových látok, ktorá musí obsahovať podľa odseku 6 stanovenie: a) obsahu sušiny, organického podielu, b) hodnoty pH, c) celkového obsahu dusíka, fosforu, draslíka a horčíka, d) obsahu ťažkých kovov As, Cd, Cr_{celk} , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn a ďalej stanovenie adsorbovateľných organických halogénov (AOX), polychlórovaných bifenylov (PCB - suma kongenéro 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) a polycyklických aromatických uhlíkov (PAU – acenaftén, benzo(bjk)fluorantén, benzo(a)pyrén, benzo(ghi)perylén, fenantrén, fluorén, fluorantén, pyrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén).

Zistené výsledky sa porovnávajú s prílohou č. 3 zákona č. 188/2003 Z. z. Limitné (medzné) hodnoty koncentrácie sú spolu s výsledkami z vybraných nádrží pre maximálne stanovené hodnoty uvedené v tabuľke 2 [12 – 14].

Hodnotenie kvality sedimentov podľa MP MŽP SR č. 549/1998 – 2

Metodický pokyn (MP) MŽP SR č. 549/1998 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží stanovuje všeobecné princípy pre hodnotenie rizík spôsobovaných nepriaznivými faktormi pre človeka a životné prostredie vyplývajúce v tomto prípade zo sedimentov akumulovaných v tokoch a nádržích. Výsledkom procesu hodnotenia a riadenia rizík je optimalizácia rizika s cieľom dosiahnuť minimálne spoločensky prijateľnú mieru zdravotného a ekologického rizika. Hodnotenie sa vykonáva na základe štandardizovaných hodnôt (hodnoty pre sedimenty sú štandardizované na 10 % obsah organickej hmoty a 25 % podiel lutitovej (prachovito/ílovitej) frakcie so zrnitosťou <0,063 mm) porovnaním

s kritériami kvality sedimentov uvedenými v prílohe č. 1 k Metodickému pokynu č. 549/98 – 2. Pod kritériami kvality sedimentov (*Sediment Quality Criteria, SQC*), na základe ktorých sa robí hodnotenie, sa rozumia číselné koncentrácie chemických látok alebo ich zlúčenín prítomných v sedimentoch, odvodené na základe ekotoxikologických testov, na základe ktorých možno odvodiť mieru potenciálneho rizika pre živé organizmy, vrátane človeka (t. j. pre ekosystém ako taký). V rámci SQC sú uvedené viaceré limitné koncentrácie – podľa stupňa ochrany príslušných organizmov, resp. spoločenstiev ekosystémov. Limitné hodnoty uvedené v prílohe č. 1 k MP MŽP SR č. 549/1998-2 reprezentujú nasledovné environmentálne riziká:

TV – CIEĽOVÁ HODNOTA (*Target Value, TV*) parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) – odvodený z ekotoxikologických testov. Hodnota TV predstavuje 1/100 hodnoty *MPC*.

MPC – MAXIMÁLNA PRÍPUSTNÁ KONCENTRÁCIA (*Maximum Permissible Concentration, MPC*) je koncentrácia určitej chemickej látky (zlúčeniny) v sedimente, prekročenie ktorej vyvoláva v danom ekosystéme neprijateľné riziko. MPC v kritériách hodnotenia kvality sedimentov bolo stanovené pri hladine HC5, t. j. na úrovni zabezpečujúcej prežitie 95 % všetkých druhov organizmov v danom ekosystéme. Filozofia stanovenia MPC vyplýva z predpokladu, že pri 95%-nej ochrane všetkých druhov organizmov v ekosystéme sa tento môže nerušene rozvíjať a fungovať. Maximálna prípustná koncentrácia je suma *pozad'ovej koncentrácie (Cb)* a takzvaného *maximálneho prípustného prídavku (MPA)*, t. j. $MPC = MPA + C_b$.

TVd – TESTOVACIA HODNOTA (*Testing Value, TVd*). Parameter aplikovaný pri kritériách kvality sedimentov (SQC). Tento parameter leží v intervale hodnôt MPC a IV a v niektorých krajinách slúži pre účely rozhodovania pri nakladaní s vybagrovaným sedimentom z dna tokov a vodných nádrží.

IV – INTERVENČNÁ HODNOTA (*Interventional Value, IV*). Parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) – odvodený z ekotoxikologických testov. V tomto význame hodnota IV určitej chemickej látky zodpovedá koncentrácii tejto látky, pri ktorej je zabezpečená ochrana 50 % všetkých živočíšnych druhov v ekosystéme (*HC50*), a teda ktorá pre príslušný ekosystém predstavuje vysoké riziko (*High Risk Level*). Intervenčná hodnota má slúžiť ako kritérium pre proces rozhodovania pri plánovaní rozsahu nápravných (remediačných) opatrení v silne kontaminovaných územiach v krátkodobom časovom horizonte.

MP MŽP SR č. 549/98 – 2 vychádza z medzinárodne platných noriem, predpisov a postupov aplikovaných predovšetkým v krajinách EÚ a USA, limitné hodnoty sú prebrané z holandskej smernice o najvyšších prípustných hodnotách znečistenia sedimentov. Prístup k hodnoteniu rizík zo znečistených sedimentov by mal byť podľa tohto metodického pokynu trojzložkový, teda mal by hodnotiť nielen obsah znečisťujúcich látok v sedimente a jeho zloženie (fyzikálno-chemická analýza), ale hodnotenie by malo byť doplnené meraním ekotoxicity a hodnotením biologickej kvality sedimentu. MP MŽP SR č. 549/98 – 2 je založený na definovaní určitých hraníc rizika v ekosystéme (tab. 1). Príklady hodnotenia kovov v sedimentoch vo vybraných vodných nádržích a limitné hodnoty sú uvedené v tabuľke 3 a výskyt PCB v sedimentoch Zemplínskej šíravy v tabuľke 4 [12 – 14].

Tabuľka 1. Princíp metodického pokynu MŽP SR

Riziko	Hranica	Označenie hornej hodnoty koncentrácie pre prežitie (%) organizmov	Prežitie
Ekologické hodnotenie sedimentov			
Zanedbateľné riziko	Menej ako cieľová hodnota koncentrácie	TV (100 %)	Prežitie 100 % organizmov
Prípustné riziko	Menej ako maximálne prípustná koncentrácia	MPC (95 %)	Prežitie 95 – 100 % organizmov
Závažné vysoké neprípustné riziko	Viac ako maximálne prípustná koncentrácia	IV (50%)	Prežitie 50 – 95 % organizmov
Nakladanie so sedimentmi			
Testovacia hodnota pre nakladanie so sedimentmi	Treba testovať sediment pri jeho použití alebo uložení	TVd (95 – 50%)	Prežitie 50 – 95 %

Výsledky celkového hodnotenia sedimentov sú zaradené do troch základných tried:

- Bez účinku – namerané hodnoty pre každú chemickú látku či zlúčeninu sú menšie ako limitná hodnota MPC uvedená v prílohe č. 1 metodického pokynu pre sušinu sedimentu.
- + Potenciálne riziko – namerané hodnoty hoci len pre jednu chemickú látku či zlúčeninu ležia v intervale = alebo > ako MPC až < ako IV.
- ++ Závažné riziko – namerané hodnoty čo i len pre jedinou látku alebo zlúčeninu sú rovné alebo presahujú IV.

Hodnotenie kvality sedimentov podľa vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z.

Pri hodnotení a nakladaní so sedimentmi je možné postupovať podľa zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch v znení neskorších úprav. V zákone č. 343/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov [11] sa § 1 odsek 2 dopĺňa písmenami i) až k), kde písmeno k) znie: „sedimenty premiestňované v rámci povrchových vôd na účely vodného hospodárstva a riadenia vodných tokov alebo na zabránenie záplavám, alebo na zmiernenie účinkov povodní a období sucha, alebo na rekultiváciu pôdy, ak sa preukáže, že sedimenty nevykazujú nebezpečné vlastnosti“. Ak je splnená vyššie uvedená podmienka, tak sa na sedimenty pri nakladaní s nimi nevzťahuje zákon č. 223/2001 Z. z., ale je treba preukázať, že nemajú nebezpečné vlastnosti. Pre tento účel je potrebné zisťovať ich vlastnosti podľa vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. [7].

Hodnotenie kvality sedimentov vychádza z požiadaviek vyhlášky MŽP SR č. 283/2011 Z. z. v znení vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z., § 32 ods. 5 písmeno b, ktorý znie „b) stabilizované nereakčné nebezpečné odpady, ktorých hraničné koncentrácie látok nesmú presiahnuť limitné hodnoty ukazovateľov pre triedu skládky odpadov a odpad, ktorý nie je nebezpečný, uvedené v prílohe č. 11b; nesmú sa však ukladať spolu

s rozložitelným odpadem, který nie je nebezpečný, pričom metódy analýz a skúšok odpadov sú uvedené v prílohe č. 11c". Výsledky analýz natívnych vzoriek sedimentov, výluhov sedimentov zo zdrže Hrušov a limitné hodnoty sú uvedené v tabuľke 5 [14].

Hodnotenie kvality sedimentov podľa Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a MŽP SR z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min.

V „Pokyne“ sú stanovené ukazovatele a normatívy pre asanáciu znečistenej zeminy, pôdy a podzemných vôd. Nie sú stanovené priamo pre sedimenty. Ukazovatele a normatívy pre zeminy sa odporúčajú na nasledovné účely: a) na identifikáciu, či došlo k mimoriadnemu znečisteniu zeminy; b) na vyhodnocovanie výsledkov prieskumných prác, ktorými sa zisťuje kvalita zložiek životného prostredia; c) na stanovenie rozsahu a účinnosti asanačných opatrení v prípadoch mimoriadneho znečistenia zeminy; d) na hodnotenie vplyvu premiestňovania výkopovej zeminy na prostredie v súvislosti so stavebnými a inými prácami; e) na hodnotenie efektívnosti ochranných opatrení v objektoch, kde sa nakladá so škodlivými látkami, z hľadiska ochrany životného prostredia.

Ukazovatele a normatívy vzťahujúce sa k zeminám sú uvedené v nasledujúcich kategóriách:

Kategória A – fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy, príp. dohodnuté hodnoty požadovanej medze citlivosti analytického stanovenia.

Kategória B – medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod, či zdroj znečistenia.

Kategória C – medzné koncentrácie, ktoré vyžadujú asanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia.

Konkrétne hodnoty pre jednotlivé kategórie sú uvedené v prílohe 1 k „Pokynu“. Limitné hodnoty pre jednotlivé kategórie sú spolu s výsledkami z VN Veľké Kozmálovce uvedené v tabuľke 6 [12].

VÝSLEDKY A ICH DISKUSIA

V nasledujúcom texte a tabuľkách sú uvedené výsledky analýz sedimentov pre vybrané vodné nádrže (VN) a ich hodnotenie podľa jednotlivých hodnotiacich postupov.

Hodnotenie kvality sedimentov podľa zákona č. 188/2003 Z. z. V tabuľke 2 sú uvedené maximálne hodnoty stanovené v sedimentoch vybraných VN porovnané s medznými hodnotami z prílohy č. 3, zákona č. 188/2003 Z. z. Z výsledkov analýz vzoriek sedimentov vyplýva, že u hodnotených kovov boli zistené prekročené medzné hodnoty koncentrácie v prípade arzenu u VN Veľké Kozmálovce, Palcmanská Maša a Bukovec. Ostatné analyzované kovy vyhovovali podmienkam zákona č. 188/2003 Z. z., aj keď niektoré z nich dosahovali v analyzovaných sedimentoch vyššie hodnoty v porovnaní s ostatnými (napr. kadmium, ortuť a olovo vo VN Bukovec, chróm vo VN Liptovská Mara a meď a zinok vo VN Veľké Kozmálovce).

V skupine ukazovateľov reprezentujúcich organické látky (PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky, PCB – polychlórované bifenyly a AOX – adsorbovateľné organicky viazané halogény) bolo zistené v sedimentoch prekročenie medzných hodnôt koncentrácie u PAU v sedimente z VN Nosice a Veľké Kozmálovce a PCB v sedimente

z VN Zemplínska šírava. Vzorky z ostatných nádrží spĺňali podmienky medzných koncentrácií.

Obsah organických látok v sušine vo vzorkách dnových sedimentov, okrem jednej, bol nižší než je požadovaných 18 %. Zo získaných výsledkov sa ukazuje, že práve obsah organických látok v sedimentoch bude vo všeobecnosti, okrem nevyhovujúcich kvalitatívnych ukazovateľov, najväčším problémom pri ich využití aplikáciou na pôdu, pretože ich hodnoty bývajú pomerne nízke. Pri aplikácii sedimentov na pôdu by bolo potrebné dodať potrebné množstvo organických látok.

Tabuľka 2. Maximálne sledovaných ukazovateľov v sedimentoch vodných nádrží pre hodnotenie podľa zákona č. 188/2003 Z. z.

Vodná nádrž /ukazovateľ	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Jednotka	mg/kg							
Orava	3,24	1,06	29,34	30,68	0,101	44,29	27,18	107,2
Liptovská Mara	6,10	2,11	340,81	29,98	0,154	42,18	39,54	114,8
Krpel'any	7,17	1,39	28,60	38,30	0,178	35,80	54,30	134,0
Hričov	6,90	2,05	30,93	42,33	0,675	46,12	41,99	122,0
Nosice	6,17	0,97	31,31	48,70	0,209	50,85	35,44	126,1
Sĺňava	5,93	1,11	41,70	43,74	0,202	46,98	37,07	110,2
Kráľová	4,82	1,19	29,96	38,93	0,167	46,29	39,85	125,3
Veľké Kozmálovce	41,6	3,65	27,00	110,0	0,770	22,60	68,50	720,0
Klenovec	9,51	0,42	29,00	24,60	0,127	34,20	45,40	118,0
Málinec	6,75	1,06	27,60	22,2	0,103	20,60	29,50	131,0
Palcmanská Maša	86,50	2,11	32,79	68,33	0,817	61,17	80,75	257,8
Starina	8,50	0,94	35,40	47,40	0,492	65,71	32,69	118,3
Bukovec	814,0	5,41	9,75	68,36	3,820	29,80	430,20	301,4
Zemplínska šírava	5,02	1,10	27,80	30,50	0,100	43,90	29,90	103,0
Medzné hodnoty koncentrácie	20	10	1000	1000	10	300	750	2500

Vodná nádrž /ukazovateľ	PAU	PCB	AOX	Organický podiel
Jednotka	mg/kg			%
Orava	1,319	0,0067	15,3	3,41
Liptovská Mara	0,661	0,0196	25,8	6,20
Krpel'any	1,870	0,0203	39,4	2,53
Hričov	2,937	0,0419	13,7	30,47
Nosice	6,404	0,0036	48,1	4,12
Sĺňava	3,132	<0,0025	34,0	3,70
Kráľová	2,090	<0,0025	20,8	5,15
Veľké Kozmálovce	8,120	0,0467	50,1	2,79
Klenovec	0,470	0,1838	62,4	9,56
Málinec	0,180	0,0135	69,4	3,07
Palcmanská Maša	3,050	0,0259	36,9	8,09
Starina	0,126	<0,0025	<50	1,53
Bukovec	0,436	0,0240	42,0	3,87
Zemplínska šírava	0,270	0,940	3,46	2,10
Medzné hodnoty koncentrácie	6	0,8	500	>18

Hodnotenie kvality sedimentov podľa MP MŽP SR č. 549/1998 – 2. V tabuľke 3 sú uvedené maximálne štandardizované hodnoty stanovené v sedimentoch vybraných vodných nádrží pre ukazovatele kovy. Zistené štandardizované hodnoty sú porovnané s limitnými hodnotami podľa prílohy č. 1 k MP MŽP, osobitne k maximálne prípustnej koncentrácii – MPC. Zo sledovaných organických látok z priestorových dôvodov uvádzam v príspevku v tabelárnej forme a hodnotenie len pre výsledky stanovenia PCB v sedimentoch VN Zemplínska šírava (tabuľka 4).

Z tabuľky 3 vyplýva, že v sedimentoch nevyhovuje hodnotám MPC viacero kovov. Vo VN Orava boli prekročené MPC u Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Liptovská Mara to boli u Be, Cr, Co, Ni, V a Zn; vo VN Krpeľany sa jednalo o Ba, Be, Co, Cu, Ni V a Zn; vo VN Hričov išlo o Cu, Ni a Zn; vo VN Nosice išlo o Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Veľké Kozmálovce sa jednalo o všetky sledované kovy s výnimkou Mo a Tl; vo VN Málinec boli prekročené hodnoty u Ba, Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Palcmanská Maša sa jednalo o As, Be, Co, Cu, Ni, V a Zn; vo VN Zemplínska šírava boli prekročené MPC u Ba, Be, Co, Ni, V a Zn. Najvýraznejšie prekračovanie MPC bolo vo VN Veľké Kozmálovce.

Hodnotenie výskytu organických látok podľa MP MŽP je prezentovaný výskytom PCB v sedimentoch Zemplínskej šíravy. Sediment VN Zemplínska šírava (tabuľka 4) je významne znečistený PCB. Všetky odobraté vzorky prekračovali štandardizované hodnoty MPC pre všetky hodnotené kongenéry o niekoľko poriadkov. Dokonca suma PCB prekročila vo všetkých vzorkách aj intervenčnú hodnotu.

Tabuľka 3. Maximálne štandardizované hodnoty kovov v sedimentoch vybraných vodných nádrží

Vodná nádrž /ukazovateľ	Sb	As	Ba	Be	Cd	Cr	Co	Cu
Jednotka	mg/kg							
Orava	<0,06	6,10	-	2,62	2,04	56,46	57,25	70,73
Liptovská Mara	0,23	12,94	-	3,10	4,06	655,4	53,35	69,15
Krpeľany	7,17	6,12	736,0	2,56	2,68	55,11	52,83	83,86
Hričov	<0,04	12,92	-	-	3,95	82,92	-	97,64
Nosice	<0,10	11,61	-	1,51	1,87	60,23	57,69	70,75
Veľké Kozmálovce	276,9	831,4	5641,1	15,87	92,26	538,2	329,4	2286,1
Málinec	1,17	12,80	1283,1	1,91	2,05	53,66	67,07	51,78
Palcmanská Maša	0,16	162,8	-	2,76	4,07	63,61	125,1	157,5
Zemplínska šírava	0,67	9,47	613,1	2,25	2,12	53,61	54,57	70,54
MPC	15	55	300	1,2	12	380	19	73

Tabuľka 3. pokračovanie

Vodná nádrž /ukazovateľ	Hg	Pb	Mo	Ni	Se	Tl	V	Zn
Jednotka	mg/kg							
Orava	0,149	45,30	0,29	141,0	-	-	63,60	283,2
Liptovská Mara	0,230	65,82	0,47	134,3	-	-	65,24	302,9
Krpeľany	0,264	68,70	1,26	114,4	1,57	0,24	107,1	354,7

Hričov	1,005	69,97	-	148,1	-	-	-	325,2
Nosice	0,514	59,03	0,346	161,8	-	-	56,62	332,8
Velké Kozmálovce	19,63	1543,6	31,57	486,0	35,97	24,84	1115,0	17371
Málinec	0,121	40,89	0,78	67,28	1,11	0,52	165,9	351,6
Palcmanská Maša	1,213	134,9	0,619	195,6	-	-	62,15	685,9
Zemplínska šírava	0,150	49,89	0,69	126,2	1,30	0,17	107,3	273,1
MPC	10	530	200	44	2,9	620	2,6	56

Poznámky k tabuľke 3:

MP MŽP SR č. 549/1998-2: MPC – maximálna prípustná koncentrácia, TVd – testovacia hodnota

Hodnoty označené boldom prekračujú MPC

Tabuľka 4. Štandardizované hodnoty PCB v sedimentoch vodnej nádrže Zemplínska šírava

Ukazovateľ	V	P1-3	K1-3	L1-3	MP MŽP SR č. 549/1998-2			
					TV	MPC	TVd	IV
Jednotka	µg/kg							
PCB č.8	114,8	240,0	390,0	219,5				
PCB č.28*	657,1	850,0	1634,0	1195,0	1	4	30	
PCB č.52*	226,2	354,0	553,5	358,5	1	4	30	
PCB č.101*	166,7	245,0	391,5	280,0	4	4	30	
PCB č.118*	264,8	862,0	556,5	416,0	4	4	30	
PCB č.138*	268,6	427,0	613,5	410,0	4	4	30	
PCB č.153*	269,0	387,5	589,0	393,5	4	4	30	
PCB č.180*	333,3	425,0	362,0	239,0	4	4	30	
PCB č.203	26,7	64,5	71,0	45,0				
Suma 7- PCB*	2185,7	3550,5	4700,0	3292,0	0,02		200	1000

Poznámka:

Silno sú vyznačené hodnoty prekračujúce MPC, resp. IV hodnotu

Hodnotenie kvality sedimentov podľa vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z. je vykonané pre sedimenty zo zdrže Hrušov – predhatie Hate na obtoku (SVD G-N, st. Čunovo) (tabuľka 5). V zmysle vyhlášky sa hodnotia natívne vzorky sedimentov a výluhy z týchto sedimentov z pohľadu potenciálneho skládkovania na skládkach odpadov [15].

Z výsledkov analýz výluhov z odobratých vzoriek sedimentov vyplýva, že tieto vo všetkých hodnotených ukazovateľoch vyhovovali požiadavkám limitných hodnôt pre SKIO (skládka odpadov na inertný odpad). Hodnotenú ukazovatele sa vo výluhoch sedimentov vyskytovali v hodnotách o jeden až dva poriadky nižšie než sú limitné hodnoty pre jednotlivé druhy skládok, resp. sú pod detekčným limitom.

V prípade výsledkov analýz natívnych vzoriek sedimentov sa zistilo, že tieto vyhovovali uloženiu na skládke odpadov na inertný odpad. Hodnotenú ukazovatele sa v natívnych vzorkách sedimentov tiež vyskytovali v hodnotách o jeden až dva poriadky nižšie než sú limitné hodnoty pre jednotlivé druhy skládok, resp. sú pod detekčným limitom.

Tabuľka 5. Výsledky analýz výluhov a natívnych vzoriek sedimentov zo zdrže Hrušov podľa vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z.

Ukazovateľ	Jedn.	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-1	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-2	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-3	Trieda skládky odpadov		
					SKIO	SKNNO	SKNO
					Trieda vylúhovateľnosti		
					I	II	III
VÝLUHY							
pH	(-)	7,86	8,04	7,9	6 – 12	5,5 – 13	4 – 13,5
Hliník	mg/l	0,0642	0,0262	0,0123	2	50	-
Arzén		0,00561	0,00425	0,00485	0,05	0,2	2,5
Bárium		0,0199	0,0213	0,0216	2	10	30
Kadmium		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	0,1	0,5
Kobalt		<0,05	<0,05	<0,05	0,1	1	5
Chróom celk		<0,002	<0,002	<0,002	0,05	1	7
Meď		0,0028	0,0025	<0,002	0,2	5	10
Ortuť		<0,00005	<0,00005	0,00017	0,001	0,02	0,2
Molybdén		0,00573	<0,005	<0,005	0,05	1	3
Nikel		<0,05	<0,05	<0,05	0,04	1	4
Olovo		<0,001	<0,001	<0,001	0,05	1	5
Antimón		0,00303	0,00278	0,00359	0,006	0,07	0,5
Selén		<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,05	0,7
Cín		<0,01	<0,01	<0,01	0,2	5	20
Vanád		<0,01	<0,01	<0,01	0,05	2	10
Zinok		<0,02	<0,02	<0,02	0,4	5	20
Chloridy		3,1	3,2	2,7	80	1 500	2 500
Fluoridy		0,15	0,16	0,15	1	15	50
Sírany		15,4	16	17,8	100	2 000	5 000
FI		<0,006	<0,006	<0,006	0,1	50	100
DOC	8,3	6,8	8,4	50	80	100	
CRL	109	143	115	400	6 000	10 000	
KĽU	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	1	2	
Ekotoxicita	ml/l	negatívne	negatívne	negatívne	negatívne	10	-
NATÍVNA VZORKA							
SŽ	% hm	0,0053	0,0052	0,0053	5	8	10
TOC	% hm.	0,404	0,381	0,348	3	5	6
BTEX	mg/kg	0,0027	0,0059	<0,0025	6	-	-
PCB		0,0227	<0,0025	0,0283	1	-	100
UHL'		76	66	95	500	1 000	50 000
PAU		0,100	<0,02	<0,02	80	-	100
Arzén		9,24	8,88	8,71	200	-	5 000
Kadmium		<0,2	<0,2	<0,2	4	-	5 000
Ortuť		0,32	0,29	0,3	2	-	3 000
Nikel		26,9	35,3	37,5	500	-	5 000
Olovo		15,3	15,2	15,1	500	-	10 000

Poznámky:

FI – Fenolový index, KĽU – Kyanidy ľahko uvoľniteľné,, CRL – Celkové rozpustené látky, SŽ – Strata žíhaním pri 550 °C, UHL' – Uhl'ovodíky C10-C40,

Hodnotenie kvality sedimentov podľa Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a MŽP SR č. 1617/97-min. obsahuje ukazovatele a normatívy znečistenia zeminy, podzemných vôd a pôdneho vzduchu. Nie je priamo určený pre hodnotenie kvality sedimentov. Pre hodnotenie kvality sedimentov (tabuľka 6) z VN Veľké Kozmálovce podľa tohto pokynu sa ako hodnotiace kritérium zvolili limity pre kategóriu B, ktorá určuje medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod, či zdroj znečistenia.

Zo získaných výsledkov vyplýva, že limitným hodnotám zvolenej kategórie nevyhovuje chróm v jednej vzorke z piatich, ďalej v štyroch vzorkách nevyhovuje zinok a v dvoch vzorkách NEL-IČ.

Tabuľka 6. Ukazovatele v sedimentoch VN Veľké Kozmálovce a porovnanie Pokynom Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a MŽP SR č. 1617/97-min.

Ukazovateľ	Jednotka	Veľké Kozmálovce P1	Veľké Kozmálovce PL2	Veľké Kozmálovce PL5	Veľké Kozmálovce PL9	Veľké Kozmálovce P15	Kategória A	Kategória B	Kategória C
Arzén	mg/kg	37,2	34,8	34,2	41,6	32,0	20	50	100
Bárium		209,0	205,0	185,0	165,0	217,0	600	1000	2000
Berýlium		0,850	0,640	0,580	0,660	0,620	3	20	30
Kadmium		3,650	3,450	3,340	3,280	3,520	0,4	5	20
Kobalt		12,30	11,90	12,30	12,40	12,70	25	50	300
Chróm		27,0	19,2	18,5	19,8	20,7	130	250	800
Meď		110,0	86,9	86,2	89,0	88,7	70	100	500
Ortuť		0,661	0,433	0,419	0,557	0,770	0,4	3	10
Molybdén		1,37	1,24	1,16	2,37	1,22	0,6	40	200
Nikel		22,6	17,8	16,6	18,8	18,7	60	100	500
Olovo		68,50	59,50	61,10	61,90	60,10	70	150	600
Cín		8,47	5,55	4,55	6,36	6,44	20	100	500
Vanád		55,70	40,10	37,20	39,50	42,90	120	200	500
Zinok		637,0	634,0	611,0	426,0	720,0	150	500	3000
antracén		0,22	0,09	0,09	0,1	0,06	0,01	10	100
benzo(a) antracén		1,34	0,23	0,38	0,47	0,32	1	5	50
benzo(a) pyrén		0,30	0,20	0,13	0,21	0,11	0,1	1	10
fenantrén		0,99	0,51	0,56	0,28	0,31	0,1	10	100
fluorantén		3,22	2,48	2,24	1,79	1,67	0,1	10	100
chryzén		1,14	0,67	0,55	0,61	0,42	0,01	5	50
naftalén	0,03	0,04	0,03	<0,03	<0,03	0,1	5	50	
PCB	0,036	0,015	0,024	<0,003	0,047	10	1000	10000	
NEL-IČ	681	498	453	585	436	50	500	1000	

ZÁVERY

Hodnotenie kvality dnových sedimentov vodných nádrží je možné vykonať vo vzťahu k rôznym legislatívnym predpisom. Tomuto hodnoteniu je potom nevyhnutné podriaďať aj spôsob odberu vzoriek, ich spracovanie a analytické postupy.

V príspevku je uvedené hodnotenie kvality sedimentov akumulovaných vo vybraných vodných nádržích na Slovensku – Orava, Liptovská Mara, Krpel'any, Hričov, Nosice, Sĺňava, Kráľová, Veľké Kozmálovce, Klenovec, Málinec, Palcmanská Maša, Starina, Bukovec a Zemplínska šírava.

V zmysle hodnotiacich kritérií možno konštatovať rôznu mieru kontaminácie sedimentov akumulovaných v uvedených vodných nádržích.

Počet nevyhovujúcich ukazovateľov závisí od zvoleného hodnotiaceho kritéria. Najväčší počet nevyhovujúcich ukazovateľov a vzoriek bol zistený pri hodnotení podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 549/1998 – 2, ktorý sa ukazuje byť ako najprísnejší.

LITERATÚRA

- [1] Smernica Európskeho Parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 (RSV) ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky. http://www.vuvh.sk/rsv2/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=53&lang=sk.
- [2] Smernica 2008/105/ES Smernica Európskeho parlamentu a Rady o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky, o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a o zmene a doplnení smernice 2000/60/ES zo 16. decembra 2008.
- [3] Smernica Komisie 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd.
- [4] EU WFD CIS Guidance document No. 25 On chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive. Technical Report – 2010.3991. Luxembourg. ISBN 978-92-79-16224-4.
- [5] Zákon č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Zbierka zákonov č. 188/2003. Čiastka 91.
- [6] Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 27. augusta 1998 č. 549/98 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží. Vestník MŽP SR, ročník VI, čiastka 5, 1998.
- [7] Vyhláška MŽP SR č. 263/2010 Z. z. z 28. mája 2010, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov. Zbierka zákonov č. 263/2010, Čiastka 104.
- [8] Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie, 1997.

- [9] Valúchová M., Kobelová M., Hucková A., Tarabová M., Nagy Š. (2004): Monitoring kvality povrchových vôd a sedimentov tokov, kanálov a zdrže v oblasti ovplyvnenej vodným dielom Gabčíkovo. Záverečná správa za obdobie do 31.12.2003. Slovenský vodohospodársky podnik, OZ Povodie Dunaja, Bratislava.
- [10] Rozhodnutie MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok. Vestník MP SR, ročník XXVI, čiastka 1, 1994, s. 3-10.
- [11] Zákon č. 343/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zbierka zákonov č. 343/2012. Čiastka 86.
- [12] Hucko, P., Kovalčík, B.: Riešenie problematiky sedimentov vodných nádrží a možností ich využitia. Záverečná správa. VÚVH Bratislava, 2007.
- [13] Hucko, P. Hodnotenie environmentálnych vplyvov sedimentov vodných nádrží a možnosti ich riešenia. Záverečná správa VÚVH Bratislava, 2007.
- [14] Hucko, P.: Vplyv erózných procesov v povodí na kvalitu vody v tokoch. Záverečná správa. VÚVH Bratislava, 2007.
- [15] Hucko, P., Juhás, M.: Vyhodnotenie vzoriek sedimentov zo zdrže Hrušov. Záverečná správa. Záverečná správa VÚVH Bratislava, 2012.