

ZNEČISŤOVANIE VODY A PÔDY PRI VYHLADÁVANÍ, ŤAŽBE A PRI PREPRAVE ROPY A ROPNÝCH PRODUKTOV

POLLUTION OF WATER AND SOIL IN THE PROSPECTING, PRODUCTION AND TRANSPORTATION OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS

Ján Pinka¹

Abstract

Article deals with water and soil pollution in the prospecting, exploration, production and transportation of oil and petroleum products. The article describes the main sources of water and soil contamination in all activities in the petroleum industry. The article also describes some of the major methods and technologies associated with the removal of oil pollution.

Keywords: Oil pollution, prospecting, exploration, production, drilling, transportation,

Úvod

Plyn a ropa sú súčasťou každodenného života väčšiny obyvateľov na celom svete a teda samozrejme aj obyvateľov Európskej únie. Zemný plyn sa používa hlavne na kúrenie, varenie a výrobu elektriny. Ropa je potrebná na výrobu pohonných hmôt takmer pre všetky autá, nákladné autá, lietadlá a lode. Ľudia majú často predstavu, že moria a oceány sú schopné pohltiť obrovské množstvá čohokoľvek, čo sa do nich vypustí. Skutočnosťou však je, že znečistenie týchto vôd je viditeľné takmer na všetkých miestach. Doprava a preprava ropy je významným zdrojom znečistenia riek, morí a oceánov. Po tom, čo sa výrazne zvýšila ťažba ropy v 20. storočí, zvýšil sa aj objem transportovanej ropy po celom svete, hlavne po mori. Aby bola doprava čo najlacnejšia, postupne sa zväčšovali aj ropné tankery, ktoré sú v súčasnosti zďaleka najväčšími komerčnými plavidlami. Napriek všetkým bezpečnostným opatreniam vo svete stále dochádza k nehodám tankerov, pri ktorých unikajú do mora obrovské objemy ropy s katastrofálnymi dôsledkami na životné prostredie.

Vplyv ropy a ropných látok na vodu a pôdu

Odpady ropných látok majú značne negatívne dopady prakticky na všetky zložky životného prostredia, vrátane škodlivých vplyvov na živé organizmy a zdravie človeka. Úniky ropných látok na trávnaté plochy a priestory s rastlinným pokryvom sa postupne prejavujú vädnutím rastlín, spomalením rastu, prípadne zmenami tvaru listov a podobne. Negatívne pôsobenie ropných látok na jednotlivé prvky životného prostredia sú znázornené na obr. 1 [1]. Prvé miesto medzi kontaminantmi znečisťujúcimi vodu zastávajú ropné látky. V závislosti na uniknutom objeme, viskozite odpadov ropných látok a rýchlosti prúdu znečisteného toku môže odpad vytvoriť na hladine homogénnu fázu alebo fázu rozptýlenú vo vode vo forme stálych a nestálych emulzií. Už malé množstvo týchto odpadov v nesúvislej vrstve na hladine povrchovej vody vyvoláva obmedzením prístupu kyslíku vážne nebezpečenstvo pre všetko živé. Dlhší styk rýb s vodou znečistenou ropnými látkami spôsobuje nepoužiteľnosť ich mäsa. Časť odpadu z hladiny sa prenáša s rovnakými škodlivými účinkami na faunu a flóru brehu. Účinok ropnej látky uniknutej z rôzneho zdroja na pôdu závisí predovšetkým od objemu uniknutej škodliviny, od priepustnosti terénu a od retenčnej schopnosti hornín. Niektoré druhy ropných odpadov sa skládkujú a potom sú vážnou hrozbou kontaminácie podzemných vôd. Jeden z najväznejších odpadov tohto druhu sú odpady z kyselinovej rafinácie olejov, tzv. „gudróny“. Niekoľko takých skládok gudrónov je napr.

¹ prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Ústav zemských zdrojov, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: jan.pinka@tuke.sk, tel.: 055/6023150

v okolí Petrochemy Dubovej, ktoré bude potrebné odstrániť. Tento druh odpadu sa časom postupne rozdeľuje na niekoľko vrstiev. Spodná vrstva kyslého kalu polymerizuje na polotuhú až tuhú látku. Ďalšou vrstvou je zmes kyseliny sírovej H_2SO_4 a vody. Vrchnou vrstvou je olejová frakcia. V dôsledku zrážkovej činnosti hrozí preplnenie skládky kontaminovanou vodou a jej pretečenie na okolitý terén. Z tohto dôvodu sa musí kontaminovaná voda vyvážať do čistiarne odpadových vôd. Zároveň sa gudróny ťažia a dovážajú na spaľovanie v spaľovni nebezpečných odpadov. Doteraz najvhodnejší spôsob zneškodňovania gudrónov je ich spaľovanie a výroba tepla. Je však nevyhnutné realizovať účinné opatrenia na znižovanie emisií, predovšetkým SO_2 .



Obr. 1. Základné škodlivé pôsobenie ropných látok na prvky životného prostredia (podľa [1] upravil autor)

Znečisťovanie vody a pôdy pri vyhľadávaní, ťažbe a prepravy ropy

Ťažba a spracovanie ropy, ako každého iného zdroja energie prináša so sebou negatívny vplyv na životné prostredie. Pri spaľovaní ropy sa uvoľňuje do ovzdušia oxid siričitý (SO_2), čo je jedovatý plyn ktorý spôsobuje kyslé dažde. Tie majú za následok ničenie ihličnatých stromov a života v pôde. Približne 85% ropy v svetových ložiskách má vysoký obsah zlúčení síry. Zložka ropy, obsahujúca s najväčším obsahom síry je mazut, ktorý spaľujú elektrárne na získavanie elektrickej energie. Mnohé z nich však nemajú zariadenia, ktoré by ho odvádzali a tak vypúšťajú každý deň do ovzdušia stovky ton SO_2 . Spaľovanie uhlíkovodíkov má za následok tvorbu CO_2 . Ekologické katastrofy spôsobujú veľké ropné tankery. Počas 60. a 70. Rokov minulého storočia havarovalo okolo 250 tankerov. Dnes je v prevádzke okolo 2 000 tankerov, čo je o 2 000 menej ako v 70. rokoch, aj keď dnešné tankery sú oveľa väčšie. Ropa sa do svetového oceánu nedostáva len haváriami, ale aj cielene pri umývaní nádrží, a tak sa do neho každoročne dostáva 3500 miliónov litrov ropy. Obrovské dôsledky nehôd si vyžadujú nemalé finančné prostriedky na čistenie. Vyliatá ropa ničí predovšetkým zásoby spodných vôd, ktoré kontaminujú pôdu a likvidujú celý ekosystém. Príkladom môže byť delta rieky Niger, kde sa vzácna fauna a flóra takmer zničili. Väčšina havárií v tejto oblasti za posledných 40 rokov mala byť spôsobená ľudským faktorom a nefunkčných zariadení. Pri havárií ropnej plošiny v Mexickom zálive sa v roku 2010 vypustilo do mora v objeme od 71 do 147 miliónov litrov ropy. Príroda aj ekonomika v tejto oblasti sa budú ešte dlho spamätávať. Dôležitým materiálom, ktorý sa vyrába z ropy sú plasty, ktoré poškadzujú životné prostredie už len tým, že sa rozkladajú niekoľko desiatok rokov. Jedným z najpoužívanejším, aké zároveň najškodlivejším plastom pre životné prostredie je Polyvinylchlorid (PVC). Nájdeme ho vo fľašiach, potrubíach, okenných rámoch, podlahových materiáloch, imitácií kože, či v autách. Pri

jeho výrobe však vznikajú dioxíny, ktoré majú škálu negatívnych vplyvov na zdravie, čo je napríklad podpora nádorových ochorení, kardiovaskulárnych ochorení, či poškodzovanie plodu v tele matky. Považujú sa za najjedovatejšie človekom vyprodukované chemikálie. PVC sa recykluje veľmi ťažko preto väčšina výrobkov končí v spaľovniach, kde znova vznikajú dioxíny. Ftaláty sú ďalšie chemikálie, ktoré sa pridávajú hlavne do detských hračiek pre ich zmäkčenie. Často obsahujú až 40% týchto látok. Majú tak isto vplyv na nádorové ochorenia, či poškodenie nervovej sústavy.



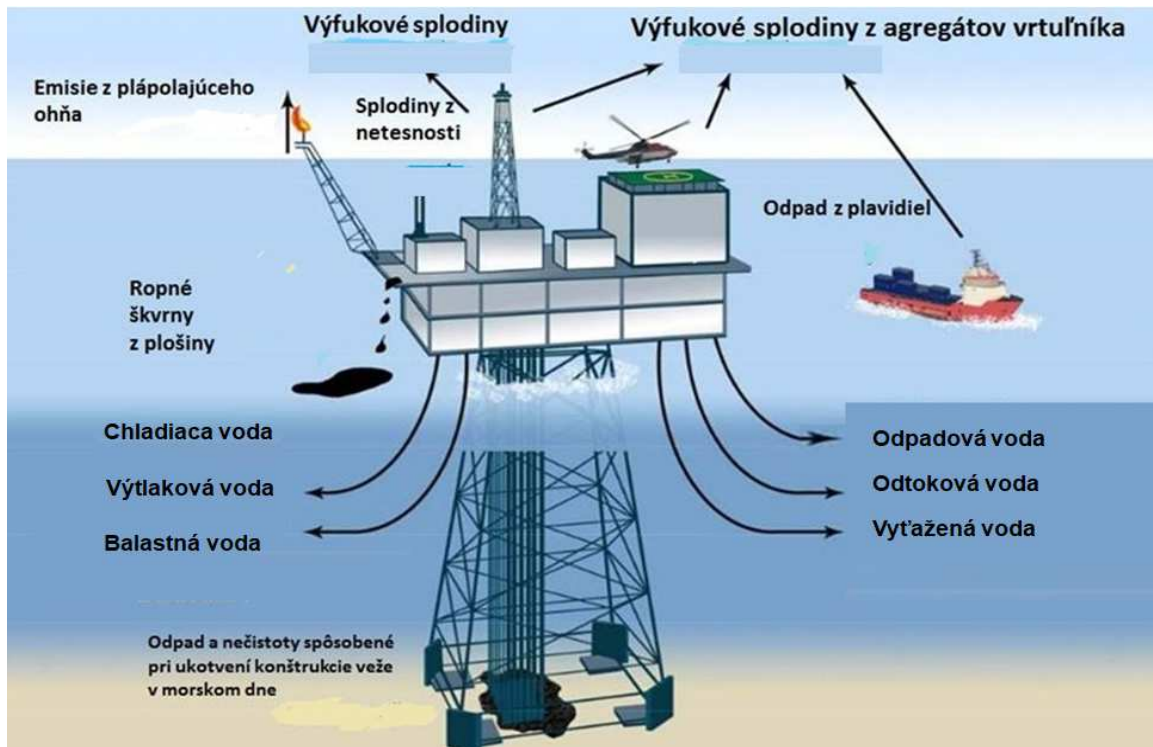
Obr. 2. Hlavné zdroje ropného znečistenia na mori a v oceánoch [2]

Ropné uhľovodíky patria medzi veľmi časté kontaminanty vody a pôdy. Ropné uhľovodíkové frakcie sú mnohוזložkové vzorky uhľovodíkov so širokou škálou fyzikálnych a chemických vlastností. Znečistenie pôdy a vody ropnými látkami determinovalo vypracovanie vhodných postupov tak na stanovenie stupňa znečistenia ako aj na remediáciu vody a pôdy.

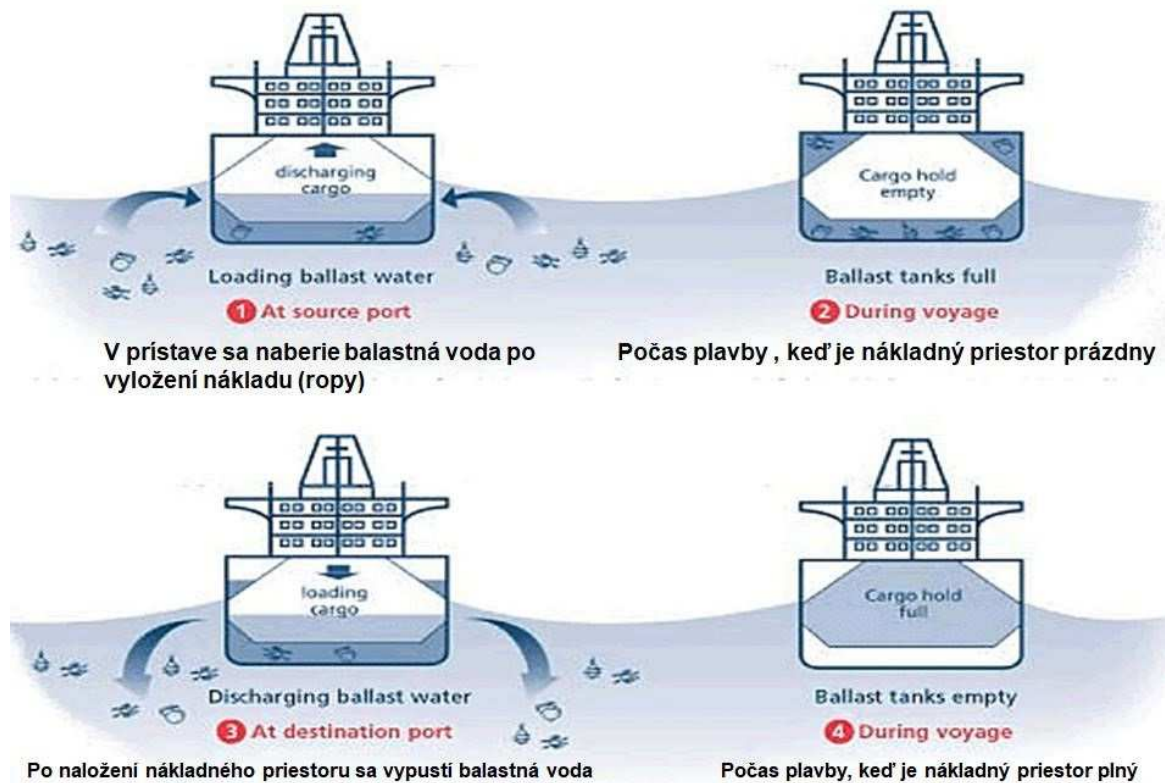
Ropa a ropné látky (produkty spracovania ropy: benzín, petrolej, motorová nafta, minerálne oleje) čoraz viac znečisťujú povrchové a podzemné vody. Podľa pôvodu možno rozlíšiť znečistenie z ťažby, prepravy a spracovania surovín, skladovania a spotreby ropných produktov (obr.3).

Ropa a ropné látky spôsobujú už vo veľmi malých množstvách také znečistenie vody, ktoré ju znemožňuje použiť na pitné účely. Už v koncentráciách asi $0,1\text{mg.l}^{-1}$ sa voda stáva znehodnotená. Nejde pritom o priame ohrozenie ľudského organizmu, pretože voda sa stáva nepoužívateľnou už pri oveľa nižších koncentráciách (zápach, resp. pachuť vody), než by bola hranica toxicity.

Ropa a ropné látky pri nadmernom množstve narušajú čistiarenské procesy. V povrchových vodách ničia pri vytvorení olejovej vrstvy na hladine biologický život. Stopy po znečistení ropnými látkami môžeme bežne pozorovať nielen v prístavoch, zálivoch či na otvorenom mori, napr. na trasách tankerov, ale bohužiaľ aj na niektorých turistických plážach. Najväčší objem ropného znečistenia však nepochádza z havárií tankerov, ale z bežnej prevádzky lodí (z vypúšťania balastových – nazývaných tiež balastných (vôd z tankerov). Len asi 5% pripadá na znečistenie bez zavinenia človeka, tzn. priesaky, samovoľné úniky z naftonosných oblastí morského dna (pozri obr. 2). Balastná voda (alebo tiež aj výtlaková voda) je schematicky znázornená na obr. 4, kde z obrázka je zrejмый princíp. Ropný tanker potrebuje kvôli svojmu ponoru záťaž, a teda po vyčerpaní ropy sa ropný tanker naplní potrebným množstvom balastnej vody. Tiež vrtné plošiny, ale aj napr. ponorky majú balastné nádrže. V oblasti životného prostredia je to teda aj možná ekologická záťaž, chemická záťaž ako aj biologická záťaž (obr. 4). Balastné vody sa nie celkom správne niekedy definujú aj ako vody, ktoré riedia odpadovú vodu.



Obr. 3. Znečistenie morí a oceánov pri vyhľadávaní a ťažbe ropy za pobrežnou čiarou [3]



Obr. 4. Princíp balastnej (vyrovnávacej) vody v ropnom tankeri pri preprave ropy[3]

Znečistenie riek, morí a oceánov vplyvom vypúšťania balastnej vody do morí a oceánov je často krát spôsobené nezodpovednosťou lodnej posádky a najmä kapitánov niektorých lodí ale aj tankerov (obr. 5–6).



Obr. 5 Vypúšťanie balastnej vody do mora [3]



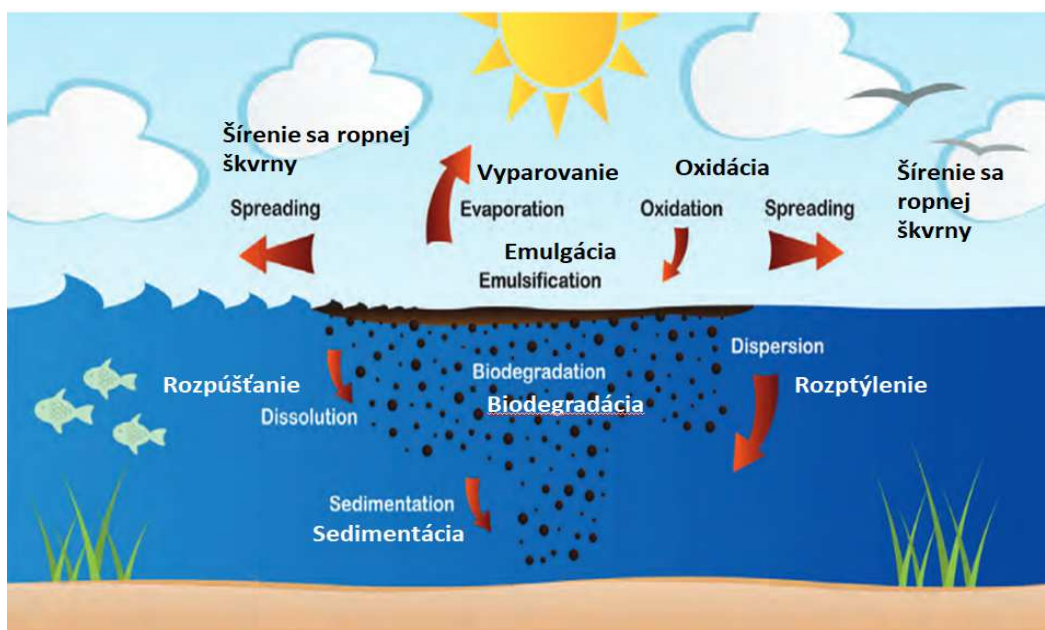
Obr. 6 Vypúšťanie balastnej vody do mora [3]

Pri ropnom znečistení sa na hladine vytvára hustá tenká (asi 2 mm) vrstva z ropy a ťažkého oleja (pozri obr.7). Ľahké oleje tvoria tzv. monomolekulárny film. Ropné látky znižujú a obmedzujú fotosyntézu. Najprv dochádza k vyprchaniu ľahkých uhlíkovdých, ropa stráca približne 25% svojej hmotnosti, zostávajúca časť sa odbúrava aj fotochemicky, ale väčšina ropy sa postupne mení v ťažko odbúrateľnú gélovitú hmotu, časť emulzie z ropných látok klesá ku dnu. Ešte asi po 3 mesiacoch majú plávajúce ropné látky asi 15% pôvodného objemu. Okrem obmedzovania fotosyntézy pôsobia jednotlivé ropné frakcie toxicky na vodné organizmy - limitujú potravnú ponuku, schopnosť rozmnožovania, môžu pôsobiť karcinogénne alebo ovplyvniť genetiku.

Odstraňovanie ropnej škvrny z vodnej hladiny je náročné a závisí od mnohých faktorov, napr. od typu ropnej škvrny, od teploty vody (vplývajúcej na vyparovanie a biodegradáciu), na type pobrežia a mnohých iných ďalších faktoroch. Podrobne sú technické a technologické spôsoby odstraňovania ropného znečistenia morí a oceánov popísané a spracované v odbornej literatúre [3]. Medzi základné metódy používané na odstraňovanie ropnej škvrny patrí hlavne.:

- Biodegradácia – použitím mikroorganizmov alebo biologických látok.
- Bioakcelerátory – hydrofóbne látky kumulujúce uhlíkovdých. Ich pôsobením sa vytvorí hmotu podobná gélu.
- Premena na pevnú látku – solidifikácia použitím hydrofóbnych polymérov, ktoré absorbujú i adsorbujú.
- Kontrolované zapálenie (ropnej škvrny).
- Použitie detergentov.
- Bagrovanie, smykanie.

- Odsávanie a následná centrifugácia [3–4].



Obr.7 Chemické procesy a chovanie sa ropnej škvrny na mori, resp. v oceáne [3]

Záver

Vodu, dno i pobrežia riek, morí a oceánov človek stále viac využíva pre rôzne účely, čím zároveň aj spôsobuje, že tento priestor v mnohých smeroch znehodnocuje a ohrozuje. Sám si vedome ale aj nevedome vytvára problémy, ktorých riešenie si častokrát vyžaduje medzištátnu až celosvetovú spoluprácu. Znečisťovanie hydrosféry, v rámci ktorej svetový oceán má prvoradý celoplanetárny význam, patrí medzi najväčšie problémy súčasnej civilizácie. Podľa Medzinárodnej oceánografickej komisie znečisťovanie svetového oceánu sa definuje ako: "Priame alebo nepriame prinášanie substancií, alebo energií vplyvom človeka do oceánskeho životného prostredia (vrátane prínosu riekami), ktoré sú nebezpečné ľudskému zdraviu, škodia morským organizmom, obmedzujú využitie oceánov a morí, vrátane rybolovu a znižujú rekreačné možnosti". Príčiny znečisťovania svetového oceánu sú rôznorodé a ich dosah sa neustále zväčšuje. Škodlivé látky sa do oceánov a morí dostávajú prirodzeným spôsobom, napr. eróziou na pobrežiach, vulkanizmom na oceánskom dne, riekami, vetrom, atmosferickými zrážkami a ľudskou činnosťou. Hospodárska aktivita človeka v oceánoch a moriach, aj na okolitých pevninách čoraz viac spôsobuje znečisťovanie svetového oceánu. Najnebezpečnejším znečisťovateľom je ropa, ktorá sa dostáva do oceánov a morí pri jej ťažbe, pri havárii tankerových lodí, pri vyplachovaní tankerov. Obrovské tankerové lode, ktoré v mori čistia svoje podpalubné sklady, vypúšťajú do morskej vody uhl'ovodíky. Tie potom unášajú morské prúdy k brehom. Predpokladá sa, že do svetového oceánu sa ročne dostáva asi 6 mil. ton ropy, z toho prevažná časť pričinením človeka. I keď najznámejšie znečistenia ropou sú z havárií tankerov, ktorým sa ropa transportuje, viac rôznych ropných látok sa dostáva do svetového oceánu vypúšťaním znečistených vôd, pri čistení tankerov a prínosom znečistených vôd riekami z pevniny. Asi 10 % ropy z uvedeného množstva prichádza do svetového oceánu prirodzeným spôsobom, napr. presakovaním z naftonosných vrstiev dna do morskej vody. Ropné látky sa ukladajú na hladine vo forme tenkej súvislej vrstvy. Toxicita a trvanie ropných látok na hladine závisí od ich druhu. Nebezpečenstvo ropného znečistenia je najmä v tom, že zabraňuje alebo znižuje výmenu plynov, pohlcuje kyslík rozpustený vo vode, obmedzuje fotosyntézu. Nebezpečné je aj tepelné znečistenie spôsobené odpadovými vodami tepelných a jadrových elektrární, ktoré sa budujú v blízkosti pobreží. Na znečisťovaní svetového oceánu sa stále viac podieľajú chl'orované uhl'ovodíky, ktoré sú obsiahnuté v rôznych syntetických chemických látkach, napríklad v rozpúšťadlách, pesticídoch

a pod. Odhaduje sa, že asi 25 % ročnej produkcie týchto látok sa dostáva do svetového oceánu riekami, odpadovými vodami priamo do oceánov a morí i vetrami. Tieto látky sú veľmi nebezpečné preto, že sú značne rezistentné, akumulujú sa v biomase, spomaľujú tiež fotosyntézu, rast a delenie buniek fytoplanktónu a pod. Vplyv chlórovaných uhlíkovodíkov sa môže negatívne prejaviť na celom potravinovom reťazci organizmov svetového oceánu. Svetový oceán je stále viac ohrozovaný aj znečisťovaním ťažkými kovmi a komunálnymi odpadmi. Z ťažkých kovov sú nebezpečné svojou toxicitou zlúčeniny ortuti, olovo a kadmium. Komunálnymi odpadmi sa do svetového oceánu dostávajú rôzne organické i anorganické látky - zlúčeniny fosforu, dusíka, detergenty, fenoly, patogénne mikroorganizmy a pod. Údáva sa, že asi 60 až 65 % organických látok má svoj pôvod od znečisťovateľov na pobreží, zvyšok prinášajú rieky. Odpadové vody obsahujú veľa výživných látok, čo spôsobuje eutrofizáciu vôd pri pobrežiach s negatívnymi dôsledkami pre živočíšstvo, najmä ryby [4]. V mnohých oblastiach svetového oceánu ako na plážach, tak aj na dne okrajových a stredozemných morí sa vyskytuje množstvo pevných odpadov z dreva, skla, plastických látok a pod. Odhaduje sa, že v posledných rokoch do svetového oceánu sa dostáva 8 až 10 mil. ton pevných odpadov, ktoré znehodnocujú príslušné časti oceánov a morí a nielen esteticky, ale častokrát aj svojou toxicitou. Existuje veľmi úzka súvislosť medzi rozsahom znečistenia jednotlivých častí svetového oceánu a koncentráciou obyvateľstva, sídiel a rôznych hospodárskych aktivít na pobrežiach, ťažbou a dopravou ropy. Veľa oblastí svetového oceánu - pláže, dno okrajových a stredozemných morí, ale i pobrežné oblasti vzdialených ostrovov - je pokrytých predmetmi z plástov, kovov, dreva, skla a pod. Posledné odhady hovoria o 8 až 10 miliónoch ton pevných odpadov, ktoré sa ročne dostávajú do oceánu. Problémom sú pri tom nielen estetické nedostatky, ale rovnako aj ekologické súvislosti. Plasty nachádzame totiž vo všetkých článkoch potravinových reťazcov od nižších červov až po vodné vtáky. Sú prijímané s potravou a svojim toxikofyziologickým pôsobením môžu zapríčiniť smrť, alebo zostávajú dlho v tráviacom trakte a obmedzujú prijímanie prirodzenej potravy.

Literatúra

1. BIENIK, J.: Ropa, zemný plyn a životné prostredie. Bratislava. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1982. s.1-240.
2. PINKA, J.: Hydrogeologické a inženýrské vrty. Monografie. VŠB-TU Ostrava, Ostrava, 2016, 1- 305, ISBN 978-80-248-3938-7
3. PINKA, J.: Vyhľadávanie a ťažba nekonvenčných zdrojov ropy a zemného plynu. Monografia. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2013, 1-136, ISBN 978-80-248-3242-5
4. PINKA, J.: Moderní technologie hlubinného vrtání. Monografie. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2015, 1-144, ISBN 978-80-248-3871-7