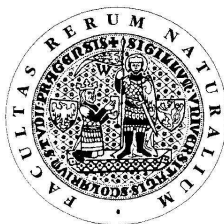


UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
Přírodovědecká fakulta

---

Studijní program: Chemie  
Studijní obor: Chemie životního prostředí



Helena Lebdušková

## ROPNÉ HAVÁRIE A JEJICH VLIV NA KVALITU VOD

Oil accidents and their effect on water quality

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Libuše Benešová, CSc.

Praha 2011

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Jsem si vědoma toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

V Praze dne 23. dubna 2011.

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí bakalářské práce paní Ing. Libuši Benešové, CSc. za pomoc a odborné rady při vypracování této bakalářské práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu během studia.

## **Abstrakt**

V předkládané bakalářské práci se především se věnuji ropným haváriím, které se staly běžnou součástí našich životů. Součástí práce je i charakteristika ropy, jako výchozí suroviny na výrobu benzínu, nafty a dalších ropných produktů. Současný způsob užívání ropy a ropných produktů se bez rizika havárií bohužel neobejde. Mezi největší problémy patří přeprava ropy tankery. Další problémy přináší zpracování ropy a odpady vznikající při jejím zpracování. Cílem práce je zejména vyhodnocení ropných havárií, jejich vliv na kvalitu vody a současně tak i na celý ekosystém.

## **Klíčová slova**

Ropa, ropné havárie, znečištění vody

## **Abstract**

The basic aim of the thesis is description of oil accidents, which are these days the normal part of our lives. I deal with the issue of oil extraction as a base material for petrol, oil and other oil-based products. The current methods of production make these accidents impossible to avoid. The biggest problems come from using large tankers to transport the oil, other problems bring oil processing and waste production.

This thesis focuses on the assessment of oil accidents and their effects on water quality, as well as on the whole ecosystem.

## **Keywords**

Oil, oil accident, water pollution

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>- 7 -</b>
1.1	Úvod do problematiky a cíl bakalářské práce .....	- 7 -
<b>2</b>	<b>Ropa</b> .....	<b>- 9 -</b>
2.1	Vznik ropy .....	- 9 -
2.2	Složení a vlastnosti ropy .....	- 10 -
<b>3</b>	<b>Získávání ropy z přírodních nalezišť</b> .....	<b>- 11 -</b>
3.1	Těžba ropy .....	- 11 -
3.1.1	Primární způsob těžby .....	- 11 -
3.1.2	Sekundární a terciární způsob těžby .....	- 12 -
3.2	Těžba ropy v ČR .....	- 12 -
3.3	Doprava ropy .....	- 12 -
3.4	Zpracování ropy .....	- 13 -
3.4.1	Odpady vznikající při zpracování ropy .....	- 14 -
3.4.2	Odpady vznikající při užití ropných výrobků .....	- 15 -
<b>4</b>	<b>Havárie související s těžbou a přepravou ropy</b> .....	<b>- 16 -</b>
4.1	Havárie ropných plošin .....	- 17 -
4.2	Havárie ropovodů .....	- 19 -
4.3	Havárie ropných tankerů .....	- 20 -
4.4	Havárie na území ČR .....	- 21 -
<b>5</b>	<b>Vliv ropných havárií</b> .....	<b>- 24 -</b>
5.1	Vliv na životní prostředí .....	- 24 -
5.2	Vliv na kvalitu povrchových vod .....	- 25 -
5.3	Vliv na kvalitu podzemních (pitných) vod .....	- 26 -
5.4	Na flóru, faunu a zdraví člověka .....	- 26 -
<b>6</b>	<b>Odstraňování havárií</b> .....	<b>- 30 -</b>
<b>7</b>	<b>Chemická analýza</b> .....	<b>- 33 -</b>
7.1	UV-spektrofotometrie .....	- 33 -
7.2	IČ-spektrofotometrie .....	- 33 -
7.3	Další analýzy .....	- 34 -
<b>8</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>- 35 -</b>

# 1 ÚVOD

## 1.1 Úvod do problematiky a cíl bakalářské práce

V závislosti na zvyšující se průmyslové úrovni států světa se ropa stala v posledním století jednou z nejvíce obchodovatelných a nepostradatelných komodit světové ekonomiky. S klesajícími zásobami a rostoucí celosvětovou poptávkou ropy její význam neustále stoupá. Země těžící ropu se v posledních třiceti letech topí v přílivu peněz a řada států začala využívat černé zlato jako své beranidlo zahraniční politiky [1]. S ropou souvisí světové konflikty a války. Země, které ropu vyvážejí, se sdružují v mezinárodní organizaci OPEC, která byla založena v roce 1960 v Bagdádu. Má sídlo ve Vídni a sdružuje třináct států, na které připadá kolem 85 % světového vývozu ropy. Členy jsou Alžírsko, Ekvádor, Gabun, Indonésie, Irák, Irán, Katar, Kuvajt, Libye, Nigérie, Saúdská Arábie, Sjednocené arabské emiráty a Venezuela. Arabské země těžící ropu se sdružují v mezinárodním regionálním komoditním sdružení OAPEC, které bylo založeno v roce 1968. Členy jsou Alžírsko, Bahrajn, Egypt, Irák, Katar, Kuvajt, Libye, Saúdská Arábie, Spojené arabské emiráty a Sýrie. Hlavním cílem obou organizací je koordinace ropné politiky, zejména stanovení exportních cen ropy a koncesních poplatků ropných společností, koordinace těžebních plánů a produkčních kvót, finanční pomoc poskytovaná rozvojovým zemím. Koordinují obchodní politiku, výměnu informací a společné projekty v oblasti těžby, přepravy a zpracování ropy [2].

Produkty petrochemického průmyslu jsou nedílnou součástí života lidí na celém světě. Bez ropy by se lidstvo při dnešní úrovni civilizace již neobešlo! Ropa a ropné výrobky jsou základním palivem pro dopravu a hlavní surovinou pro výrobu plastů, hnojiv, herbicidů, pesticidů a některých léků.

Cílem bakalářské práce je ukázat na ekologické škody, které nastaly a ještě mohou nastat při těžbě, dopravě, zpracování a využití ropy. Všechny tyto činnosti ovlivňují okolní ekosystémy.

Nejpodstatnější je kontaminace vody, která je pro život na Zemi nepostradatelná.

Vždyť jen v období patnácti let, v letech 1970 až 1985, došlo k 186 velkým nehodám, které zavinily únik minimálně 1300 tun ropy [3]. Toto číslo mluví samo za sebe, a mělo by nás upozornit, že nejde jen o náročné odstranění následků ropných

havárií, ale zároveň dochází k vážnému ohrožení světového ekosystému.

Jak je havárie závadnými látkami, mezi které ropa patří, definovaná českou legislativou? Zákon č. 254/2001 v § 39 definuje závadné látky jako látky, které nejsou odpadními, nebo důlními vodami a současně mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod [4].

V § 40 se uvádí, že havárie je mimořádné závažné zhoršení, nebo mimořádné závažné ohrožení jakosti povrchových, nebo podzemních vod. Za havárii se tedy považují i případy technických poruch a závad zařízení [4].



## **2 Ropa**

Anglické slovo pro ropu – petroleum – pochází z latinských slov petra a oleum, což znamená skála a olej. Jak ze složeniny názvu vyplývá, ropu nacházíme v horninách pod zemským povrchem, někdy však v nalezištích vyvěrá na povrch a vytváří jezírka. Ložiska ropy jsou v celé zemské kůře pod pevninou a pod mořem [5].

### **2.1 Vznik ropy**

#### **Organický původ:**

Po mnoho tisíc let se v zátokách dávných moří na Zemi usazovaly spolu s bahnem zbytky drobných živočichů a řas. V průběhu jurské doby pod tlakem nadložních vrstev, za nepřístupu vzduchu, při produkci metanu a oxidu uhličitého a účinkem anaerobních bakterií vznikla pravděpodobně z těchto zbytků postupně kapalná ropa a zemní plyn [6].

#### **Anorganický původ:**

Tato teorie vzniku ropy je podle ruského vědce D. I. Mendělejeva (1834-1907). Podle něj působením přehřáté páry na karbidy těžkých kovů vznikla ropa v dobách, kdy se vyskytovaly tyto kovy blízko zemského povrchu. Ve prospěch této teorie svědčí jednak laboratorní příprava pevných, kapalných i plynných uhlovodíků z karbidů uranu, lanthanu a v některých oblastech také neustálý únik metanu ze zemského nitra [6].

Ropa se často nalézá v propadlých částech země. Někdy se hromadí v pórovitých horninách, a protože je lehčí než voda, tak i ve vrstevních sedlech, často i v blízkosti ložisek soli. Tyto horniny jsou mezi nepropustnými vrstvami, takže jimi se nemůže pohybovat žádná kapalina. Toto místo se nazývá ropný rezervoár. Ropa může pod zemí i migrovat.

V Saudské Arábii migrovala do hloubky okolo 1500 m. Ropa není pod zemí jako jedno velké jezero, ale může být roztroušena mezi zrnky písku, nebo v trhlinách hornin. Asi 85 % veškeré ropy na světě se získává z písčitých vrstev a jen 15 % z vápencových [6].

## 2.2 Složení a vlastnosti ropy

Ropa je hnědá až nazelenalá olejovitá a hořlavá kapalina. Její hustota se udává mezi 800-990 kg/m<sup>3</sup>. Ropa tvoří na vodě plovoucí vrstvu a s vodou se nemísí. Složena je z plyných, kapalných a tuhých látek. Převážnou část ropy tvoří uhlovodíky, dále bývají přítomny sírné, kyslíkaté a dusíkaté sloučeniny a v malém množství organické a anorganické soli obsahující kovy. Z plynů jsou v ropě obsaženy především metan, etan, propan, butan, oxid uhličitý a sulfan, někdy může být přítomen dusík nebo vzácné plyny. Z kapalných látek obsahuje n-alkany (parafíny), izoalkany (izoparainy), cykloalkany (cyklany, nafteny) a aromáty. Tuhé látky v ropě zastupují tuhé uhlovodíky (parafíny, cereziny) a také asfyktické látky. Tyto tuhé látky jsou rozpuštěny v kapalných sloučeninách. Uvedené typy sloučenin se liší svou strukturou, velikostí molekuly, počtem kruhů a počtem alkylsubstituentů. Jejich vzájemný poměr se mění podle stáří ropy a podle jejího naleziště [7]. Podle hustoty a původu bývá ropa rozdělována na jednotlivé druhy, nejvýznamnějšími a zároveň nejobchodovanějšími jsou West Texas Intermediate (WTI) a evropská ropa Brent [1].

### **3 Získávání ropy z přírodních nalezišť**

Ložiska ropy jsou rozseta po všech kontinentech, v různých hloubkách zemské kůry, i pod dnem moří a oceánů. Ta ložiska, která byla blízko povrchu, jsou již většinou vytěžena. Nová ložiska se nyní hledají v hloubkách 6 - 10 km. Hluboké vrty se realizují i v mořích. V krajinách bohatých na ropu, jsou ložiska často tak blízko u sebe, až splývají a vytvářejí celá ropná pole.

#### **3.1 Těžba ropy**

Po navrtání ložiska, ropa buď samovolně vytryskne, nebo se musí získávat zvláštními prostředky.

##### **3.1.1 Primární způsob těžby**

Po otevření nového ložiska nastává velice často samotoková těžba. Pokud na ropu působí dostatečný tlak ropných plynů nebo tlak spodní vody, která na ropné ložisko tlačí z okolí, ropa vytéká na povrch. Při klesnutí tlaku natolik, že ropa sama z vrtu nevytéká, je možné těžbu znova zvýšit zavedením stlačeného vzduchu (airlift) nebo stlačeného plynu (gaslift). Pokud je část ropy již vytěžena, dojde k poklesu tlaku v ložisku. Hladina ropy v sondě poklesne a ropu je nutno čerpat hlubinnými čerpadly. Na povrchu čerpací kozlík zajišťuje proměnlivý pohyb táhlic s čerpadlem. Tento pohyb je vyvozován pomocí elektromotoru, který převody, třmenem a vahadlem předává na rameno kývající efekt. Na konci ramena jsou přes hlavu kozlíku upevněny táhlice, které dávají do pohybu mechanismus hlubinného čerpadla. Hlubinné čerpadlo je vlastně čerpadlo pístové. Na koloně táhlic je zavěšen dutý píst „plunžer“ ve vrchní a spodní části čerpadla jsou kulové ventily. Při pohybu pístu nahoru se spodní sací ventil otevírá působením tlaku kapaliny zdola a kapalina vchází do válce čerpadla. Při zpětném pohybu pístu dolů se spodní sací ventil tlakem kapaliny, nacházející se pod pístem a větším než je tlak zdola, zavírá a horní ventil se otevírá a kapalina z válce prochází do prostoru nad pístem. K těžbě ropy se může používat i jiných typů čerpadel, ale pro citlivost k cizorodým příměsím nejsou tak rozšířená jako pístová. V současné době se odhaduje, že 90 % všech ropných sond těží pomocí hlubinných čerpadel [10].

### 3.1.2 Sekundární a terciární způsob těžby

Základem sekundárních těžebních metod je udržování ložiskové energie při těžbě na vysoké úrovni. Takto lze zvýšit těžbu na 50-60 %. Když už ani sekundární metody nestačí na udržení produkce, nastupuje terciární metoda, která zahrnuje různé speciální metody, např. zatlačení „neuhlovodíkových“ plynů do ložiska, aplikace rozptýlených zavodňovacích metod, užití tepla pro snížení viskozity ropy či využití metabolické činnosti anaerobních bakterií. Terciární metoda dovoluje vytěžit dalších 5-15 % ropy, která nebyla vytěžena primárním nebo sekundárním způsobem[10].

## 3.2 Těžba ropy v ČR

Jen malou část své spotřeby pokrývá Česká republika vlastními zdroji z nalezišť na Jižní Moravě na Hodonínsku. Denně se vytěží kolem 300 tun [11]. Chybějící ropa se dováží. Historie naftového odvětví na Moravě začala v roce 1899. První oficiální vrt byl uskutečněn 27. března 1900 a nazýval se „Helena“, realizoval ho Julius May v Bohuslavicích nad Vlčí [32].

## 3.3 Doprava ropy

V polovině 19. století, kdy se začala ropa těžit ve větším měřítku (Rusko, USA), byla přepravována v dřevěných sudech koňskými spřeženími. Objem takového sudu se ustálil na jisté hodnotě a od těch dob se těžba ropy tradičně uvádí v barelech [9].

Barel (jednotka) – je název několika různých jednotek objemu. Název vznikl z anglického slova barrel, které znamená mimo jiné významy i sud. Barel ropy se značí bbl,  $1 \text{ bbl} = 159 \text{ dm}^3$  [9].

Přeprava koňskými povozy byla brzy nahrazena přepravou v cisternách po železnici. Později se ale ukázalo, že ani tento způsob dopravy není dostačující a bylo nutno přikročit k mnohem efektivnějšímu způsobu přepravy ropy po souši – ke stavbě ropovodů a po moři – ke stavbě tankerů [9].

### 3.4 Zpracování ropy

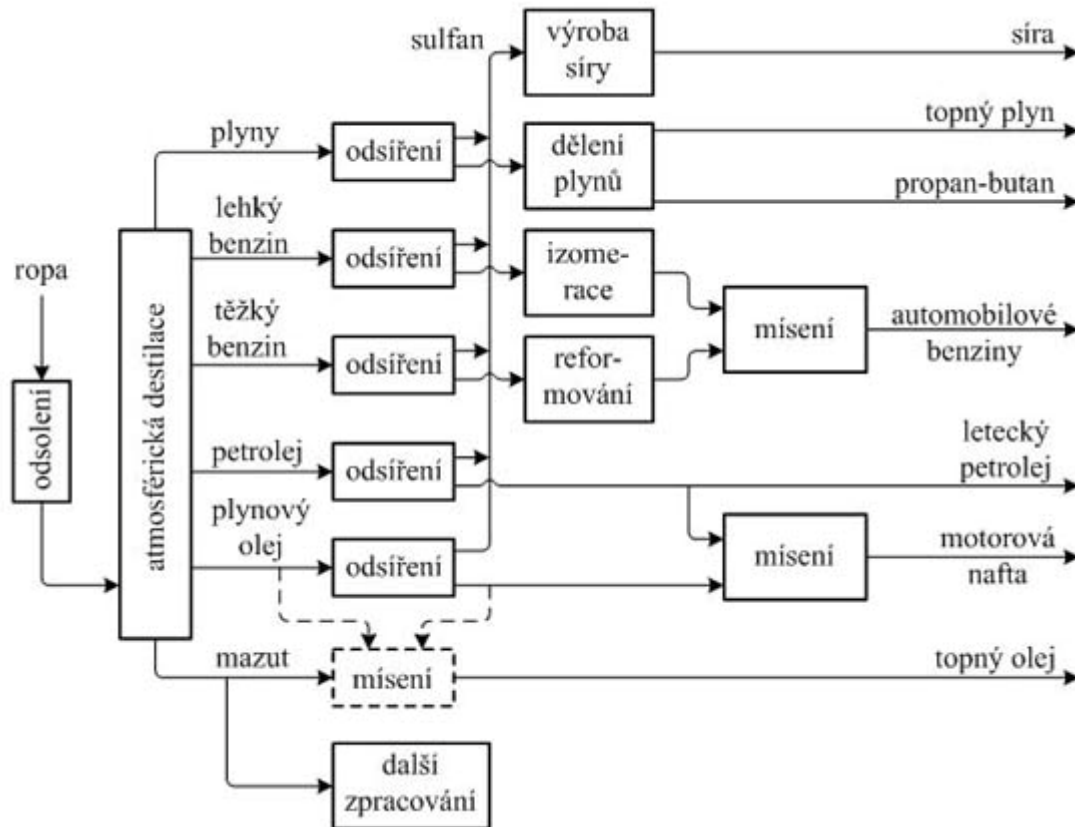
Rafinérie v České republice nakupují ropu od těžebních firem v místě těžby a dopravují ji prostřednictvím ropovodů, případně i lodních tankerů na místo zpracování. Najímají si k tomu specializované přepravní firmy, kterým ropovody patří. V České republice je to společnost MERO, která ropu také skladuje i pro strategické zásoby Správy hmotných rezerv. Česká republika po přistoupení k Evropské unii má povinnost skladovat zásoby ropy a ropných produktů, které by vystačily po přerušení dodávek na devadesát dní [11].

Hlavním zdrojem ropy pro Českou republiku jsou naleziště v Ruské federaci. Ruská ropa s vysokým podílem síry do České republiky proudí z Ruska jižní větví ropovodu Družba přes Bělorusko, Ukrajinu a Slovensko. Ropy z ostatních zdrojů, často s vyšším podílem parafínu, se dodávají prostřednictvím ropovodu IKL. Ten začíná v bavorském Vohburgu poblíž Ingolstadtu, kde je napojen na ropovod TAL, dopravující ropu přes Alpy z terminálu v italském Terstu na pobřeží Jaderského moře [30].

Největší zpracovatel ropy a výrobce ropných produktů v České republice je ČESKÁ RAFINÉRSKÁ, a.s., Litvínov a PARAMO, a.s., Pardubice [30].

Ropa se zpracovává v rafinériích, na které mohou navazovat petrochemické závody. Nejprve se elektrostaticky odsoluje (odstraňují se z ní anorganické soli, jako chloridy a sírany sodíku, vápníku a hořčíku) a potom se atmosférickou a vakuovou destilací rozdestiluje na několik užších frakcí, které se zpracovávají samostatně [30].

Atmosférickou destilací v jedné nebo více kolonách se z ropy obvykle získávají rafinérské plyny, lehký benzin, těžký benzin, petrolej, plynový olej a jako destilační zbytek zůstane mazut [30]. Všechny destiláty z atmosférické destilace ropy se obvykle nejprve pomocí hydrogenační rafinace odsiřují, vznikající sulfan se v Clausových jednotkách zpracovává na síru [29].



Obr. 1 Blokové schéma obvyklého zpracování frakcí z atmosférické destilace ropy; převzato z <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-01.aspx> [12. 5. 2011]

### 3.4.1 Odpady vznikající při zpracování ropy

Z menší části jako odpady z technologických procesů a z větší části jako úniky při skladování a manipulaci s ropou a směsmi ropných látek v závodech na zpracování ropy vznikají emise. Vykazují velmi rozdílné složení dle produktové orientace (různé v palivářské, olejářské rafinerii či petrochemickém komplexu), vyspělosti použité technologie, zpracovávané suroviny a podle úrovně kontroly. Obecně to jsou kouřové emise, prach, saze a mechanické částice, uhlovodíky, oxidy uhlíku, dusíku a síry a další organické látky. Při zpracování ropy vznikají také odpady kapalné, které se třídí na rafinérské kaly (olejové, neolejové, ostatní), různé kapalné zbytky a polotuhé nebo tuhé odpady (odpady z rafinace ropných produktů kyselinou – Ostramo, Koramo, upotřebené bělicí hlinky, upotřebené katalyzátory, povlaky a inkrustace ze skladovacích nádrží, prach, kontaminovaná zemina) a upotřebená rafinační činidla a chemikálie (vodný roztok hydroxidu sodného) [30].

### 3.4.2 Odpady vznikající při užití ropných výrobků

83 % těžené ropy se ve formě vyráběných produktů spaluje jako palivo pro dopravní mechanismy (uhlovodíkové plyny, benzin, letecké palivo, motorová nafta) nebo jako topné oleje. V atmosféře tímto procesem dochází ke zvyšování obsahu oxidu uhličitého. Vedle produktů spalování jsou sledovány také další odpady, jako jsou těkavé organické látky (Volatile Organic Compounds – VOC). Především lehké uhlovodíky a některé kyslíkaté sloučeniny, které unikají do atmosféry při distribuci pohonných hmot, provozu dopravních mechanismů (především automobilů) a při užití rozpouštědel v petrochemickém, gumárenském, lakařském a jiných odvětvích průmyslu. Dále pak upotřebené mazací oleje (UMO), které vznikají vyřazením motorových, převodových, hydraulických, turbinových, elektroizolačních a dalších olejů z provozu po skončení doby jejich životnosti v důsledku jejich znehodnocení jak genetickými kontaminanty (nespálené zbytky původního paliva, saze, kovové i nekovové prvky jako výsledek degradace přísad, kovový otěr, prach, voda a mikroorganismy), tak i sekundárními kontaminanty (organická rozpouštědla, chlorované uhlovodíky, složky nemrznoucích kapalin-glykoly, zbytky plastů a laků apod.). Využití UMO představuje závažný technologický, ekonomický a ekologický problém. Pro jejich zpracování se používá regenerace nebo se zpracovávají na topné oleje, které se spalují za specifických podmínek ve spalovnách [30].

## **4 Havárie související s těžbou a přepravou ropy**

Únik ropy do moře souvisí ve značné míře s její těžbou a přepravou. Ropa se do moře dostává haváriemi tankerů a plošin, ale také přirozeným prosakem z natlakovaných ropných kapes, které jsou pod hladinou. Těžba ropy paradoxně na některých místech tlak v těchto kapsách, a tím i prosak do volného moře, snižuje. Ještě v 80. letech se ropa dostávala do moře i běžným provozem tankerů (prázdné tankery nabíraly tzv. zátěžovou vodu, kterou pak v přístavech i se zbytky ropy vypuzovaly ven). Od této doby se mnoho změnilo, především omezení výplachu tankerů mořskou vodou (zbytková ropa z nádrží se separuje, zátěžové nádrže jsou odděleny od ropných). Díky těmto bezpečnostním opatřením se počet havárií snižuje. V 70. letech došlo k cca 24 velkým nehodám ročně, v 80. letech k devíti nehodám a v 90. letech k osmi haváriím ročně. Množství uniklé ropy kleslo z 313 tis. tun/ročně ropy v 70. letech na 110tis. tun/ročně v letech 90. Problémem je, že většina havárií se stává v pobřežních vodách, kde významně postihuje mořské živočichy, rybolov i turistický ruch [8].

Příčinou většiny havárií je selhání lidského faktoru. Ať už se jedná o lidskou chybu nebo o přirozený jev, úniky ropy mají vždy katastrofální dopad na životní prostředí.

K největšímu ropnému zamoření došlo roku 1991 v Iráku, kde tehdejší diktátor Saddám Husajn nechal do vod Perského zálivu záměrně vypustit 1,9 miliardy litrů ropy. Chtěl tak během války v zálivu ztížit vylovení americkému námořnictvu.

Dnes je nejvíce diskutovanou havárií požár plošiny Deepwater Horizont. Tato ekologická katastrofa vypukla 20. dubna 2010, když vysoce stlačený metan vytrhl horní uzávěr vrtné aparatury a po smíšení se vzduchem explodoval. Výbuch spolu s požárem připravil o život 11 lidí, narušil statiku plošiny a ta se potopila. Poté selhal bezpečnostní ventil a ropa začala unikat. Skvrna nakonec poškodila pobřeží pěti amerických států, včetně cenných mokřadů v deltě řeky Mississippi. O obživu dočasně připravila rybáře, chovatele ústřic i další obyvatele přímořských oblastí. Zastavit únik ropy nebylo vzhledem k velké hloubce snadné. Počátkem srpna 2010 se technikům podařilo přímo do poškozeného vrtu napumpovat speciální těsnící směs. V září byl ucpán vrt i zdola pomocnými šachtami. Do té doby do moře uniklo kolem 780 milionů litrů suroviny, čímž se neblaze řadí k druhé největší ropné havárii, která se dosud udála [12].



Další neméně závažná havárie Mexický záliv však postihla již v roce 1978, kdy z těžební plošiny Ixtoc uniklo do moře 530 milionů litrů ropy. Inženýrům tehdy trvalo rok, než únik ropy zastavili.

K nejznámějším a nejtragičtějším ropným katastrofám patří havárie tankeru Valdez společnosti Exxon, kdy roku 1989 u Aljašky vyteklo do moře 40 milionů litrů ropy. Neblahým následkem byl zejména úhyn milionů zvířat.

## 4.1 Havárie ropných plošin

Poměrně časté nehody na mořských ropných plošinách mají za následek nejenom materiální škody a smrt zaměstnanců, kteří se v té době nacházeli na inkriminovaném místě, ale často obrovské úniky ropy, které znečišťují moře.

3. února 1979 došlo k výbuchu na ropné věži Ixtoc u Yucatánského poloostrova Mexickém zálivu. Pokusy zastavit proud ropy selhaly a situace se vymkla kontrole. Začátkem října se ropná skvrna v délce 640 km pohybovala směrem k jihovýchodnímu pobřeží Texasu. Podle konečného odhadu se při tomto úniku ropy vylilo do moře víc než 800 milionů litrů ropy. Úsilí zachytit ropnou skvrnu a zabránit, aby se dostala k pobřeží, komplikovali dva faktory. Zaprvé neustálá změna větru. Zadruhé ropa byla natolik těžká, že klesla pod hladinu moře. V důsledku toho se hůře zjišťoval její pohyb, přičemž ropa podplavávala bariéry, které rozmístili na hladině ve snaze jí zachytit. 7. října byla skvrna už víc jak 8001 km dlouhá [13].

Od roku 1980 se stalo několik havárií s velkými ztrátami na životech: v březnu 1980 se plošina společnosti Alexander Keilland rozpadla kvůli únavě materiálu v Severním moři. Zahynulo na ní 123 dělníků. V roce 1983 ropné pole Nowruz u iránského pobřeží stíhala jedna katastrofa za druhou. V únoru začala z ropné věže, do které narazila loď, unikat ropa. Irák, který vedl válku s Iránem, vyhodil 2. března do vzduchu další věž. Ve válce bylo poškozených až osm ropných věží. Nelítostná válka mezi Iránem a Irákem znemožnila opravit vrtné věže. Zbytek světa se bezmocně díval, jak do moře vytéká 1 117 000 litrů ropy denně a pokrývá pobřeží Perského zálivu hrubou vrstvou lepkavé černé hmoty [13].

V srpnu 1984 u pobřeží Brazílie výbuch na plošině společnosti Petrobras způsobil, že se 36 osob utopilo [13].

Ropná věž Piper Alpha společnosti Occidental Petroleum stála v Severním moři, 193 km východně od skotského města Wick. Dne 6. července 1988 bylo na plošině 227 pracovníků. Okolo půlnoci věží otrásl výbuch. Pracovníci rozběhli pečlivě nacvičený havarijný postup, ale o deset minut nastala další exploze. Unikající plyn posunul oheň na výrobní plošinu a plamene šlehali do výšky 150 m. Mnozí pracovníci poskákali z výšky 60 m do moře, tehdy už hořela i voda. Posádky záchranných vrtulníků a člunů dokázali zázraky, co se týká hrdinství a navigace, když se přiblížili k hořící věži, aby zachránili ty, co zůstali naživu, ale následující den i tak museli oznámit, že 157 pracovníků ropné věže Piper Alpha přišlo o život. Katastrofa v roce 1988 nebyla prvním nebezpečím, které ohrozilo ropnou věž Piper Alpha. Čtyři roky před tím si výbuch na věži vynutil náhlou evakuaci 175 pracovníků vrtulníkem. Jednalo se ale o největší katastrofou v historii těžby ropy. Plošina Piper Alpha, postavená za 530 miliónů liber v roce 1976, byla majetkem americké společnosti Occidental Petroleum. Denně se na ní vytěžilo 700 000 kubických metrů zemního plynu a 167 200 barelů ropy a patřila k plošinám, které vykazovaly nejvyšší zisky [13].

Roku 1990 irácká vojska diktátora Saddáma Husajna obsadila Kuvajt, a když byla vojsky OSN roku 1991 přinucena k odchodu, nejen že záměrně zapálila stovky kuvajtských ropných vrtů, čímž došlo patrně k největšímu požáru ropy v dějinách, ale též vypustila do moře asi 68 milionů barelů ropy z terminálu Mořský ostrov v Kuvajtu a ze sedmi velkých tankerů [13]. Celá akce má smutný primát největšího útoku na ekologický systém.

V lednu 1995 zabil výbuch na plošině firmy Mobil poblíž Nigérie 13 pracovníků. Vrtná plošina v Mexickém zálivu 3. červen 1979, při výměně zařízení začala do moře téct ropa, kterou se podařilo zastavit až v březnu 1980. Moře muselo vstřebat přes 4,9 miliónu barelů (600 000 tun) ropy [13].

V březnu 2001 přišel brazilský ropný gigant Petrobas o největší ropnou plošinu na světě a o deset zaměstnanců. Plošinou P-36 otrásla 15. března série výbuchů a o pět dní později se kolos potopil do hloubky 1350 metrů asi 125 kilometrů od pobřeží brazilského státu Rio de Janeiro. Do moře uniklo přes 350 000 litrů jak surové tak i zpracované ropy, záchranářům se ji ale podařilo zneutralizovat. V dubnu 2001 se skoro na stejném místě stala havárie na jiné plošině firmy Petrobas, naštěstí byli lidé včas evakuováni [13].

V květnu stejného roku zranil výbuch plynu na dánské vrtné plošině firmy Dansk Undergrunds Consortium (DUC) v Severním moři dvě osoby. Na konci listopadu se uvolnila v Severním moři norská vrtná plošina s více než 50 lidmi na palubě, ukotvit se ji podařilo až následující den [13].

20. duben 2010, požár plošiny Deepwater Horizont, katastrofa, která sice nepřekoná patrně vůbec nejhorší ropný únik v historii (Roku 1991, kdy iráčtí vojáci během války v Perském zálivu začali do moře vypouštět ropu.), ale tato ropná skvrna se pravděpodobně stala nejhorší civilní ekologickou katastrofou [14]. Podle odhadu americké vlády od dubna do zálivu uniklo 4,9 milionu barelů ropy. Jde tak opravdu o největší katastrofu svého druhu v dějinách [15].



Obr. 2 Ropná plošina Deepwater Horizont, Mexický záliv; převzato z <http://www.aktuality.sk/clanok/161973/potopena-ropna-plosina-unika-nafta/> [11. 5. 2011]

## 4.2 Havárie ropovodů

Na našem území došlo k havárii ropovodu Družba u Moutnic dne 23.7.1998, kdy vznikla prasklina na potrubí. Další havárie na území ČR uvádím v bodu 4.4.

V červenci roku 2010 došlo k výbuchu čínského ropovodu v městě Ta-lian a znečištění Žlutého moře. V témže roce došlo k havárii ropovodu v USA, kde došlo k jeho prasknutí, kdy vyteklo cca 3,8 milionu litrů ropy do řeky Kalamazoo. Počty havárií ropovodů narůstají s budováním nových tras.



Obr. 3 Ropná skvrna ve městě Ta-lian; převzato z <http://www.greenpeace.org/czech/cz/news/ropna-skvrna-cina/> [10. 4. 2011]

### 4.3 Havárie ropných tankerů

V březnu 1978 uprostřed vichřice plul Lamanšským průlivem ropný tanker Amoco Cadiz, v mohutných vlnách selhalo řízení lodi. Tankeru přišel na pomoc vlečný člun, aby ho vzal do vleku, ale vlečné lano se přetrhlo. Proud unášel loď ke skalám a ta se rozlomila po prudkém náraze. Z vraku se vylilo do moře víc než 295 milionů litrů ropy. Ropa unášená přílivem pokryla pláže zapáchající černou pěnou. Tisíce ptáků uhynulo, na pobřeží byla vyplavena těla mrtvých ryb. Trvalo několik měsíců, než Lamanšský průliv opět vyhlásili za čistý [13].

K největšímu úniku ropy při její přepravě po moři však došlo ve stejném roce (1978) po srážce lodí Atlantic Express a Aegean Captain v blízkosti Trinidadu a pobřeží Tobaga, kdy se do moře vylilo z obou tankerů dohromady 2,2 milionu barelů ropy [13].

Dne 24. března 1989, Tanker Valdez ropné společnosti Exxon, naplněný ropou z aljašských vrtů, mířil k terminálům na pobřeží Spojených států. Jeho cesta skončila po několika stech kilometrech na útesech v Průlivu prince Williama. Do moře se začaly vylévat tisíce tun ropy z lodních nádrží. Tanker se rozlomil a do ledového moře s teplotou kolem bodu mrazu se vylilo 41 tisíc krychlových metrů surové aljašské ropy.

Tato tragédie nebyla bohužel ojedinělá a ani svým rozsahem nebyla největší [13].



Obr. 4 Tanker Exxon Valdez; převzato z <http://www.uscg.mil/history/webshipwrecks/ExxonValdezIndex.asp> [11. 5. 2011]

16. března roku 1978 ztroskotal poblíž francouzského pobřeží tanker Amoco Cadiz a více než 220 tisíc tun arabské a íránské ropy znečistilo sta kilometrů písčitéch pláží [13].

Další dvě lodi havarovaly necelé dva měsíce po sobě na počátku léta 1990 (řecký tanker Apex Barge a norský Mega Borg), o rok později shořelo a na pobřeží Itálie se rozlilo 140 tisíc tun z útrobu tankeru Haven a v roce 1993 skončil na mělčině poblíž Shetlandských ostrovů námořní kolos Braer, z něhož uniklo zhruba 80 tisíc tun ropy [13].

#### 4.4 Havárie na území ČR

V roce 2005 byly na území okresu Tábor zaznamenány dvě ropné havárie, kdy došlo k úniku motorové nafty z produktovodu majitele Čepro a.s. Praha1 na trase Smyslov - Včelná. Dne 11. 2. 2005 byl zaznamenán pokles provozního tlaku na uvedeném produktovodu. Byly zahájeny úkony ke zjištění příčiny závady a postupně byl vytipován úsek pravděpodobné poruchy a dne 14. 2. 2005 byla přítomnost motorové nafty zjištěna v kontrolně revizní šachtě melioračního systému nedaleko obce Všechny. Téhož dne na místě bylo zjištěno, že cca 500m východně od Všechny v poli

pod tratí Tábor Bechyně je na oblouku produktovodu DN 150 lokalizováno místo narušení a místo úniku nafty. Produkt unikl na zemědělské pozemky a dostal se až do rybníka v obci Všechlapy. Dále se produkt dostal v omezené míře do Všechlapského potoka a až do řeky Lužnice. Největší množství uniklé nafty se zachytilo v prostoru nátokové části malého rybníka pod silnicí v obci, kde byl průtok produktu omezen rákosiným porostem, částečně i ledem. Na rybníku pod silnicí v obci byl instalován systém norných stěn, ve vybraných profilech a místech byl aplikován sorbent v různých modifikacích. K datu 25. 2. 2005 se odtěžilo cca 700 tun kontaminovaných zemin, odtěžený materiál byl odvážen k biodegradaci a vytěžený prostor byl zasypan náhradním materiálem. V rámci sanace byly dosahovány zbytkové koncentrace NEL v zeminách do 500 mg NEL/kg. Z celkové bilance vyplývá, že z místa úniku bylo odtěženo celkem 3 673 tun kontaminované zeminy a 39 tun kontaminovaných sorbentů. Kalkuluje se, že v rámci havárie uniklo asi 20 tun nafty [15].

Druhou havárii na produktovodu ohlásil dne 26. 5. 2005 občan obce Bezděčín. Jednalo se o únik nafty na louce jižně od uvedené obce. Nafta tekla po uvedené louce a dále asi 50 m otevřenou stokou a následně do dvou rybníků ve vlastnictví soukromých osob. Téhož dne byly zahájeny sanační práce, odčerpávání uniklé nafty a až dne 30. 5. 2005 se podařilo zjistit místo závady a to vlasovou trhlinu cca 7 cm dlouhou na vnější straně oblouku shybky. Na rybnících byl aplikován systém norných stěn, pokračovalo se ve sbírání zachyceného produktu, aplikoval se sorbent a s ohledem na rybí osádku byla zavedena doplňková aerace. Z lokality Bezděčín bylo v souvislosti s havarijním únikem nafty odvezeno ke zneškodnění takřka 2200 tun kontaminovaných zemin a 5,4 tun kontaminovaných sorbentů. Bylo odhadnuto, že uniklo asi 37 500 litrů nafty. Příčinou havárie byla závada na materiálu. NEL nebyly detekovány ani ve studních situovaných pod rybníky, sanací dotčeného prostoru byly dosaženy zbytkové koncentrace NEL pod 0,5 g NEL/kg sušiny. V souvislosti s havarijními událostmi na produktovodu, které byly shodně zapříčiněny vadami materiálu, přistoupilo a.s. Čepro k sérii rozsáhlých opatření jako je provádění postsanačního monitoringu podzemních i povrchových vod, informování vodoprávního úřadu, všechny identifikované oblouky, ohyby budou odkryty a vyměněny apod. Společnost Čepro předpokládá, že celkové náklady na rehabilitaci produktovodu Smyslov - Včelná dosáhnou výše 60 mil. korun [15].

Potrubí, které bylo vybudováno v roce 1975 tedy zhruba před 30 lety, je nutno lépe kontrolovat a nečekat až na vznik ropné havárie, při které vyteče do přírody takřka 60 metrů kubických nafty a náklady na asanaci a následnou opravu a výměnu se vyšplhají řádově na stamilióny [15].

## 5 Vliv ropných havárií

### 5.1 Vliv na životní prostředí

Ropa a ropné látky, které unikají při ropných haváriích, mají neblahý vliv na celý ekosystém. Znečišťují povrchové vody a jsou příčinou největšího počtu havárií na vodních tocích. Ropa „dusí“ mořský život, zanáší peří ptáků a srst savců. Je to jedovatá látka, kterou ptactvo a savci často vstřebávají, když se od ní snaží očistit. Ryby ropu vstřebávají přímo prostřednictvím kůže a žábami. Výpary a kontakt s ropou také mohou způsobit různé zdravotní problémy u lidí v zasažených oblastech.

V případě, že ropa přímo nezabíjí, může poškodit rybí jikry a potěr a zahubit příští generace ryb. Může se navíc hromadit v potravinových řetězcích, jelikož dravci (včetně lidí) pojídají ryby (a jiné živočichy), obsahující ropné látky v dávkách, které je nezabíjí, ale při vyšších koncentracích mohou mít velice neblahé dopady na živé organismy.

Lidé se často domnívají, že nebezpečné jsou jen úniky, k nimž dojde v blízkosti pobřeží. Jejich bezprostřední následky a vliv na ekonomii jsou skutečně obrovské. I když jsou světové oceány velké, může každá kapka ropy ohrozit místní ekosystémy. Havárií není postižena jen jedna izolovaná oblast, protože mořské a vzdušné proudy mohou škodliviny zanést tisíce kilometrů daleko [16].

Zdrojem znečištění je zejména petrochemický průmysl, jeho závody, zařízení a produktovody.

Při hodnocení nebezpečnosti ropných látek je základní otázkou, jakou koncentraci ropných látek ve vodě či v půdě lze ještě považovat za nezávadnou. Jednoznačná odpověď není snadná, neboť závisí na komplexním posouzení přímých vlivů ropných látek na člověka a také nepřímých v důsledku změn životního prostředí vyvolaných ropnými látkami [18].

Havárie s únikem ropných látek mají dalekosáhlý vliv na životní prostředí protože:

- jsou minimálně rozpustné ve vodě
- pronikají do podzemních vod



- jsou lehčí než voda
- rozšiřují se po hladině na rozsáhlých vodních plochách
- zamezují přístupu vzdušného kyslíku do vody
- tím znemožňují samočisticí pochody ve vodě
- stávají se s obrovskou četností (mají podíl 70 až 90 % na všech haváriích s únikem nebezpečných látek)

## 5.2 Vliv na kvalitu povrchových vod

Jedná se o zhoršení jakosti převážně nátokem závadných látek z kanalizačních systémů nebo z prostor, které s povrchovými vodami přímo souvisejí. Nebezpečné jsou havárie na vodárenských tocích a jejich přítocích. Zde je nutné především upozornit odběratele surové vody. Dalším nebezpečím pro jakost vody jsou druhotné následky havarijních stavů (hromadný úhyn ryb, ohrožení života vodních živočichů a rostlin, snížení obsahu kyslíku, neupravitelnost pro vodárenské účely) [19].

Ropné látky v povrchové vodě mohou být rozděleny do tří kategorií:

- a) sedimentující látky
- b) látky plovoucí na hladině
- c) rozpuštěné látky

Přítomnost ropných uhlovodíků ve vodách je často patrná podle skvrn nebo olejového filmu na hladině. Tento film se začíná tvořit při koncentraci volných olejů nad 0,1 až 0,2 mg.l<sup>-1</sup>. Podle vzhledu filmu plovoucí ropné látky lze přibližně odhadnout jeho tloušťku. V závislosti na tloušťce olejové vrstvy se zpomaluje přestup kyslíku z atmosféry do vody, čímž je nepříznivě ovlivněn průběh samočištění. V praxi dochází k souvislému filmu velmi málo. Zabraňují tomu meteorologické vlivy a proudění vody. Vznik filmů podporuje samovolné rozptylování ropných látek po povrchu vodní hladiny. Rychlost šíření po hladině je podmíněna viskozitou látky. Viskozita závisí na teplotě, tato vlastnost způsobuje, že vysokovroucí ropné látky se šíří po hladině

pomaleji než níževroucí frakce. Rychlost odpařování ropných látek ovlivňují meteorologické podmínky a hydraulické vlivy. Tyto vlivy se také uplatňují při rozptylování souvislých plovoucích filmových vrstev ropných látek a podporují jejich rozpouštění ve vodné fázi, popřípadě emulgaci [20].

Hodnocení vlastností ropných látek ve vodě je značně složité, protože se obvykle jedná o směsi sloučenin s různou chemickou strukturou, a tedy i s různými chemickými, fyzikálně chemickými a biologickými vlastnostmi. Jejich škodlivost a nebezpečí pro vodu je dána jak toxicitou, přesněji ekotoxicitou, tak především tím, že významně ovlivňují její sensorické vlastnosti chuť a zápach. Tyto vlastnosti mohou být ovlivněny již při koncentracích od 0,01 mg.l<sup>-1</sup>. V koncentracích asi 0,1 mg.l<sup>-1</sup> může být voda již zcela sensoricky znehodnocena, což odpovídá např. 1 kg benzínu v 10 000 m<sup>3</sup> vody. Prahová koncentrace pachu závisí na chemickém složení ropné látky. Zvláště sensoricky účinné jsou isoalkany a aromatické uhlovodíky [21].

### 5.3 Vliv na kvalitu podzemních (pitných) vod

Jedná se především o úniky závadných látek na nezpevněné plochy, úniky z podzemních úložišť a potrubních systémů, úniky z netěsných kanalizací a nepovolené vypouštění odpadních vod. Míra a rozsah znečištění podzemních vod jsou dány složením zasaženého horninového prostředí. Havárie na podzemních vodách jsou nebezpečné především z důvodu ohrožení zdrojů pitné vody. Prostředí je nesnadno kontrolovatelné, zasažená místa se obtížně oddělují a sanační práce jsou velmi nákladné [23].

### 5.4 Na flóru, faunu a zdraví člověka

Únik ropy v blízkosti pobřeží má vždy větší dopad na živoucí organismy než na otevřeném moři. Je to jednoduše způsobeno tím, že při pobřeží jsou koncentrované rozmanitější druhy mořských živočichů než na otevřeném moři. Každá ropná havárie však nějaký dopad na mořský život má. Ropná skvrna z otevřeného moře může nakonec znečistit pláž vzdálené stovky kilometrů. Mořští živočichové jsou ropou ohroženi

trojím způsobem: mohou se otrávit po jejím požití, mohou zahynout po přímém kontaktu s ní, nebo díky ní mohou přijít o své přirozené životní prostředí. Zatím málo chápeme vliv požití ropy na některé konkrétní živočichy, zvláště na mikroorganismy (např. plankton), na dně žijící organismy a larvální ryby. U ryb a mořských savců jsou účinky požití jasnější. Rybám se velké množství ropy dostává do těla skrze žábry. Pokud nezahynou okamžitě, naruší to jejich rozmnožovací funkce nebo se jim rodí deformovaní potomci. Obzvláště zranitelní jsou živočichové s ulitou nebo s krunýřem (například škeble, ústřice a slávky), kteří se pohybují velmi pomalu. Tito živočichové se nedokáží z ropného bahna vymanit. Mořští savci a ptáci, kteří přišli do přímého kontaktu s ropnou skvrnou, zpravidla pozřou značné množství ropy, když se od ní pokoušejí očistit. Rovněž masožraví živočichové, kteří pozřou zdechlinu zvířete, které uhynulo následkem kontaktu s ropou, se potencionálně vystavují nebezpečí otravy ropou. V těle živočicha ropa napadá vnitřní orgány (např. játra) a poškozují schopnost reprodukce. Na následky přímého požití ropy z nechvalně známé havárie tankeru Exxon Valdez v průlivu Prince Williama na Aljašce zemřelo 15 000 vyder. Následkem přímého kontaktu s ropou mohou uhynout také mořští ptáci a savci. Ropa slepí ptákům peří, takže nemohou létat. Jsou tak těžcí, že by se spíš mohli potopit. Kvůli ropě peří rovněž přestává ptáky hrát. V chladnějších zeměpisných šířkách umírají ptáci zasažení ropou na hypotermii – prudké snížení tělesné teploty. Podobně podléhají hypotermii také savci v chladných mořích. Jejich srst ztrácí po kontaktu s ropou schopnost izolovat. Odhaduje se však, že až 90 % mrtvých ptáků se potopí a klesne ke dnu oceánu dřív, než je vlny vyplaví na břeh [24].



Obr. 5 Ropou postižení pelikáni, Mexický záliv; převzato z <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/amerika/fotogalerie/2011/04/20/rok-od-ropne-zkazy-v-mexickem-zalivu/foto/313868/> [25. 4. 2011]

Ropa vyvolává nepříznivé zdravotní účinky samozřejmě také u lidí. Těkavé chemikálie, které ropa obsahuje, mohou vyvolat pálení očí a také popálit kůži. Či dokonce také poškodit citlivé membrány úst, nosu i již zmíněných očí. Lidé přicházejí do styku s ropou vdechováním, požitím nebo kontaktem jako takovým. Tomuto riziku jsou vystaveni zejména pracovníci úklidu úniku ropy. Z dlouhodobé expozice se mohou vyvinout nepříjemné kožní vyrážky. Proto jsou pro tyto pracovníky základní výbavou ochranné pomůcky jako speciální oblečení, brýle, respirátory a rukavice [25].



Obr. 6 Muž, který se snaží o odstranění následků vzniklých ropnou havárií bez ochranných pomůcek, Tha-lian, Čína; převzato z <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2010/August/03081001.asp> [26. 4. 2011]

Dalším faktorem ovlivňujícím lidské zdraví je vysoká koncentrace kontaminantů v tkáních ryb a krabů. Stejně tak jako kontaminace měkkýšů, tento faktor představuje významný potenciál pro nepříznivé účinky na lidské zdraví. Než jsou tyto produkty z akvakultury a rybolovu schváleny podle zdravotnických orgánů, měly by být zakázány k lidské spotřebě [26].

## **6 Odstraňování havárií**

Ropné látky patří k nejčastěji se vyskytujícím havarijním únikům s vážným ohrožením jakosti vod. Za ropné látky se považují uhlovodíky a jejich směsi s bodem tuhnutí nižším než 40 °C. Přímé odstranění závadných látek z povrchových vod je možné jen v případě nerozpustných a převážně plovoucích fází. Zde je nutné rychlé oddělení hladinové vrstvy a následná její separace. Znečišťující látky ve vodě rozpustné zpravidla oddělit nelze a snížení následků havarijního stavu se provádí např. provzdušňováním či manipulací odtoku z vodních děl [19].

Ropné látky vyskytující se v povrchových vodách jsou rozděleny do tří kategorií:

a) sedimentující látky, b) látky plovoucí na hladině, c) rozpuštěné látky (viz. 5.1)

*add a)* Sedimentující látky zpravidla klesají na dno. Čím je větší jejich měrná hmotnost a rychlost proudění v toku pomalejší, tím je jejich pokles ke dnu rychlejší. Těmito rychlostmi je dána oblast, ve které se látky usadí. Odstraňují se vybagrováním, které musí být provedeno tím rychleji, čím vyšší je riziko rozpouštění těchto látek ve vodě nebo jejich přetransportování při vyšším průtoku vody [19].

*add b)* Látky plovoucí na hladině vody je nutné co nejrychleji plošně ohraničit, omezit a následně odstranit. K ohraničení a omezení znečištění se nejčastěji používají různé typy překážek, které jsou konstruovány na principu norných stěn. Použitelnost a efektivita účinku závisí na rychlosti proudění vody a na vlnách. Pokud je rychlost proudění vody větší, mohou být plovoucí látky strhávány pod nornou stěnu. Účinnost norných stěn je možné zvýšit zařazením několika stěn za sebou. Dalším způsobem jak zvýšit efektivitu záchytu plovoucích látek je jejich převedení na formu lépe manipulovatelnou, ta vznikne spojením s jinou substancí. K tomuto účelu se používají materiály schopné sorbovat tyto látky. V dřívější době často používané přírodní materiály, jako sláma či piliny byly nahrazeny speciálními adsorbenty, plovoucími na hladině vody. Tyto materiály sorbují ropné i jiné plovoucí látky, které jsou následně ve formě pevné hmoty odstraňovány z vodní hladiny shrabováním. Nejčastěji se používá expandovaný perlit,

jehož povrch je opatřen vrstvou hydrofobního materiálu, známého pod názvem Vapex. Je zdravotně nezávadný a má prakticky neomezenou životnost. Nevýhodou je však jeho částečná sedimentace po nasáknutí. Obdobným způsobem jsou využívány rovněž hmoty na bázi močovinových pryskyřic [19]. Provádí se také bioremediace při níž je skvrna posypána mikroorganismy, které ji požerou.

Zachycené látky, včetně všech použitých sorpčních a jiných prostředků (normé stěny) musí být po použití adekvátně zneškodněny. Nejčastěji jsou tyto materiály spáleny popřípadě uloženy na zabezpečených skládkách.

Možností je rovněž jejich regenerace. Ve všech uvedených případech musí být zvolený postup v souladu se zákonem o odpadech [19].

*add c)* Rozpuštěné látky jsou odstranitelné z toku jen velmi obtížně. Nejčastěji se používá přímé protihavarijní opatření a to zředění těchto látek zlepšováním průtoků vody nebo zachycením havarijní vlny (vody s obsahem rozpuštěné látky v některé z nádrží). V některých případech může být voda se znečišťujícími látkami odčerpávána do dekontaminační stanice a po snížení koncentrace kontaminantu na požadovanou úroveň vypuštěna zpět do vodního toku [22].

Při úniku závadných látek do horninového prostředí je nutné co nejdříve odstranit zasaženou zeminu, případně zahájit sanační čerpání podzemní vody [23].

Odstraňování následků havárií, spojených s únikem cizorodých látek do životních prostředí, je obvykle proces velmi složitý, technicky, časově a finančně náročný. Problematika úniku kontaminantů do vnějšího prostředí a odstranění jejich následků představuje multikriteriální disciplínu, přičemž hlavními faktory ovlivňujícími efektivitu zásahu jsou:

- rychlost a efektivita primárních (přímých) opatření pro eliminaci škod na životním prostředí
- vhodnost zvoleného sanačního zásahu a zhodnocení rizik (závažnost dopadu na jednotlivé složky životního prostředí, bezpečnost zaměstnanců odstraňujících havárii, apod.)

- technická připravenost a odbornost zasahujících složek
- dosažitelnost vhodných zařízení a technologií ke zneškodnění znečištění

Dopady na životní prostředí lze podstatnou měrou omezit rychlým a odborným zásahem, pokud jsou navržená a realizovaná opatření správná. Váhavý postup a nerozhodnost spojená s nevhodným postupem při likvidaci následků havárie má za následek šíření kontaminace do širšího okolí, zvláště pak pokud došlo ke znečištění povrchových toků. Finanční náklady na likvidaci těchto následků pak neúměrně narůstají. V extrémním případě pak může být takto vzniklá situace obtížně řešitelnou i pro nejzkušenější odborníky v daném oboru [27].



Obr. 7 Ropná skvrna na hladině moře; převzato z [http://www.rozhlas.cz/zpravy/amerika/\\_zprava/726865](http://www.rozhlas.cz/zpravy/amerika/_zprava/726865) [12. 5. 2011]



## 7 Chemická analýza

Ropné látky jsou pro zdraví člověka nebezpečné, proto se neustále stanovují ve vodách. Jejich stanovení je dané normou ČSN 830 520, kde jsou uvedeny pod názvem nepolární extrahovatelné látky (NEL).

Existují dva způsoby stanovení NEL, metoda UV-spektrofotometrická a metoda IČ-spektrofotometrie [28].

### 7.1 UV-spektrofotometrie

Metoda UV-spektrofotometrie je založena na extrakci ropy a ropných látek z okyseleného vzorku vody tetrachlormetanem nebo Ledonem 113. Zbytky polárních látek (tuky, karboxylové kyseliny) jsou odstraněny sorpcí na silikagel, Florisil či oxid hlinitý. Měří se absorbance extraktu při vlnové délce 270 nm a vyhodnocuje se s užitím odpovídajícího nebo uměle připraveného standardu. Měření absorbance se provádí v křemenné kyvetě o délce 5 mm až 5 cm. Využívá se pro stanovení látek aromatického charakteru, tedy pro minerální oleje, toluen, benzen, naftu a benzín [28].

### 7.2 IČ-spektrofotometrie

IČ-spektrofotometrie je založena stejně tak jako UV-spektrofotometrie na extrakci ropy a ropných látek z okyseleného vzorku vody tetrachlormetanem nebo Ledonem 113. Zbytky polárních látek jsou taktéž odstraněny sorpcí na silikagel, Florisil či oxid hlinitý. U extraktu se pak zaznamenává spektrum v IČ-oblasti mezi 3150 a 2750  $\text{cm}^{-1}$ . Vyhodnocují se valenční vibrace charakteristických skupin C-H pomocí empirických vztahů nebo s použitím základní látky. Velikost pásu je úměrná intenzitě vibrací. Měření se provádí v kyvetách 10 mm až 50 mm s víčky. Slouží ke stanovení látek parafinického charakteru [28].

### 7.3 Další analýzy

Ve vodách je dále stanovován benzen, který se dostal do vody z ropy, a jeho chlorované deriváty. Pro získání správných výsledků chemické analýzy je nutné věnovat pozornost odběru vzorků vody. Odběr vzorků se liší podle místa odběru a důvodu odběru vzorku [28].

## 8 Závěr

Přítomnost vody na Zemi je nutnou podmínkou existence života. Voda je nezbytnou složkou rostlinných a živočišných organismů i prostředí, ve kterém probíhají důležité procesy a děje. Pro člověka je nenahraditelná, jelikož tělo obsahuje 65 % této látky a pro obnovování funkcí je třeba dodávat každý den další 2 - 4 litry. Dále voda tvoří nezbytnou surovinu v zemědělství a průmyslu. Rozvojem a nárůstem obyvatel se zvyšuje spotřeba vody. Současně dochází k jejímu znečišťování, jednak odpadními vodami, jednak nežádoucím únikem látek znehodnocujících vodu, či různými antropogenními vlivy. Účelné využívání vodních zdrojů a jejich ochrana před vyčerpáním a znečišťováním má proto mimořádný praktický význam. Problém vodstva se stává součástí globálních problémů lidstva, resp. životního prostředí. Zvlášť nebezpečné je znečištění přímo surovou ropou. Vyskytuje se v ní totiž vysoký obsah aromatických uhlovodíků (30 %), které se pokládají za biologicky nejškodlivější. K závažným únikům ropy do povrchových i podzemních vod dochází z tankerů plujících po mořích, z vrtů naftových polí, pobřežních šelfů a z ropovodů.

Zemědělství, které je postaveno na přísunu ropy, je primárně odpovědné za světový boom populace. Z 1 miliardy lidí v polovině 19. století na 6,9 miliardy lidí v současnosti! Díky tomuto neobvykle rychlému nárůstu se předpokládá, že již v relativně blízké době (v roce 2030) klesnou zásoby ropy na hranici asi 8,5 % celkového dnešního množství. V letech 2050 - 2100 pak budou zřejmě vytěžena všechna dnes známá ložiska [31]. Avšak vyvrcholení těžby by mohlo mít celosvětový katastrofální dopad. Hrozil by jistě ekonomický kolaps možná dokonce i války o ukořistění posledních nevytěžených zbytků této mocné kapaliny.

Jako nutnost jak předejít těmto děsivým scénářům se naskýtá objevení přijatelné alternativy, jež plnohodnotně ropu nahradí. Nejen, že by se předešlo možným mezinárodním konfliktům, navíc by toto řešení mohlo vést ke zlepšení životního prostředí. Již dnes můžeme sledovat nahrazování fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie, avšak prozatím ropa nahrazena nebyla a zřejmě se plnohodnotná náhrada hned tak nenajde.

## Seznam použité literatury

1. ČERMÁK, Petr. *Ropa – nejdůležitější komodita současnosti* [online]. 2008. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/190093-ropa-nejdulezitejsi-komodita-soucasnosti/>
2. *Opec* [online]. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://www.zemepis.com/opec.php>
3. GRÝCOVÁ, Kateřina. *Ropné havárie* [online]. 2006. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://referaty-seminarky.cz/ropne-havarie/>
4. PATOČKA, Jiří. *Toxikology* [online]. 2006. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=19>
5. GRÝCOVÁ, Kateřina. *Ropné havárie* [online]. 2006. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://referaty-seminarky.cz/ropne-havarie/>
6. [cit. 2010-12-14]. Dostupné z WWW: [sesit.ic.cz/Referaty/Ropa.doc](http://sesit.ic.cz/Referaty/Ropa.doc)
7. Blažek J., Rábl V., Základy zpracování a využití ropy, kapitola Složení ropy, str. 35
8. KUČÍK, Vít. *Ropné havárie, fakta a hysterie* [online]. 2010. [cit. 2010-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.zvedavec.org/komentare/2010/08/3892-ropne-havarie-fakta-a-hysterie.htm>
9. *Doprava ropy* [online]. [cit. 2010-28-12]. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/doprava-ropy.html>
10. *Těžba ropy* [online]. [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <http://www.petroleum.cz/ropa/tezba-ropy.aspx>
11. *Svět ropy* [online]. [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <http://www.petroleum.cz/svet-ropy.aspx>
12. POLOCHOVÁ, Iveta. *Ropu vyplaví každá bouře, stěžují si v Mexickém zálivu rok po katastrofě – iDNES.cz* [online]. [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: [http://zpravy.idnes.cz/ropu-vyplavi-kazda-boure-stezuji-si-v-mexickem-zalivu-rok-po-katastrofe-1o3-zahranicni.asp?c=A110419\\_175835\\_zahranicni\\_ipi](http://zpravy.idnes.cz/ropu-vyplavi-kazda-boure-stezuji-si-v-mexickem-zalivu-rok-po-katastrofe-1o3-zahranicni.asp?c=A110419_175835_zahranicni_ipi)
13. GRÝCOVÁ, Kateřina. *Ropné havárie* [online]. 2006. [cit. 2010-12-2]. Dostupné z WWW: <http://referaty-seminarky.cz/ropne-havarie/>
14. POLOCHOVÁ, Iveta. *Ropu vyplaví každá bouře, stěžují si v Mexickém zálivu rok po katastrofě – iDNES.cz* [online]. 2011. [cit. 2010-01-11]. Dostupné z WWW: [http://zpravy.idnes.cz/ropu-vyplavi-kazda-boure-stezuji-si-v-mexickem-zalivu-rok-po-katastrofe-1o3-zahranicni.asp?c=A110419\\_175835\\_zahranicni\\_ipi](http://zpravy.idnes.cz/ropu-vyplavi-kazda-boure-stezuji-si-v-mexickem-zalivu-rok-po-katastrofe-1o3-zahranicni.asp?c=A110419_175835_zahranicni_ipi)

15. ČTK. *Ucpáno, hlásí BP od ropného vrtu v Mexickém zálivu. Prý definitivně – iDNES.cz* [online]. 2010. [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: [http://zpravy.idnes.cz/ucpano-hlasi-bp-od-ropneho-vrtu-v-mexickem-zalivu-pry-definitivne-p98-/zahranicni.asp?c=A100804\\_192647\\_zahranicni\\_mku](http://zpravy.idnes.cz/ucpano-hlasi-bp-od-ropneho-vrtu-v-mexickem-zalivu-pry-definitivne-p98-/zahranicni.asp?c=A100804_192647_zahranicni_mku)
16. PATOČKA, Jiří. *Toxikology* [online]. 2006. [cit. 2011-01-28]. Dostupné z WWW: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=19>
17. Ropné havárie [online]. 2002. [cit. 2011-02-14]. Dostupné z WWW: <http://www.praguepost.cz/PPEF/02KK020918.pdf>
18. NEKOLNÝ, Bohumil. *Ministerstvo vnitra* [online]. 2008. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/150hori/2000/duben/nekolny.html>
19. PATOČKA, Jiří. *Toxikology* [online]. 2006. [cit. 2011-01-28]. Dostupné z WWW: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=19>
20. NEKOLNÝ, Bohumil. *Ministerstvo vnitra* [online]. 2008. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/150hori/2000/duben/nekolny.html>
21. *Informace ze světa maziv* [online]. [cit. 2011-03-08]. Dostupné z WWW: [http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne\\_unik\\_latek](http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne_unik_latek), ŠKERŤÍKOVÁ Vladislava, ZOLMANOVÁ, Monika. *Čištění vod od ropných látek* [online]. 2001. Dostupné z WWW: [http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C\\_02\\_2.doc](http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C_02_2.doc)
22. *Informace ze světa maziv* [online]. [cit. 2011-03-08]. Dostupné z WWW: [http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne\\_unik\\_latek](http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne_unik_latek), ŠKERŤÍKOVÁ Vladislava, ZOLMANOVÁ, Monika. *Čištění vod od ropných látek* [online]. 2001. Dostupné z WWW: [http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C\\_02\\_2.doc](http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C_02_2.doc)
23. *Informace ze světa maziv* [online]. [cit. 2011-03-08]. Dostupné z WWW: [http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne\\_unik\\_latek](http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne_unik_latek)
24. NEKOLNÝ, Bohumil. *Ministerstvo vnitra* [online]. 2008. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/150hori/2000/duben/nekolny.html>
25. Ropné havárie [online]. 2002. [cit. 2011-02-14]. Dostupné z WWW: <http://www.praguepost.cz/PPEF/02KK020918.pdf>
26. *Third R&D Forum on High Density Oil Spill Response* [online]. 2002. [cit. 2011-03-27]. Dostupné z WWW: [http://www5.imo.org/SharePoint/mainframe.asp?topic\\_id=345](http://www5.imo.org/SharePoint/mainframe.asp?topic_id=345)

27. *Informace ze světa maziv* [online]. [cit. 2011-03-08]. Dostupné z WWW: [http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne\\_unik\\_latek](http://oleje.cz/index.php?left=obecne&page=uzitecne_unik_latek)
28. ŠKERŤÍKOVÁ Vladislava, ZOLMANOVÁ, Monika. *Čištění vod od ropných látek* [online]. 2001. Dostupné z WWW: [http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C\\_02\\_2.doc](http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/2C_02_2.doc)
29. *Zpracování ropy* [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupné z WWW: <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-01.aspx>
30. *Životní prostředí* [online]. [cit. 2011-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/odpady2.htm>
31. *Až dojdou zásoby ropy* [online]. [cit. 2011-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.enviweb.cz/clanek/geologie/68903/az-dojdou-zasoby-ropy>
32. *Něco málo z historie těžby ropy a zemního plynu* [online]. 2003. [cit. 2011-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.profit.cz/clanek/neco-malo-z-historie-tezby-ropy-a-zemniho-plynu.aspx>