

Kvalita sedimentov vo vodárenských nádržiach na Slovensku

Úvod

Cieľom systematického sledovania kvality sedimentov má byť identifikácia časových zmien prítomných látok v sedimentoch a zhodnotenie potenciálneho rizika ohrozenia prirodzenej rovnováhy vo vodnom ekosystéme. Zmena environmentálnych podmienok, či už prírodných alebo antropogénnych, môže silne ovplyvniť správanie sa toxických prvkov a organických látok, pričom ich synergický účinok môže následne negatívne pôsobiť na celý vodný ekosystém. Pre obdobie rokov 2016 – 2021 bol vypracovaný „Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na roky 2016 – 2021“ (ďalej „Program“). V rámci „Programu“ sa sleduje aj 7 vodárenských nádrží (VN). Pre sledovanie sa odoberá 1 zmiešaná vzorka sedimentov z odberového miesta spravidla lokalizovaného pri priehradnom múre (vrchných 10 cm vrstvy sedimentov) z každej nádrže.

Materiál a metódy

Odbery vzoriek sedimentov a sledované ukazovatele

Pre účely monitoringu kvality sedimentov vo VN sa odoberala jedna zmiešaná vzorka z miesta lokalizovaného čo najbližšie k priehradnému múru (na úrovni jeho stredu). Zmiešaná vzorka sa vytvorila zo štyroch jednoduchých vzoriek z vrchných 10 cm vrstvy sedimentu a na analýzu sedimentu sa použila iba frakcia $\leq 63 \mu\text{m}$. Pre odber vzoriek sedimentov sme použili odberové zariadenie CORER 90 od firmy UWITEC. Sledované vodárenské nádrže (VN) sú uvedené v tabuľkách 1 a 2.

Vo vzorkách sedimentov odobratých zo sledovaných VN sa stanovili stopové prvky: arzén (As), kadmium (Cd), celkový chróm (Cr_{celk}), meď (Cu), ortuť (Hg), nikel (Ni), olovo (Pb), zinok (Zn) a organické látky (polycyklické aromatické uhľovodíky, priemyselné polutanty a prípravky na ochranu rastlín: benzo(a)pyrén, fluorantén, polybromované difenylétery (BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154,), di-(2-etylhexyl)ftalát (DEHP), dikofol, hexabromcyklododekán (HBCDD), hexachlórbenzén (HCB), heptachlór, heptachlórepoxid, lindan, hexachlórbutadién, polychlórované bifenyly (kongenéry PCB-8, PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153, PCB-180, PCB-203, suma PCB), pentachlórbenzén, kyselina perfluóroktán-1-sulfónová a jej deriváty (PFOS), tributylcínový kation (TBT)).

Výsledky a diskusia

Stopové prvky

Výsledky stanovenia vybraných stopových prvkov v sedimentoch sledovaných VN vo frakcii $\leq 63 \mu\text{m}$ sú uvedené v tabuľke 1. Pre účely výpočtov priemernej hodnoty v prípade hodnôt menej ako limit kvantifikácie (LOQ) u kadmia sa použila polovica detekčného limitu.

Maximálne hodnoty sledovaných stopových prvkov boli zistené u piatich vodárenských nádrží, a to VN Starina (meď), VN Bukovec (arzén, kadmium, ortuť a olovo), VN Nová Bystrica (celkový chróm), VN Turček (zinok) a VN Hriňová (nikel).

Tabuľka 1. Výskyt stopových prvkov v sedimentoch VN v rokoch 2016 – 2018

Vodárenská nádrž/rok	As	Cd	Cr_{celk}	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Jednotka	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Starina 2016	8,64	<0,35	39,3	47,6	0,12	54,8	20,9	132,0
Starina 2017	9,65	<0,34	62,7	496,0	0,16	178,0	21,9	1071,0
Starina 2018	9,52	0,30	48,4	87,9	0,16	82,1	21,8	254,0
Bukovec 2016	121,0	2,35	24,2	39,6	0,73	98,6	98,6	232,0
Bukovec 2017	185,0	1,98	23,3	230,0	0,65	243,0	93,2	1192,0
Bukovec 2018	409,0	2,87	23,6	54,6	0,68	112,0	109,0	339,0
Nová Bystrica 2016	5,29	<0,35	54,3	47,9	0,14	51,8	25,4	129,0
Nová Bystrica 2017	7,48	<0,34	31,9	54,4	0,18	47,5	20,0	171,0
Nová Bystrica 2018	7,72	0,34	63,0	85,5	0,11	54,6	20,8	195,0
Turček 2016	6,0	0,44	23,7	25,7	0,16	37,9	33,2	167,0
Turček 2017	11,7	0,45	42,3	234,0	0,25	397,0	38,2	1700,0
Turček 2018	7,47	0,43	30,4	52,9	0,12	90,4	23,5	218,0
Hriňová 2016	2,96	<0,35	25,7	19,7	0,12	25,1	30,4	147,0
Hriňová 2017	7,06	<0,34	28,3	87,0	0,18	750,0	24,9	661,0
Hriňová 2018	8,54	0,44	24,9	65,9	0,17	59,7	32,6	458,0
Klenovec 2016	8,24	<0,34	41,3	23,7	0,13	48,2	35,8	138,0
Klenovec 2017	13,2	<0,34	41,5	218,0	0,30	378,0	35,2	690,0
Klenovec 2018	13,7	0,37	35,0	30,7	0,12	59,60	28,0	357,0
Málinec 2016	12,7	<0,34	35,2	25,0	0,17	40,6	31,0	165,0
Málinec 2017	11,9	<0,34	35,4	183,0	0,17	199,0	43,2	585,0
Málinec 2018	15,1	0,49	34,8	58,2	0,14	42,0	38,6	347,0
Minimum	2,96	0,34	23,3	19,7	0,11	25,1	20,0	129,0
Maximum	409,0	2,87	63,0	496,0	0,73	750,0	109,0	1700,0
<i>Priemer</i>	<i>41,99</i>	<i>0,58*</i>	<i>36,63</i>	<i>103,2</i>	<i>0,24</i>	<i>145,23</i>	<i>39,34</i>	<i>445,14</i>

Poznámka: *Pri výpočte priemerných hodnôt sa použila hodnota polovice limitu kvantifikácie

Organické látky

Výsledky stanovenia vybraných organických látok v sedimentoch sledovaných VN vo frakcii $\leq 63 \mu\text{m}$ sú uvedené v tabuľke 2. Rovnako ako u stopových prvkov sa pri výpočte priemernej hodnoty v prípade hodnôt menej ako limit kvantifikácie použila polovica tohto limitu.

Hodnotenie kvality sedimentov v sledovaných VN je uvedené len vo vzťahu k absolútnemu obsahu danej organickej látky, navzájom sú porovnané zistené výsledky. Neuvádzame látky, ktoré sa počas celého obdobia sledovania vyskytovali pod limitom kvantifikácie.

Z hľadiska výskytu **maximálnych hodnôt** sme zistili, že maximálne hodnoty sledovaných organických látok boli dosiahnuté u štyroch vodárenských nádrží, a to VN Nová Bystrica (benzo(a)pyrén, fluorantén, hexachlórbenzén, heptachlór, lindan a pentachlór), Turček (TBT), Klenovec (DEHP) a Málinec (dikofol).

Tabuľka 2. Výskyt organických látok v sedimentoch VN rokoch 2016 – 2018

Vodárenská nádrž/rok	Benzo(a)pyrén (mg/kg)	Fluorantén (mg/kg)	DEHP (di-(2-etylhexyl)ftalát) (mg/kg)	Dikofol (µg/kg)	Hexachlórbenzén (µg/kg)	Heptachlór (µg/kg)	Lindan (µg/kg)	Pentachlórbenzén (µg/kg)	TBT (µg/kg)
Starina 2016	<0,02	<0,02	0,861	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Starina 2017	0,043	0,073	<0,4	<0,5	<2,5	3,8	<2,5	<2,5	<0,1
Starina 2018	0,021	0,095	1,116	N	19,7	30,7	15,9	4,1	<0,1
Bukovec 2016	<0,02	<0,02	5,627	2,76	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Bukovec 2017	0,061	0,106	0,420	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Bukovec 2018	0,057	0,222	1,943	N	<2,5	5,7	7,2	<2,5	<0,1
Nová Bystrica 2016	0,184	0,056	1,570	1,35	<2,5	32,1	<2,5	8,6	<0,1
Nová Bystrica 2017	0,328	0,750	0,598	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Nová Bystrica 2018	0,782	1,911	<0,4	N	20,0	60,0	39,4	16,5	<0,1
Turček 2016	0,041	<0,02	1,180	1,58	<2,5	14,4	5,1	<2,5	<0,1
Turček 2017	0,046	0,126	4,118	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,52
Turček 2018	0,021	0,108	2,531	N	5,0	6,2	7,4	9,7	<0,1
Hriňová 2016	0,051	<0,02	<0,4	1,40	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Hriňová 2017	0,040	0,124	3,715	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,21
Hriňová 2018	0,022	0,093	3,867	N	3,7	19,1	21,3	7,4	<0,1
Klenovec 2016	0,037	<0,02	<0,4	1,71	<2,5	4,2	7,4	<2,5	<0,1
Klenovec 2017	0,034	0,086	1,647	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	8,8	<0,1
Klenovec 2018	<0,02	0,070	7,223	N	5,9	<2,5	6,6	5,7	<0,1
Málinec 2016	0,036	<0,02	0,860	2,41	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,20
Málinec 2017	0,026	0,156	3,190	3,60	<2,5	<2,5	<2,5	7,4	0,40
Málinec 2018	0,023	0,097	2,079	N	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Minimum	<0,02	<0,02	<0,4	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1
Maximum	0,782	1,911	7,223	3,60	20,0	60,0	39,4	16,5	0,52
<i>Priemer*</i>	<i>0,090</i>	<i>0,206</i>	<i>2,064</i>	<i>1,183</i>	<i>3,538</i>	<i>9,105</i>	<i>6,026</i>	<i>4,021</i>	<i>0,104</i>
Limit kvantifikácie	<0,02	<0,02	<0,4	<0,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<0,1

Poznámka:

*Pri výpočte priemerných hodnôt sa použila hodnota polovice limitu kvantifikácie

N – nestanovené

Záver

V predloženom príspevku sú vyhodnotené výsledky monitoringu sedimentov akumulovaných vo vodárenských nádržiach, zaradených do „Rámcového programu monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016 – 2021“ z hľadiska výskytu stopových prvkov a organických látok pre sledovanie trendov.

V zmysle prijatej metodiky sa odobrala 1 zmiešaná vzorka sedimentov z odberového miesta spravidla pri priehradnom múre (vrchných 10 cm vrstvy sedimentov) z každej vodárenskej nádrže. Z odobratej vzorky sa odseparovala frakcia $\leq 63 \mu\text{m}$, ktorá sa následne analyzovala.

Vzhľadom k absencii environmentálnych noriem kvality (ENK) pre sedimenty na Slovensku zatiaľ vychádza hodnotenie získaných výsledkov z ich vzájomného porovnania.

Výskyt **maximálnych hodnôt** sledovaných stopových prvkov ukazuje, že maximálne hodnoty boli dosiahnuté u piatich vodárenských nádrží, a to VN Starina (meď), Bukovec (arzén, kadmium, ortuť a olovo), Nová Bystrica (celkový chróm), Turček (zinok) a Hriňová (nikel).

Výskyt **maximálnych hodnôt** sledovaných organických látok ukazuje, že maximálne hodnoty boli dosiahnuté u štyroch vodárenských nádrží, a to VN Nová Bystrica (benzo(a)pyrén, fluorantén, hexachlórbenzén, heptachlór, lindan a pentachlór), Turček (TBT), Klenovec (DEHP) a Málinec (dikofol).

Výsledky poskytol riešiteľský tím projektu Výskumného ústavu vodného hospodárstva v Bratislave „Monitorovanie a hodnotenie stavu vôd Slovenska – III. etapa“ (kód projektu 310011A3665001) z Operačného programu kvalita životného prostredia.