

Assessment of properties of regenerated oils using aquatic tests

Ing. Eszter Turčániová

Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovak Republic

Abstract

Mineral oils, exposed to physical and chemical processes change their composition, properties and generate hazardous waste during use. The study deals with the issue of petroleum substances, as contaminants of surface waters, with a focus on mineral oils. The aim of the research was to compare the ecotoxicological properties and influence of selected mineral oil in three different variants (new, used and regenerated oil) and evaluate the influence of physicochemical processes to which the oil was exposed during use and regeneration process on the properties of this oil as a surface water contaminant. Acute toxicity tests on pearl mussels and a pearl reproduction test were used to determine the ecotoxicological properties, which confirmed the ecotoxicological effect of the tested samples.

Key words: mineral oils, pollution, oil regeneration, ecotoxicological properties

Annotation

The aim of the research was to compare the ecotoxicological properties and influence of selected mineral oil in three different variants (new, used and regenerated oil) and evaluate the influence of physicochemical processes to which the oil was exposed during use and regeneration process on the properties of this oil as a surface water contaminant.

Anotácia

Cieľom výskumu bolo porovnať ekotoxikologické vlastnosti a vplyv vybraného minerálneho oleja v troch rôznych variantoch (nový, použitý a regenerovaný olej) a vyhodnotiť vplyv fyzikálno-chemických procesov, ktorým bol olej vystavený počas používania a procesu regenerácie na vlastnosti tohto oleja ako potenciálneho znečisťovateľa povrchovej vody.

Posúdenie vlastností regenerovaných olejov pomocou akvatických testov

Ing. Eszter Turčániová

1 Úvod

Minerálne oleje majú uplatnenie takmer vo všetkých odvetviach priemyslu. Zaráďujeme ich medzi látky ropného pôvodu. Z hľadiska použitia majú minerálne oleje najväčšie zastúpenie v strojárskom a dopravnom priemysle. Vo všetkých zariadeniach na tieto oleje vplyvajú procesy mechanického namáhania, vysoké zmeny teplôt a iné fyzikálno-chemické deje, čoho výsledkom sú zmeny v zložení a vlastnostiach používaných minerálnych olejov. Organoleptické účinky ropných látok na vodu sa prejavujú zápachom vody, zmenou chuťových vlastností, sfarbenia a celkového vizuálneho vzhľadu (vytváraním olejových škvŕn a filmu). Už veľmi malé koncentrácie ropných látok spôsobujú intenzívny zápach vody, príčinou ktorého je značný obsah pachotvorných látok ako sú uhľovodíky, nenasýtené organické zlúčeniny, merkaptány, sírovodík, decht a dechtové oleje [1]. Ropné látky vytvárajú na vode plávajúcu vrstvu, a tým sa znižuje prístup kyslíka. To negatívne ovplyvňuje tvorbu planktónu, ktorý je potravou pre väčšie vodné živočíchy. Tisíc ton ropy vytvorí škvrnu s hrúbkou 1 mm na ploche 1 km² [2]. K tvorbe filmu na hladine vody môže dochádzať podľa zloženia ropných látok už pri koncentrácii nad 0,1 – 0,2 mg/l [3]. Časť ropných látok sa adsorbuje na nerozpustné látky a spolu s nimi klesá na dno, odkiaľ sa môžu ešte značne dlhú dobu uvoľňovať a znečisťovať tok. Po spojení organických látok so sedimentmi dna alebo s povrchom organizmov dochádza k vytvoreniu mazľavej vrstvy, ktorá vyvoláva u organizmov núdzové dýchacie pohyby, a tak organizmy znehybňuje a postupne usmrčuje [4]. Jedným zo spôsobov stanovenia vplyvu olejov ako kontaminantov akvatického prostredia je stanovenie ich ekotoxicity pomocou biotestov. Predkladaný článok sa zaoberá posúdením vplyvu minerálnych olejov (opotrebovaného, nového a regenerovaného oleja) na akvatické prostredia pomocou ekotoxikologických testov.

2 Materiál a metodika

2.1 Príprava modelových vzoriek

Na prípravu modelových vzoriek bol použitý motorový olej minerálneho pôvodu: nový, opotrebovaný (používaný 1 rok v prevádzke) a regenerovaný (elektrostatickým čistením). Modelové vzorky boli pripravené kontamináciou povrchovej vody (zodpovedala svojou kvalitou v ukazovateli nepolárne extrahovateľným látkam podľa Nariadeniu vlády SR č. 269/2010 Z. z. príloha č. 1), olejmi s koncentráciou 1g/l a bolo v nich uskutočnené laboratórne skúšanie ekotoxikologických vlastností.

2.2 Ekotoxikologické testy

Test akútnej toxicity na perloočkách

Testovací organizmus

Perloočka (*Daphnia magna Straus*), ktorej vek bol 24 hodín, pochádzala najmenej z tretej generácie a bola získaná acyklickou partenogézou v podmienkach zdravého prosperujúceho chovu.

Roztoky

Na 1 liter zriedovacej vody sa dávkovalo po 2,5 ml zásobných roztokov uvedených v Tab.1. Zriedovacia voda bola nasýtená kyslíkom (aeráciou) na hodnotu min. 90 %, následne sa upravila hodnota pH na $7,8 \pm 0,2$ prídavkom kyseliny chlorovodíkovej alebo hydroxidu sodného ($c = 1 \text{ mol.l}^{-1}$).

Tab. 1 Zásobné roztoky (navážky na 1 liter)

Zásobný roztok	Hmotnosť [g]
CaCl ₂ .2 H ₂ O, p.a.	117,6
MgSO ₄ .7 H ₂ O, p.a.	49,3
NaHCO ₃ , p.a.	25,9
KCl, p.a.	2,3

Tab. 2 Podmienky testu akútnej toxicity na perloočkách

Teplota	21 ± 2 °C
Dĺžka expozície	48 h
Množstvo testovaného roztoku	Min. 5 ml na jedinca pri dodržaní výšky stĺpca roztoku min. 3 cm
Počet testovacích organizmov	10 až 60 perloočiek v jednej koncentrácii vodného výluhu, resp. v kontrole v závislosti od druhu testu (odporúča sa nasadiť 10 perloočiek do jednej testovacej nádoby)
Sledované parametre	Imobilizácia a mortalita perloočiek min. na začiatku, po 24 h a na konci testu, pH, teplota, rozpustený kyslík
Kontrola	Prípustná imobilizácia a mortalita v kontrolách < 10 %
Ostatné podmienky	Bez kŕmenia, aerácie a osvetlenia (v šere alebo tme)

Predbežný test

Do upraveného neriedeného vodného výluhu sa nasadilo 20 perloočiek. Súčasne sa nasadilo 20 perloočiek do zriedovacej vody ako kontrola.

Test je negatívny, ak v priebehu testu došlo k úhynu alebo imobilizácii < 50 % perloočiek v porovnaní s kontrolou, vtedy treba vykonať overovací test.

Test je pozitívny, ak v priebehu testu došlo k úhynu alebo imobilizácii ≥ 50 % perloočiek v porovnaní s kontrolou, vtedy treba stanoviť hodnotu EC_{50} . Robí sa orientačný a základný test.

Overovací test

Do upraveného neriedeného vodného výluhu sa nasadilo po 60 perloočiek, boli vykonané 3 paralelné testy. Súčasne sa nasadilo 60 perloočiek do zriedovacej vody ako kontrola.

Hodnotili sa všetky 3 paralelné testy spolu (celkom 180 perloočiek).

Výsledok overovacieho testu

- a) Test je negatívny, ak imobilizácia alebo mortalita perloočiek ≤ 10 % v porovnaní s kontrolou, uvedie sa do protokolu a ďalšie testovanie sa nevykonáva.
- b) Test je pozitívny, ak imobilizácia alebo mortalita perloočiek > 10 % v porovnaní s kontrolou, v tom prípade:
 - imobilizácia alebo mortalita perloočiek < 50 %, uvedie sa to do protokolu a ďalšie testovanie sa nevykonáva,
 - imobilizácia alebo mortalita perloočiek ≥ 50 %, stanovuje sa hodnota EC_{50} , vykonáva sa orientačný a základný test.

Orientačný test

Spravidla sa skladá z 10 rôznych koncentrácií vodného výluhu volených v širokom rozmedzí. Do jednotlivých koncentrácií upraveného vodného výluhu sa nasadí po 10 perloočiek a tiež 10 perloočiek do zriedovacej vody ako kontrola.

Základný test

Robí sa spravidla z 10 rôznych koncentrácií vodného výluhu na základe výsledku orientačného testu. Hodnoty EC_{50} sa vyhodnocovali pre každý paralelný test zvlášť a vypočítal sa z nich aritmetický priemer. Jednotlivé hodnoty EC_{50} sa nesmú líšiť o viac ako 30 % v zmysle STN EN 29888 Kvalita vody [7].

Reprodukčný test perloočiek (*Daphnia magna* Straus)

Primárnym cieľom testu je zhodnotiť účinok testovaných látok na schopnosť reprodukcie perloočiek. Mladé samičky perloočiek (nie staršie ako 24 hodín na začiatku testu) sú až do konca testu vystavené testovanej látke pridanej do vody v rôznych koncentráciách. Na konci testu sa zhodnotí celkový počet živých potomkov.

Platnosť testu

Aby bol test platný, musia byť dodržané nielen podmienky uvedené v Tab. 3, ale aj nasledujúce:

- úmrtnosť rodičov (samičiek perloočiek) na konci testu nepresiahne 20 %,
- priemerný počet potomkov, ktorí prežili, je na konci testu vyšší ako 60 (to znamená jednu generáciu).

Tab. 3 Podmienky reprodukčného testu perloočiek [5]

Testovací organizmus	<i>Daphnia magna Straus</i>
Dĺžka trvania testu	21 dní
Počet jedincov na nádobu	1 samička / 50 – 100 ml nádobu
Opakovanie	10 jedincov / testovaná koncentrácia 10 jedincov / kontrolná séria
Kŕmenie	1 krát denne (3 krát/týždeň)
Svetlo	16 hodín (1000 - 1500 luxov)
Teplota	18 – 22 °C

Skúšobné roztoky

Jednotlivé zásobné roztoky (I) stopových prvkov sa najskôr pripravujú vo vode vhodnej čistoty (deionizovanej, destilovanej). Z týchto rôznych zásobných roztokov (I) sa pripraví druhý zásobný roztok (II), ktorý obsahuje všetky stopové prvky (kombinovaný roztok) podľa Tab. 4.

Tab. 4 Príprava roztokov [5]

Zásobný roztok I (jednotlivé zložky)	Množstvo pridané do vody [mg/l]	Riedenie (v závislosti od M4)	Množstvo roztoku I na prípravu kombinovaného zásobného roztoku II	
			M4 [ml/l]	M7 [ml/l]
H ₃ BO ₃	57190	20000 krát	1,0	0,25
MnCl ₂ · 4H ₂ O	7210	20000 krát	1,0	0,25
LiCl	6120	20000 krát	1,0	0,25
RbCl	1420	20000 krát	1,0	0,25
SrCl ₂ · 6H ₂ O	3040	20000 krát	1,0	0,25
NaBr	320	20000 krát	1,0	0,25
MoNa ₂ O ₄ · 2H ₂ O	1260	20000 krát	1,0	0,25
CuCl ₂ · 2H ₂ O	335	20000 krát	1,0	0,25
ZnCl ₂	260	20000 krát	1,0	1,0
CoCl ₂ · 6H ₂ O	200	20000 krát	1,0	1,0
KI	65	20000 krát	1,0	1,0
Na ₂ SeO ₃	43,8	20000 krát	1,0	1,0
NH ₄ VO ₃	11,5	20000 krát	1,0	1,0
Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	5000	2000 krát	-	-
FeSO ₄ · 7H ₂ O	1991	2000 krát	-	-
Roztoky Na ₂ EDTA · 2 H ₂ O a FeSO ₄ · 7 H ₂ O sa pripravujú samostatne, následne sa zmiešajú a autoklavujú a vznikne roztok Fe-EDTV.				
Fe-EDTV	-	1000 krát	20,0	5,0

Postup

Kŕmenie sa pri teste vykonávalo denne alebo aspoň trikrát v týždeň (v závislosti od výmeny média). Výživa rodičovských jedincov pozostávala podľa možnosti zo živých buniek rias (bohaté na organický

uhlík) z viacerých nasledovných druhov: *Chlorella sp*, *Pseudokirchneriella subcapitata* (pôvodne *Selenastrum capricornutum*) a *Desmodesmus subspicatus* (pôvodne *Scenedesmus subspicatus*). Postačujúca dávka pre jednu perloočku bola približne 0,1 – 0,2 mg na deň. Potomkovia sa pri narodení z testovacích nádob podľa možnosti denne odstraňovali, aby sa im zabránilo potomkom konzumovať potravu určenú pre rodiča a zaznamenávali sa žijúci potomkovia, potomkovia, ktorí uhynuli a tiež počet nevyvinutých vajícok. V pravidelných intervaloch, minimálne raz v týždni, v čerstvom aj starom médiu sa zmeralo množstvo rozpusteného kyslíka, teplota, tvrdosť vody a pH. Súčasne sa určovali aj koncentrácie testovaných látok a zaznamenávala sa úmrtnosť rodičovských jedincov, počet narodených jedincov, prípadne aj iné parametre, ako dĺžka jedincov [5].

Skúška toxického vplyvu na reprodukčnú schopnosť bola vykonaná na testovacích organizmoch *Daphnia magna* Straus, ktoré boli mladšie ako 24 hodín a neboli prvou generáciou. Pochádzali zo zdravej rodovej línie a nevykazovali známky stresu. Pred samotnou skúškou boli premiestnené a chované v kultivačných médiách M4 a M7, ktoré boli pripravené pomocou zásobného roztoku II, makroživín a vitamínov, ako je uvedené v Tab. 5 a neskôr použité ako riediace roztoky. Proces aklimatizácie trval celkom 3 týždne.

Tab. 5 Média M4 a M7 [5]

	Množstvo pridané do vody [mg/l]	Riedenie (v závislosti od M4)	Množstvo zásobného roztoku na prípravu média	
			M4 [ml/l]	M7 [ml/l]
Zásobný roztok II (kombinované stopové prvky)	-	20 krát	50	50
Makro-výživové zásobné roztoky (jednotlivé zložky)				
CaCl ₂ · 2H ₂ O	293800	1000 krát	1,0	1,0
MgSO ₄ · 7H ₂ O	146600	2000 krát	0,5	0,5
KCl	58000	10000 krát	0,1	0,1
NaHCO ₃	64800	1000 krát	1,0	1,0
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O	50000	5000 krát	0,2	0,2
NaNO ₃	2740	10000 krát	0,1	0,1
KH ₂ PO ₄	1430	10000 krát	0,1	0,1
K ₂ HPO ₄	1840	10000 krát	0,1	0,1
Kombinovaný vitamínový roztok	-	10000 krát	0,1	0,1
Kombinovaný vitamínový zásobný roztok sa pripraví zmiešaním 3 vitamínov uvedených nižšie do 1 litra vody.				

Do jednotlivých kadičiek boli (z nádob s aklimatizovanými perloočkami) pipetou premiestnené menej ako 24 hodín staré jedince tak, aby v každej kadičke bola jedna perloočka. Kadičky so vzorkami a perloočkami boli potom umiestnené do laboratórneho inkubátora, v ktorom sa udržiavala teplota 21,5 ± 1 °C a fotoperiódou 16 hodín svetla/8 hodín tmy počas celej dĺžky testu.

Po výmene média boli perloočky vždy nakrmené dostatočným množstvom krmiva a ako krmivo sa použili riasy druhu *Chlorella*.

3 Výsledky a zhodnotenie

Akútna toxicita na perloočkách

Po vykonaní orientačného testu akútnej toxicity na perloočkách, ktorý bol pozitívny vo všetkých skúmaných vzorkách a imobilizácia (mortalita) perloočiek bola > 50 % v porovnaní s kontrolou, robilo sa základné testovanie, aby sa stanovila EC₅₀.

Testovaných bolo 6 postupne sa zvyšujúcich koncentrácií pripravených 5, 25, 50, 100, 150 a 200 násobným riedením základnej modelovej vzorky.

Testovacie roztoky s koncentráciou 200, 40, 20, 10, 6,7 a 5 mg/l (mg minerálneho oleja na 1 liter povrchovej vody). Rovnakým postupom, ako pri vzorkách, sa pre overenie platnosti výsledkov vykonala aj skúška s referenčnou látkou, dvojjchrómanom draselným. Stanovená EC₅₀ v referenčnej látke je uvedená v Tab. 6.

Tab. 6 EC₅₀ akútnej toxicity na perloočkách

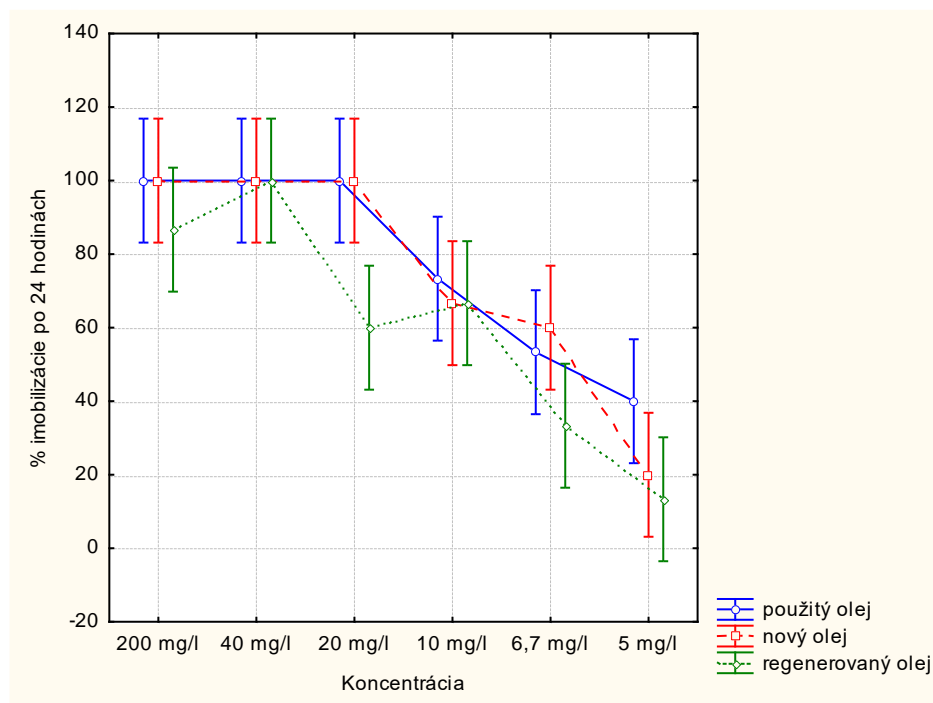
Čas	Druh oleja	Štatistický model	A	k	n	EC ₅₀ [mg/l]
24 hodín	použitý	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,047991	1,45457	6,27
	nový	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,019042	1,83027	7,13
	regenerovaný	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,05253	1,08008	10,90
48 hodín	použitý	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,047991	1,45457	6,27
	nový	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,019042	1,83027	7,13
	regenerovaný	$y=A*(1-\exp(-(k)*x^{(n)}))$	100	0,004064	2,44678	8,17

Do jednotlivých kadičiek bolo napipetovaných 10 ml testovaných roztokov (vzoriek) a do každej vzorky sa umiestnilo po 5 perloočiek. Rovnako, ako vo vzorkách, bol test vykonaný aj v kontrole, v ktorej bol namiesto testovanej látky použitý riediaci roztok. Na začiatku, ako aj na konci testu, bola v každej vzorke odmeraná koncentrácia rozpusteného kyslíka a pH, ktoré sú zaznamenané v Tab. 7. Skúška prebiehala pri teplote 20 °C. Perloočky vo vzorkách počas trvania testu neboli kŕmené a vzorky sa neprevzdušňovali.

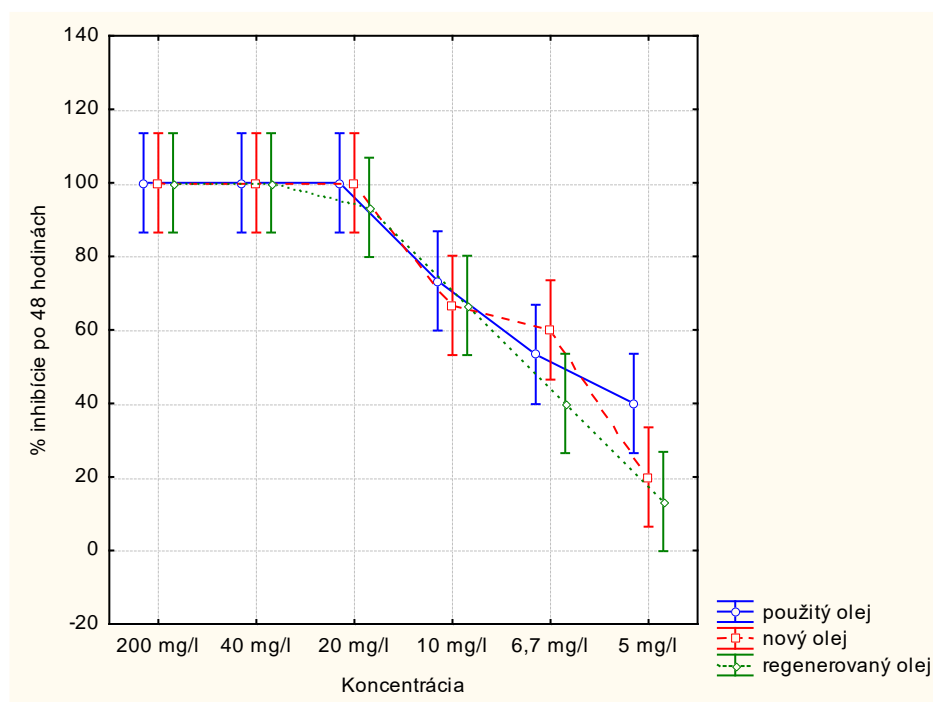
Tab. 7 Fyzikálno-chemické parametre

Druh oleja	pH						O ₂ [mg/l]					
	Použitý		Nový		Regenerovaný		Použitý		Nový		Regenerovaný	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Koncentrácia [mg/l]												
kontrola	7,56	7,90	7,33	7,49	7,66	7,21	8,10	8,83	8,35	9,15	8,86	8,72
200	7,19	7,82	7,02	7,13	7,67	7,89	9,26	9,17	9,07	8,33	9,22	9,02
40	7,81	7,75	7,10	7,01	7,18	7,67	8,50	8,12	8,22	8,57	8,29	8,32
20	7,59	7,17	7,40	7,01	7,73	7,86	8,68	8,25	8,11	8,11	8,59	8,79
10	7,48	7,86	7,16	7,42	7,50	7,88	8,88	8,89	8,32	8,96	8,69	8,56
6,7	7,35	7,71	7,18	7,58	7,39	7,57	8,89	9,12	9,14	8,78	8,49	9,24
5	7,90	7,51	8,09	7,63	7,06	7,33	9,34	9,30	8,80	8,29	8,70	8,41

Test prebiehal celkom 48 hodín. Po ukončení testu bolo vypočítané v jednotlivých vzorkách percento imobilizácie perloočiek. Grafické znázornenie závislosti % imobilizácie od koncentrácie v jednotlivých vzorkách je zobrazené na Obr. 1 -2.



Obr. 1 Závislosti % imobilizácie perloočiek od koncentrácie po 24 hodinách v jednotlivých olejoch



Obr. 2 Závislosť % imobilizácie od koncentrácie po 48 hodinách v jednotlivých olejoch

Základný test akútnej toxicity na perloočkách bol v porovnaní s kontrolou po 24 hodinách pozitívny vo všetkých vzorkách povrchovej vody kontaminovanej jednotlivými variantami oleja. Najvyššia

imobilizácia (100 %) bola zistená vo vzorkách s novým a použitým olejom a koncentráciou 200, 40 a 20 mg na 1 liter povrchovej vody. Vo vzorke s najvyššou koncentráciou (200 mg/l) dosiahol regenerovaný olej nižšie % imobilizácie, ako v druhej najvyššej použitej koncentrácii (40 mg/l), kde bol dosiahnutý 100 % úhyn perloočiek. Tieto odchýlky môžu byť spôsobené nízkou rozpustnosťou olejov vo vode. Pri príprave vzoriek sa vo vode vytvárali „gulôčky“ olejov použitých ako kontaminanty a neskôr po ustálení vytáral olej tenký olejový film na hladine. Perloočky prenesené do vzoriek sa v gulôčkach a neskôr v olejovom filme často zachytávali, čo spôsobilo ich imobilizáciu, následný úhyn a tiež stanovené rozdiely v regenerovanom oleji. V nižších testovaných koncentráciách sa toxický účinok prejavoval vo všetkých troch druhoch oleja v smere koncentračného spádu. V najnižšej koncentrácii (5 mg/l) bola zistená najvyššia imobilizácia v použitom oleji (40 %), nižšia v novom oleji (20 %) a najnižšia v regenerovanom oleji (13,3 %). Rovnako, ako po 24 hodinách (Obr. 1), bol základný test v porovnaní s kontrolou pozitívny aj po 48 hodinách (Obr. 2).

Najvyššie % imobilizácie (mortality) pre všetky druhy testovaných olejov bolo zaznamenané vo vzorkách s najvyššími testovanými koncentraciami. Imobilizáciu 100 % dosiahol opotrebovaný a nový olej pri koncentrácii 200, 40 a 20 mg/l. Regenerovaný olej mal pri koncentrácii 20 mg/l nižšie % imobilizácie (93,33 %) v porovnaní s novým a opotrebovaným olejom. Najnižšie % imobilizácie boli vo vzorkách s koncentráciou 5 mg/l, pričom najnižšie percento imobilizácie mal regenerovaný olej (13,33 %).

Inhibícia reprodukčnej schopnosti perloočiek

K narodeniu nových jedincov došlo len vo vzorkách s novým a regenerovaným olejom v posledný deň skúšky. Jeden narodený jedinec bol vo vzorke kontaminovanej novým olejom s koncentráciou 1,3 mg/l vody a vo vzorke s koncentráciou 1 mg/l sa narodili 2 perloočky. Vo vzorkách kontaminovaných olejom po procese regenerácie bolo pri 750 a 1000 násobnom riedení (1,3 mg/l) zaznamenané po jednej novonarodenej perloočke. V testovanom médiu, ktoré obsahovalo použitý olej, rovnako ako aj vo všetkých vyšších koncentráciách vzoriek (2, 4, 5, 10 a 20 mg/l) kontaminovaných novým a regenerovaným olejom, sa nenarodila ani jedna perloočka.

Počas testu bola pozorovaná, okrem množstva novo narodených jedincov, aj rýchlosť rastu rodičovských jedincov a ich úhyn počas testu.

Úhyn rodičovských perloočiek:

- Pri najvyššej koncentrácii 20 mg/l uhynuli všetky rodičovské jedince do troch dní od začiatku skúšky vo vzorkách s novým a použitým olejom. V regenerovanom oleji uhynula posledná rodičovská perloočka v 16. deň skúšky.
- Pri koncentrácii 10 mg/l uhynuli vo všetkých druhoch všetky rodičovské perloočky do 16. deň skúšky.
- V experimentálnych vzorkách s 200 a 250 násobných riedeniach modelovej vzorky (koncentrácia 5 mg/l a 4 mg/l) bol pozorovaný menší úhyn rodičovských perloočiek ako v predchádzajúcich dvoch vyšších koncentráciách. Vzorky s novým olejom v porovnaní s použitým a regenerovaným olejom mali menší úhyn rodičovských perloočiek. V 21. deň testu bolo vo vzorkách s novým olejom s koncentráciou 5 mg/l a 4 mg/l po dve perloočky a v ostatných dvoch druhoch oleja po jednej perloočke.
- V troch vzorkách s najnižšou koncentráciou (2 mg/l, 1,3 mg/l a 1 mg/l) prežili všetky rodičovské perloočky celú dĺžku trvania testu.

Rýchlosť rastu a vzhľad rodičovských perloočiek

Rýchlosť rastu rodičovských jedincov bola vo všetkých druhoch olejov výrazne spomalená. Podľa [6] pri ideálnych podmienkach dosahujú perloočky dospelosť v 5 – 10 dňoch života a už vtedy už sú schopné reprodukcie. V testovaných vzorkách dosahovali rodičovské perloočky veľkosť dospelých jedincov v 17 – 21 dňoch života.

V modelových vzorkách všetkých troch druhov testovaných olejov sa v koncentráciách 5, 4 a 2 mg/l vyskytovali jedince, ktoré boli bezfarebné. Strata farby je častým prejavom stresu, čo mohlo byť dôsledkom manipulácie so vzorkami pri výmene média, nadá sa úplne vylúčiť, iba zmierniť, ako sa uvádza v norme OECD 211.

4 Záver

Na experimentálne skúšanie bol použitý ten istý minerálny olej v troch rôznych variantoch. Prvým variantom bola vzorka použitého oleja (používaný jeden rok), druhý variant predstavoval čistý nepoužívaný olej (nový) a tretím variantom bola vzorka používaného oleja, ktorá prešla regeneračným procesom elektrostatického čistenia. Modelové vzorky boli pripravené kontamináciou povrchovej vody týmito olejmi (koncentrácia 1 g/l).

Na základe výsledkov ekotoxikologických stanovení testu akútnej toxicity na perloočkách (*Daphnia magna*) a reprodukčného testu perloočiek (*Daphnia magna*), ktoré boli pozitívne vo všetkých použitých koncentráciách jednotlivých vzoriek, možno konštatovať ich ekotoxikologické účinky. Pre všetky vzorky boli testom akútnej toxicity na perloočkách stanovené EC₅₀. Z testovaných vzoriek sa stanovili nasledovné hodnoty EC₅₀: použitý olej (6,27 mg/l), nový olej (7,13 mg/l) a regenerovaný olej 8,17 mg/l. Z toho vyplýva, že väčšiu záťaž pre akvatické prostredie z ekotoxikologického hľadiska predstavuje používaný olej a najnižšiu regenerovaný olej.

Najvyšší vplyv na reprodukčný výkon perloočiek podľa vykonaného reprodukčného testu perloočiek preukázal používaný olej, v ktorom sa nenarodila ani jedna perloočka. V novom oleji sa narodili tri perloočky a v regenerovanom oleji dve perloočky. Najnižší úhyn rodičovských perloočiek bol zaznamenaný vo vzorkách s novým olejom.

Z celkového hodnotenia vplyvu opotrebovanosti na vlastnosti minerálnych olejov, v prípade testovaného oleja vyplýva, že regeneračný proces elektrostatickým čistením má pozitívny vplyv na ekotoxikologické vlastnosti olejov a je významný aj z environmentálneho hľadiska z dôvodu možnosti opakovaného využitia opotrebovaných olejov.

5 Referencie

[1] MARTOŇ, J., TÖLGYESSY, J., HYÁNEK, Ľ. *Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vôd*. Bratislava: Alfa, 1991. ISBN: 80-05-00830-9.

[2] BLAŽEK, J., RÁBL, V. *Základy zpracování ropy a ropných frakcí*. prvé. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. ISBN: 80-7080-473-4.

[3] JAN, J. *Analýza rizik distribučních skladu pohodných a mazacích hmot* [online]. 2002. [cit. 12. február 2013]. Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice. Dostupné na internete: http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pha/jonas.pdf

[4] SAMEŠOVÁ, D., HYBSKÁ, H. *Výskum environmentálnych impaktov ropných látok v prírodnom prostredí*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2011. ISBN: 978-80-228-1832-2.

[5] *OECD 211: Daphnia magna Reproduction Test*. 2012.

[6] EBERT, D. *Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in Daphnia* [online]. USA: National Center for Biotechnology Information, 2005 [cit. 5. apríl 2013]. ISBN: 1-932811-06-0. Dostupné na internete: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2042/>>

[7] *STN EN 29888 Kvalita vody. Hodnotenie aeróbnej biodegradability organických látok vo vodnom prostredí. Statická skúška (Zahnova-Wellensova metóda)*. 1998. Slovenský ústav technickej normalizácie.