

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie  
Studijní obor: Geotechnologie



**Vojtěch Veselý**

Likvidace starých ekologických zátěží po těžbě ropy a zemního plynu v chráněné oblasti  
přírozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy

Disposal of old ecological burdens caused by oil and natural gas extraction in the Kvartér řeky  
Moravy water source protected area

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce/Školitel: RNDr. Dobroslav Matějka, CSc.

Praha 2015

**Prohlášení:**

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

V Praze 6. 8. 2015

Podpis

## Obsah:

<b>Úvod</b> .....	6
<b>1 Základní údaje o území</b> .....	7
1.1 Vymezení území .....	7
1.2 Geomorfologické a klimatické poměry území .....	7
1.3 Geologické poměry území.....	9
1.3.1 Karpatská předhlubeň.....	9
1.3.2 Vídeňská pánev.....	10
1.3.3 Flyšové pásmo .....	10
1.4 Hydrogeologické poměry území .....	11
<b>2 Historie těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě</b> .....	12
2.1 Období let 1919 - 1939.....	12
2.2 Válečné období let 1939 – 1945 .....	13
2.3 Období let 1945 - 1989.....	14
2.4 Porevoluční období od roku 1990 .....	15
<b>3 Ekologické zátěže po těžbě ropy a zemního plynu</b> .....	16
3.1 Historie kontaminace .....	17
3.2 Výčet polutantů, míra a rizika kontaminace.....	17
<b>4 Sanace a likvidace starých ekologických zátěží</b> .....	18
4.1 Likvidace těžařské sondy.....	18
4.2 Technická rekultivace.....	21
4.2.1 Sanace zemin.....	21
4.3 Biologická rekultivace .....	25
<b>Závěr</b> .....	26
<b>Bibliografie</b> .....	28

## Seznam obrázků:

Obrázek 1: Vymezení území dobývacích prostor dle členění ORP (převzato z Český báňský úřad, 2012) .....	7
Obrázek 2: Klimatické regiony ČR (převzato z Jaca-Jasu, a.s., 2007) .....	8
Obrázek 3: Regionálně-geologická klasifikace Západních Karpat na území ČR (převzato z Čtyrský et Stráník, 1995) .....	11
Obrázek 4: Schéma likvidace sondy (převzato ze Staněk, 2007).....	20

## Seznam tabulek:

Tabulka 1: Klimatická charakteristika podoblastí T4 a T3 (převzato ze Staněk, 2007) .....	9
Tabulka 2: Těžba ropy na jižní Moravě v letech 1919-1939 (upraveno podle Bednaříková et Thon, 1984 in Sekanina, 2009) .....	13

## Seznam grafů:

Graf 1: Vývoj těžby ropy na jižní Moravě v letech 1920 - 2007 (upraveno podle Sekanina, 2007, Bednaříková et Thon, 1984).....	15
---	----

Český abstrakt:

Hlavním cílem této práce je popsat postupy likvidace starých ekologických zátěží po těžbě ropy a zemního plynu v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy. Práce je zaměřena také na historii a míru znečištění, rovněž rozebírá nejrizikovější polutanty v oblasti a jejich negativní dopad na životní prostředí. Výsledkem práce je souhrn relikvidačních a sanačních metod používaných pro odstraňování ekologických zátěží po těžbě ropy a zemního plynu, přehledné zpracování historie těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě a popis příčin kontaminace v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy.

Anglický abstrakt:

The main goal of this thesis is to describe the techniques of disposal of old ecological burdens caused by oil and natural gas extraction in the Kvartér řeky Moravy water source protected area. The thesis is also focused on the history and amount of pollution, noting the most hazardous pollutants on site and their impact on the environment. The result of the thesis is a summary of disposal and sanitation techniques, sources of the pollution, and the history of oil drilling and extracting in the South Moravia Region.

## Úvod

V chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy na jižní Moravě byla potvrzena existence víc než 900 starých ekologických zátěží (nedostatečně zlikvidované ropoplynové sondy, znečištěné zeminy, kontaminovaná podzemní voda). Sondy pocházejí převážně z období let 1925 – 1945, v menší míře také z období let 1945 – 1965 a zapříčinily kontaminaci v oblasti Jihomoravského kraje, postiženy jsou zejména okresy Hodonín a Břeclav. Hloubka vrtů se pohybuje mezi 115 m a 2 225 m, jejich dokumentace je nedostačující, mnohdy zcela chybí.

Při povodních v roce 1997 byla zaplavena rozsáhlá oblast v okolí města Hodonína, na hladině se začaly objevovat velké ropné skvrny, které vznikaly právě z důvodu nekvalitní likvidace historických sond. V roce 1998 bylo rozhodnuto o zahájení relikvidačních a sanačních prací na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy (Palivový kombinát Ústí, s. p., 2015).

Tato práce je rešeršního charakteru, klade si za cíl popsat historii těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě, zobrazit historii vzniku kontaminace, zjistit příčiny kontaminace, zhodnotit míru znečištění a popsat postupy likvidačních prací, případně navrhnout další opatření.

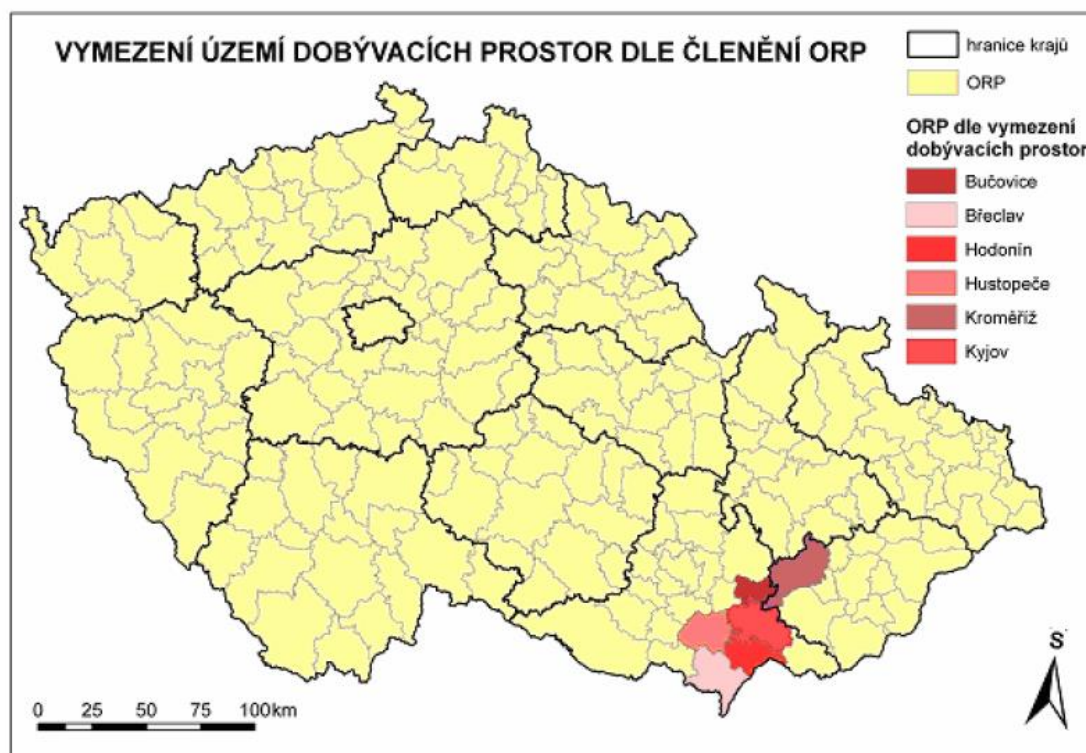
## Poděkování

Děkuji RNDr. Dobroslavu Matějkovi, CSc. za pomoc a za vedení bakalářské práce. Poděkování patří též RNDr. Petru Vohnoutovi za spolupráci při získávání údajů pro tuto práci. Za připomínky a korekturu děkuji Bc. Nikole Vackové. Za podporu a za důvěru děkuji také rodině.

# 1 Základní údaje o území

## 1.1 Vymezení území

Ropoplynonosné dobývací prostory se v České republice nacházejí převážně v Jihomoravském kraji na území bývalých okresů Hodonín, Břeclav a Vyškov, část zasahuje také do západního okraje Zlínského kraje bývalého okresu Kroměříž (Sekanina, 2009).



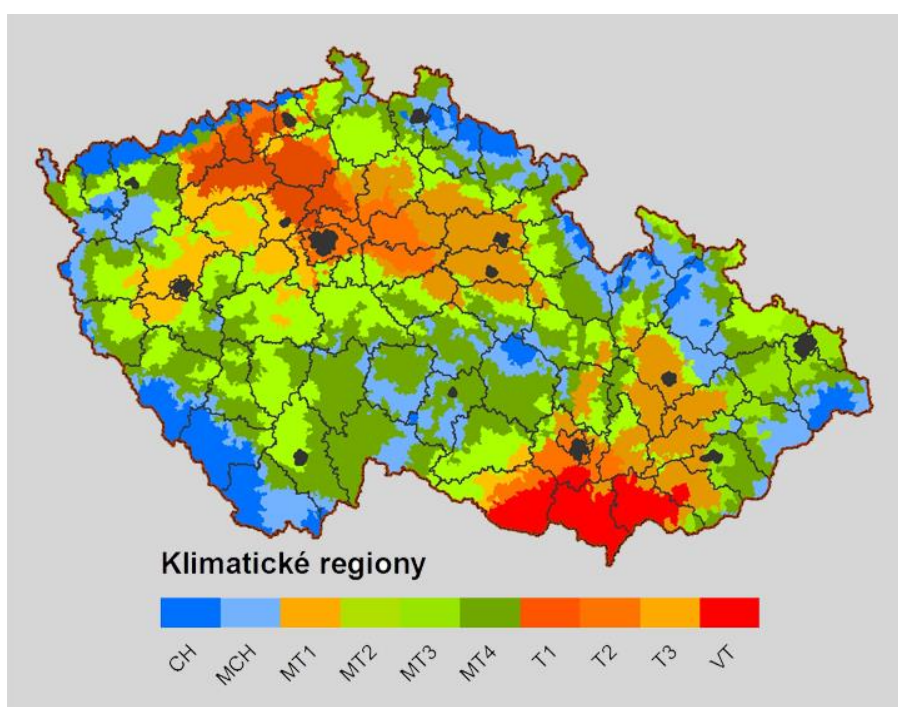
Obrázek 1: Vymezení území dobývacích prostor dle členění ORP (převzato z Český báňský úřad, 2012)

## 1.2 Geomorfologické a klimatické poměry území

Studované území zasahuje do jižní části celku Dolnomoravského úvalu. Reliéf je převážně rovinatého typu, jedná se o plochou akumulární rovinu se zamokřeným charakterem a množstvím zbytků odstřižených říčních ramen. Nadmořská výška terénu se pohybuje mezi 150 – 160 m n. m. V okolí řeky Moravy lze v menší míře nalézt vyvýšeniny tvořené vátými písky (Staněk, 2007).

Naváté písky jsou v této oblasti z velké části tvořeny čistými křemennými zrny, jedná se o mořské sedimenty z období mladších třetihor. Vrstvy písku v okolí meandrů řeky Moravy u Bzence dosahují mocností až 30 metrů (Mackovčín et al., 2007).

Zájmové území spadá dle klimatické klasifikace do teplé oblasti, konkrétně do podoblasti T4 (VT – velmi teplé), v menší míře také do podoblasti T3 (viz Obrázek 2). Podoblast T4 je charakterizována velmi dlouhým, teplým a suchým létem, jaro i podzim jsou teplé, zimní období se vyznačuje mírnou teplotou a suchem. Během roku se zde průměr teploty vzduchu pohybuje okolo 9,5 °C. Minima dosahuje teplota zpravidla v lednu, nejteplejším měsícem je červenec. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje okolo 560 mm (Staněk, 2007).



Obrázek 2: Klimatické regiony ČR (převzato z Jaca-Jasu, a.s., 2007)

Klimatické poměry studovaného území jsou přehledně a podrobněji zpracovány v níže vyobrazené tabulce.

**Tabulka 1: Klimatická charakteristika podoblastí T4 a T3 (převzato ze Staněk, 2007)**

<b>klimatická charakteristika</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>
Počet letních dní	60 – 70	20-30
Počet dnů s průměrnou teplotou nad 10 °C	170 – 180	120-140
Počet mrazových dnů	100 – 110	130-160
Počet ledových dnů	30 - 40	40-50
Průměrná teplota vzduchu v lednu °C	-2 až –3	-3 až -4
Průměrná teplota vzduchu v červenci °C	9 – 10	16-17
Průměrná teplota vzduchu v dubnu °C	19 – 20	6-7
Průměrná teplota vzduchu v říjnu °C	9 – 10	6-7
Průměrný počet dní se srážkami nad 1 mm	80 – 90	110-120
Srážkový úhrn ve vegetačním obd. (IV-IX)	300 – 350	350-450
Srážkový úhrn v zimním období (X – III)	200 – 300	250-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50	60-100
Počet dnů zamračených	110 – 120	120-150
Počet dnů jasných	50 - 60	40-50

### **1.3 Geologické poměry území**

Území České republiky se z pohledu geologie dělí na dvě části, a to na západní Český masív a jižní část Západní Karpaty. Zájmové území této práce se týká pouze části Západních Karpat. Pásemné pohoří Západních Karpat vzniklo alpínským vrásněním, od geologické stavby Českého masívu se značně liší svou typickou příkrovovou stavbou.

Na území České republiky lze v rámci Západních Karpat vymezit následující regionálně geologické celky: karpatská předhlubeň, vídeňská pánev a flyšové pásmo (Čtyroký et Stráník, 1995).

#### **1.3.1 Karpatská předhlubeň**

Jedná se o systém dílčích neogenních pánví, které jsou převážně vyplněny mořskými molasovými klastickými sedimenty, leží na krystaliniku, paleozoiku a mezozoiku Českého masívu a na sedimentárním pokryvu. Východní strana karpatské předhlubně hraničí s flyšovým pásmem, kde se pod něj částečně noří nebo se začleňuje do jeho příkrovové stavby. Ve střední části karpatskou předhlubeň porušuje mladší příkopová struktura

Hornomoravského úvalu a Mohelnické Brázdy. Severozápadní hranici s Českým masívem tvoří převážně mladší sedimenty, v severní části je patrný značný vliv mořské transgrese (Čtyroký et Stráník, 1995).

### **1.3.2 Vídeňská pánev**

Jedná se o rozsáhlou neogenní pánev protáhlého tvaru. S přibližnou délkou 250 km zasahuje také do Rakouska a Slovenska. Je vyplněna mořskými i sladkovodními sedimenty o maximální mocnosti až 5 000 metrů. Pánev má komplikovanou stavbu s množstvím složitých zlomových systémů, ve kterých lze nalézt uloženiny obsahující ropu, zemní plyn a lignit (Čtyroký et Stráník, 1995).

### **1.3.3 Flyšové pásmo**

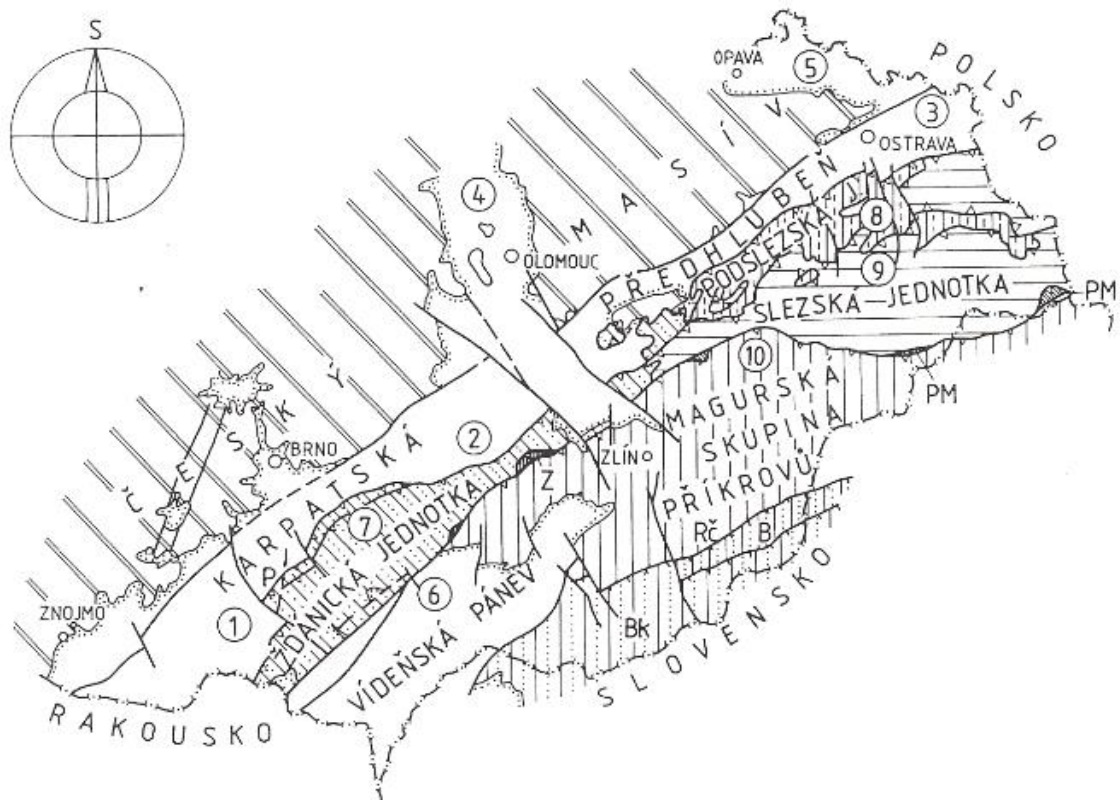
Flyšové pásmo charakterizuje příkrovový alochton, který česká stratigrafická komise dělí na magurskou skupinu příkrovů a vnější skupinu příkrovů.

#### ***1.3.3.1 Magurská skupina příkrovů***

Typickým znakem magurské skupiny příkrovů je pravidelné střídání psamitů a pelitů při flyšové sedimentaci. Ve směru k vnějšímu orogenu je zřetelná vývojová tendence mládnutí projevující se v ukončování sedimentace. Magurská skupina příkrovů se dále dělí na jednotku račanskou, bystrickou a bělokarpatskou (Čtyroký et Stráník, 1995).

#### ***1.3.3.2 Vnější skupina příkrovů***

Podobně jako magurská skupina příkrovů se i vnější skupina příkrovů vyznačuje flyšovou sedimentací psamitů a pelitů, dále v menší míře také sedimentací vápenců a silicidů. Vnější skupinu příkrovů dělíme na jednotku předmagurskou, slezskou, zdouneckou, podslezskou, ždánickou a pouzdřanskou. Do území těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě z těchto celků spadá pouze jednotka ždánická (Čtyroký et Stráník, 1995).



Obrázek 3: Regionálně-geologická klasifikace Západních Karpat na území ČR (převzato z Čtyroky et Stráník, 1995)

#### 1.4 Hydrogeologické poměry území

Na ukládání kvartérních sedimentů se významně podílí řeka Morava, jejíž nivu tvoří převážně písčitohlinité fluvialní uloženiny. Podzemní voda je vázána na dobře propustné vrstvy štěrkopísků v údolní nivě. Vydatnost vrtů, schopnost akumulace i schopnost doplňování podzemní vody je v této oblasti velmi vysoká. Toto území podléhá statutu zvláštní ochrany, právě zde potom dochází ke střetu zájmů vodohospodářských a těžebních organizací (Staněk, 2007).

Jedním z nejcitlivějších pásem zájmového území je chráněná oblast přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy, která je předmětem zvláštní legislativní ochrany. Zvláštní ochrana se ustanovuje v rámci vodního zákona a má za úkol zajistit vyšší stupeň ochrany, než poskytuje ochrana obecná. Jedná se především o významné oblasti přirozené akumulace vod a znečištěním ohrožené zdroje pitné vody. V oblasti platí výčet omezení nad rámec obecné ochrany, například omezení pro odběr vody, zpřísněný režim pro nakládání s tuhými

komunálními odpady, zákaz vypouštění odpadních vod, zpřísněný režim pro těžbu a dopravu uhlovodíků, atd.

## **2 Historie těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě**

Převážná část ropných zásob České republiky je soustředěna do oblasti vídeňské pánve, právě zde se dnes nachází největší množství těžených ložisek.

Historie těžby ropy na jižní Moravě sahá až do konce 19. století, kdy se objevují první zmínky o samovolném vývěru ropy, tzv. ropné studánky. V roce 1899 se pionýrem moravského ropného průzkumu stal cukrovarník Julius May, který provedl v Bohuslavicích (dnešní součást Kyjova) první pokusy o navrtání ropy. May použil vrtnou soupravu poháněnou parním strojem o výkonu 2 – 3 metry za den. Tímto způsobem se mu podařilo dosáhnout hloubky 450,7 metrů, na ropu však nenarazil. May dále pokračoval v průzkumu na Uhersko-Brodsku, kde zaznamenal první úspěch v podobě 5 hl ropy, které navrtal v hloubce cca 97 metrů. I třetí vrt Julia Maye v roce 1902 narazil na stopy ropy a zemního plynu (Čížmar, 2004).

V roce 1900 byl proveden první pokus o provrtání neogénu vídeňské pánve. Jednalo se o historicky druhý hlubinný vrt na jižní Moravě. Přestože se v průběhu vrtání objevovaly známky ropy, vrt byl v hloubce 217 metrů ukončen a vyhodnocen jako neúspěšný, načež byla oblast Hodonína pro průzkum ropy až do roku 1917 opuštěna (Bednaříková et Thon, 1984).

### **2.1 Období let 1919 - 1939**

V poválečném období svět trpěl nedostatkem ropy a tehdejší Československo proto zahájilo vlastní ropný průzkum na území jižní Moravy (Hodonín, Bzenec). Jednalo se o lokality, kde byly už v dřívější době stopy ropy a zemního plynu nalezeny (Bednaříková et Thon, 1984).

Moravská těžařská společnost v roce 1919 umístila svůj první hlubinný vrt do oblasti Nesyt na Hodonínsku. Vrtba byla ukončena v 338 metrech a v prosinci roku 1920 bylo úspěšně vytěženo prvních 13,8 tun ropy. V roce 1921 navázal na úspěchy i druhý hlubinný vrt, kdy

Moravská těžařská společnost celkově vyprodukovala 146,3 tun ropy (Bednaříková et Thon, 1984).

Vývoj a úspěšnost těžby v následujících letech zobrazuje Tabulka 2. Moravská těžařská společnost v oblasti Nesyt v období 1919-1939 vytěžila bezmála 128 000 tun ropy, ostatní minoritní společnosti přidaly k celkovému množství vytěžené ropy na území jižní Moravy přibližně 4 600 tun ropy (Bednaříková et Thon, 1984).

**Tabulka 2: Těžba ropy na jižní Moravě v letech 1919-1939 (upraveno podle Bednaříková et Thon, 1984 in Sekanina, 2009)**

rok	Těžba ropy v t	
	Nesyt	ostatní
1920	13,8	0
1921	146,3	53,7
1922	558,8	0
1923	124,9	92,1
1924	3 940,9	6,1
1925	15 987,0	25
1926	13 699,6	38,4
1927	11 180,9	0
1928	7 578,9	57
1929	5 042,9	45
1930	10 302,1	29
1931	8 137,7	21
1932	6 963,4	20
1933	6 605,9	197
1934	11 556,9	2 037
1935	7 264,4	1 140
1936	6 051,9	830
1937	4 057,3	...
1938	3 315,9	...
1939	5 117,0	...

## 2.2 Válečné období let 1939 – 1945

Moravská těžařská společnost i ostatní subjekty byly ve válečných letech nuceny přepustit jihomoravské oblasti těžby ropy organizacím německým, které navázaly na dosavadní průzkum. Roku 1941 iniciovala německá firma DEA hlubinný průzkumný vrt v okolí Břeclavi. Vrtba byla roku 1942 ukončena v hloubce 2 335 metrů, jednalo se tehdy o nejhlubší vrt na území jižní Moravy, na ropu se však nenarazilo (Suk et al., 1991).

Německé firmy se nicméně soustředily především na důl Nesyt, kde se průměrná roční těžba pohybovala okolo 5 000 tun. V dubnu roku 1945 byla těžba ukončena, při ústupu německá

vojska zlikvidovala značnou část těžařské techniky, také dokumentace byla zničena (Bednaříková et Thon, 1984).

V období let 1919 – 1945 se na území jižní Moravy obecně příliš nedbalo řádné likvidace a izolace ropoplynonosných sond, také dokumentace byla mnohdy nedostačující. Dnes je potvrzena existence více než 900 starých ekologických zátěží (nedostatečně zlikvidované ropoplynové sondy, znečištěné zeminy, kontaminovaná podzemní voda). Především je postiženo území bývalých okresů Hodonín a Břeclav, zasažena je také chráněná oblast přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy. Kontaminace se naplno projevila při povodních roku 1997, kdy se v oblasti Hodonína vyskytly na hladině velké ropné skvrny, které vznikly právě z důvodu nekvalitní likvidace historických sond. V roce 1998 bylo rozhodnuto o zahájení relikvidačních a sanačních prací na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy (Palivový kombinát Ústí, s. p., 2015).

### **2.3 Období let 1945 - 1989**

Již koncem dubna roku 1945 byla opět zahájena svobodná těžba v dole Nesyt. V březnu 1946 byly potom ustanoveny Československé naftové doly se sídlem v Hodoníně, které sjednocovaly závody Hodonín, Břeclav, Mutěnice, Vacenovice, Lužice, Žatčany, Sokolnice, Velké Bílovice a slovenské Gbely a Míková (Čížmar, 2004).

S nástupem nových technologií, moderních rotačních souprav a turbínového vrtání v 50. letech se na Moravě rozšiřuje oblast průzkumu těžby ropy a zemního plynu. Až do poloviny 60. let se těžba soustředila pouze do neogénu vídeňské pánve, koncem let 60. však průzkum přechází také do oblasti karpatské předhlubně. K navýšení objemu těžby výrazně přispělo objevení vydatného ložiska v Hruškách. Roku 1959 byl vyvrtán vrt hluboký 3 885 metrů, tehdy nejhlubší vrt střední Evropy (Suk et al., 1991).

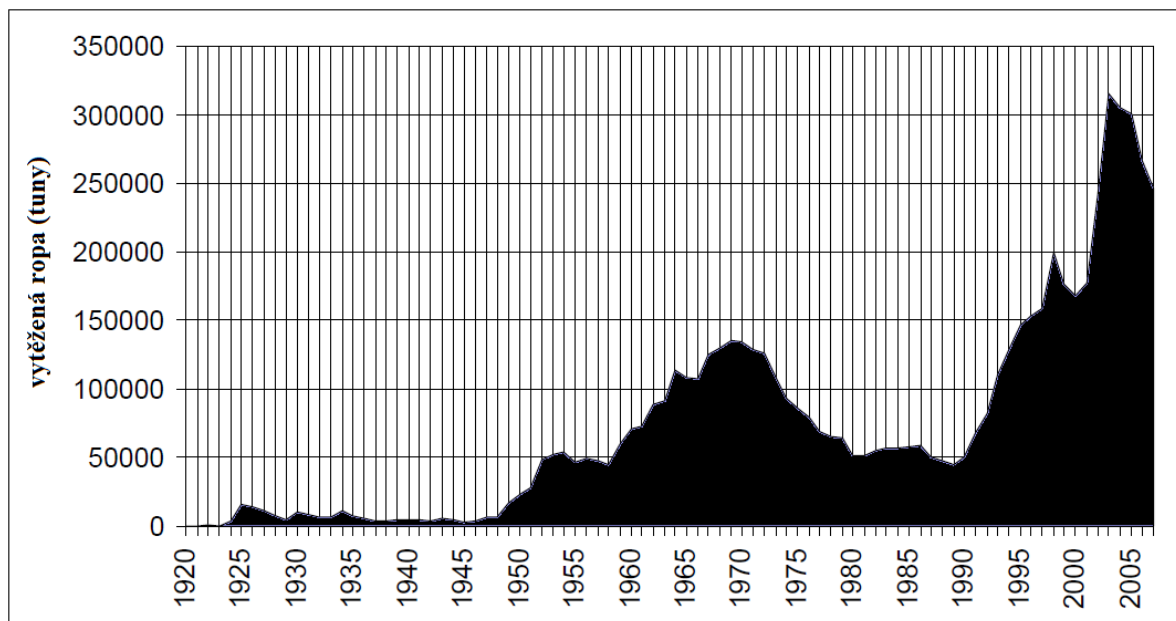
Po federalizaci Československa v roce 1969 jsou Československé naftové doly rozděleny na Moravské naftové doly a Slovenské naftové závody. Do konce 60. let je již na jižní Moravě otevřeno množství dolů (v závorce rok uvedení ložiska do těžby): Hodonín (1920), Bílovice, Žižkov, Lužice (1944), Žatčany, Měnín, Vacenovice (1946), Břeclav, Hluk (1948), Týnec (1951), Poddvorov (1952), Lanžhot (1957), Hrušky (1959), Ratíškovice (1960), Josefov (1962), Lubná (1968) a Nikolčice (1969). Začátkem 70. let jsou potom otevřeny ještě doly

Kobylí (1972) a Ždánice (1973). V roce 1970 dosahuje těžba na jižní Moravě dílčího vrcholu, podařilo se vytěžit 130 000 tun ropy, aby těžba během následujících deseti let opět klesla na 50 000 tun ropy za rok. Během 80. let se těžba ustaluje a nadále se pohybuje okolo 50 000 vytěžených tun ropy za rok (Bednaříková et Thon, 1984).

## 2.4 Porevoluční období od roku 1990

Při privatizaci v porevoluční době se státní podnik Moravské naftové doly převedl na akciovou společnost, tento status trvá dodnes (2015). Od roku 1993 se pokračuje v dalším ropném průzkumu, každoročně je vyvrtáno 10 – 20 hlubinných vrtů, roste rovněž objem vytěžené ropy. Roku 2003 akciová společnost Moravské naftové doly vytěžila 315 500 tun ropy, jedná se o historické maximum (Sekanina, 2009). Vývoj těžby ropy na jižní Moravě v letech 1920 – 2007 je zobrazen v níže připojeném grafu.

**Graf 1:** Vývoj těžby ropy na jižní Moravě v letech 1920 - 2007 (upraveno podle Sekanina, 2007, Bednaříková et Thon, 1984)



V současné době se ropa na jižní Moravě těží na území těchto obcí (seřazeno abecedně): Dambořice, Dolní Bojanovice, Dubňany, Hrušky, Charvátská Nová Ves, Kloboučky, Koryčany, Kostelany, Krumpíř, Lanžhot, Lužice, Moravská Nová Ves, Mouřínov, Nevojice, Nový Poddvorov, Starý Poddvorov, Tvrdonice, Týnec, Uhřice, Velké Bílovice, Vícemilice, Vlkoš, Vracov, Žarošice, Ždánice (Český báňský úřad, 2012).

### **3 Ekologické zátěže po těžbě ropy a zemního plynu**

V dnešní době je na jižní Moravě značná snaha minimalizovat ekologické zátěže při a také po těžbě ropy a zemního plynu. Současná míra odbornosti a důsledné dodržování předpisů zajišťuje pouze krátkodobou zátěž životního prostředí. Při řádném provedení likvidace ropných sond a odstranění veškeré vrtné techniky se dá hovořit jen o nízkém dlouhodobém ovlivnění životního prostředí či zásahu do reliéfu krajiny.

Výčet nezbytně nutných prací, které mohou zapříčinit znečištění životního prostředí nebo jinak negativně působí na okolí těžby: vrtný průzkum, těžba, transport, sklad ropy a zemního plynu, likvidace sond a dalších případných ekologických zátěží (Bujok, 2003).

V rámci přípravných prací je třeba zarovnat půdu v místě těžby, může se případně jednat i o zásahy do zalesněných ploch, na zeminu jsou pro zpevnění instalovány betonové panely o velikosti cca 83 x 36 m. Následuje transport a montáž vrtné techniky. Při absenci zpevněné dopravní komunikace dochází nákladními automobily k ničení vegetace, což je zejména v chráněných oblastech často objektem střetu zájmu těžebních organizací a organizací pro ochranu přírody. Při dalším postupu následuje hloubení vrtu, vystrojení vrtu a čerpání. Tato fáze s sebou nese riziko kontaminace půdního prostředí a podzemní vody, dnes však na území Moravy a za současné odbornosti k těmto problémům takřka nedochází. K závěrečným pracím patří zejména likvidace ropné sondy a odstranění těžařské techniky. Téměř všechny práce spojené s dobýváním ropy a zemního plynu jsou doprovázeny značným hlukem, který je mnohdy v zastavěných oblastech klíčovým faktorem povolení či omezení dobývky (Sekanina, 2009).

Nejrizikovější zdroje potenciální kontaminace půdy a podzemní vody jsou dnes odkalovací nádrže vrtného výplachu, praskliny či netěsnosti v potrubí, netěsnosti ve skladovacích nádržích, zóny překladiště a oblasti manipulace s ropou. Kontaminace zpravidla nevzniká při běžné manipulaci s ropou, jde především o riziko havárií, ke kterým docházelo a stále docházet může (Bujok, 2003).

### 3.1 Historie kontaminace

Většina starých ekologických zátěží po těžbě ropy a zemního plynu na jižní Moravě byla způsobena neekologickým způsobem průzkumu a těžby uhlovodíků již v první polovině 20. Století. V menší míře toto znečišťování trvalo až do konce osmdesátých let. (Bujok, 2003) V období let 1930 – 1950 pravděpodobně vznikl nejvyšší objem kontaminace půdy a podzemních vod v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy. Až přechod na hermetický způsob těžby a větší zájem o ekologický způsob těžby výrazně omezil úniky polutantů do půdy a podzemní vody (Staněk, 2007).

Hloubka sond, které byly vyvrtány v tomto kritickém období, začíná na 115 metrech, nejhlubší vrt pak dosahuje délky 2 225 metrů. Část sond je v nezajištěném stavu, jejich dokumentace je nekompletní, zcela chybí nebo z ní přímo vyplývá nedokonalost likvidace historických ropoplynonosných sond. Kontaminace se naplno projevila při povodních roku 1997, kdy se v oblasti města Hodonína na hladině vody objevily ropné skvrny. V roce 1998 bylo rozhodnuto o zahájení relikvidačních a sanačních prací na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy (Palivový kombinát Ústí, s. p., 2015).

### 3.2 Výčet polutantů, míra a rizika kontaminace

Z příčiny těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě byla prokázána kontaminace zejména vlivem dvou primárních polutantů, totiž ropy a anorganických látek, reprezentovaných především borem, chlorem a fluorem. Tyto prvky se vyskytují v rozpuštěné formě ve vodě (Staněk, 2007).

Ropa je tekutá organická směs přírodních uhlovodíků, tedy organických sloučenin složených z prvků uhlíku a vodíku. Mineralogicky se řadí mezi kaustobiolity, jedná se o biogenní usazeniny (Lintnerová, 2009). Ropa a zemní plyn mohou v přírodě vznikat ve velmi malé míře i anorganicky, majoritní část komerčně využitelných nalezišť je však organického původu a vznikla biogenezí či termogenezí organického materiálu (Lollar, 2003). Složení ropy je proměnlivé, především závisí na jejím složení v ložisku. Obsahy prvků v ropě se pohybují přibližně v těchto hodnotách: uhlík (83 – 87 %), vodík (10 – 14%), síra (až 6 %), dusík (až 2%), kyslík (až 2%), kovy se vyskytují většinou ve velmi nízkých koncentracích (< 0,01%) (Tang et Morrow, 1997).

Anorganické látky rozpuštěné ve vodě jsou druhým zjištěným polutantem v této oblasti. Příčinou kontaminace může být silně mineralizovaná ložisková voda, která vykazuje zejména vyšší množství iontů Na-Cl. Dále jsou v ložiskové vodě přítomny chloridy, fluoridy, bromidy a sírany. Obzvláště nebezpečné pro kvalitu pitné vody jsou právě sírany, chlor a železo.

Za hlavní škodliviny po těžbě ropy a zemního plynu jsou tedy v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy považovány ropné látky a rozpuštěné anorganické soli. Rizikem je především znehodnocení významných vodních zdrojů a podzemních vod.

Staré ekologické zátěže jsou zpravidla kumulovány do prostorů ložisek, ty jsou od sebe vzdáleny stovky až tisíce metrů, jedná se tedy o velmi velkou zasaženou oblast. Průzkum rozsahu znečištění ještě není zcela kompletní (Staněk, 2007).

## **4 Sanace a likvidace starých ekologických zátěží**

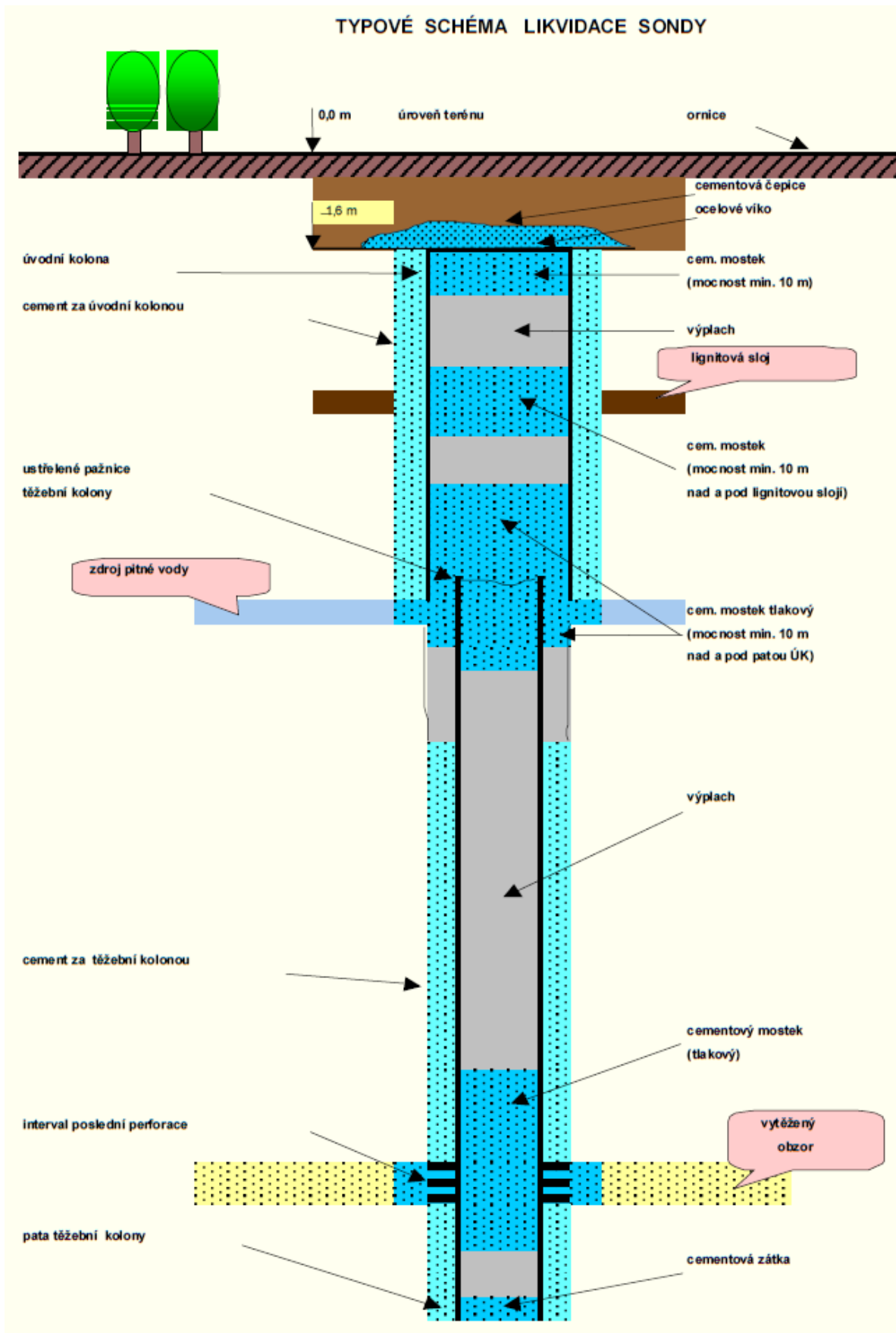
Nelikvidovaná těžební sonda představuje pro tekutiny cestu s nejnižšími filtračními odpory. Pohyb tekutin v okolí sondy směřuje právě do ní. Tento proces bude probíhat až do vyrovnání poměru tlaků. Z toho důvodu je nutné sondu řádně izolovat. Při likvidaci ropoplynosné sondy se běžně používá cementová směs. Celá těžební sonda nebo její intervaly se zasadí do této směsi, poté je sonda přibližně 1,5 m pod povrchem uzavřena betonovou deskou (Bujok et al., 2004).

Spolehlivé utěsnění vrtu je hlavním cílem relikvidačních prací na jižní Moravě. Nápravné práce mají za úkol izolovat vrt tak, aby již nemohlo docházet k průsakům polutantů na povrch, kontaminaci vrstev se zásobami pitné vody nebo přetoku škodlivin do lignitové sloje. Postup prací při likvidaci a sanaci starých ekologických zátěží po těžbě ropy lze rozdělit do tří kroků: likvidace těžařské sondy, technická rekultivace a biologická rekultivace (Staněk, 2007).

### **4.1 Likvidace těžařské sondy**

Postup prací při likvidaci těžařské sondy podle (Staněk, 2007):

- nalezení a obnažení ústí sondy (vzhledem k nedostatečné dokumentaci je nalezení často velmi obtížné)
- zjištění současného stavu sondy, zajištění starých částí pažnicových kolon
- příprava pracovní plochy pro těžkou techniku
- montáž pojízdné pracovní soupravy
- zprůchodnění vrtu
- zasazení sondy či její části do cementové směsi
- aplikace cementových mostků (viz Obrázek 4)
- karotážní měření pro ověření kvality izolace
- zajištění ústí sondy betonovou deskou, následné zalití cementovou kaší



Obrázek 4: Schéma likvidace sondy (převzato ze Staněk, 2007)

## 4.2 Technická rekultivace

Po likvidaci ropoplynonosné sondy následuje sanace a rekultivace znečištěného území. Postup prací upravují příslušné zákony a vyhlášky, technická rekultivace může trvat maximálně 2 měsíce.

Postup prací při technické rekultivaci v okolí sondy podle (Bujok et al., 2004):

- odstranění reziduí sondy
- odstranění panelové plochy a betonových základů
  - rozbourání betonového sklepa a základů, odvoz na skládku, případná recyklace
  - vyčištění okolí sondy od všech zbylých betonových úlomků, štěrku a ostatního cizího materiálu
- sanace nebo odstranění veškeré zeminy znečištěné ropnými látkami
  - viz kapitola níže: „Sanace zemin“
  - v případě nemožnosti sanace je zemina odvezena na speciální skládku, kde podléhá biodegradaci
- čištění podzemních vod
- nahrazení zeminy a betonu nezávadnou zeminou
- terénní úpravy pozemku
  - terén je zarovnán takovým způsobem, aby jeho plocha navazovala na terén okolní
  - cesty, které byly na pozemku vybudovány před zahájením těžařské činnosti, jsou opraveny a uvedeny do původních stavů
- provedení hluboké orby
  - jedná-li se o lesní půdu, pak je postup dohodnut s majitelem pozemku
- písemné předání pozemku majiteli

### 4.2.1 Sanace zemin

Podle technologického postupu lze sanační metody rozdělit do dvou skupin:

#### **4.2.1.1 *Sanace in situ***

Jedná se o soubor technologických neinvazivních postupů, které jsou prováděny přímo na místě bez nutnosti vytěžení sanované zeminy (Dorn et Salanitro, 2000). Nejčastějším případem je aplikace biodegradačních metod, které jsou založeny na degradaci kontaminantu pomocí uměle vpravených organismů. Dalšími metodami mohou být například injektáže chemikálií, odčerpání kontaminovaných podzemních vod, odsávání par nebo solidifikace (Erben et Antoš, 2001).

Sanace in situ mají řadu předností, jejich technologická i finanční náročnost je většinou mnohem nižší než u metod, při kterých je nutné zeminu vytěžit a následně sanovat mimo znečištěnou zónu (Tang et Morrow, 1997).

#### **4.2.1.2 *Sanace ex situ***

Soubor technologický postupů, při kterých je zemina odtěžena a dekontaminována buďto přímo na lokalitě (on site), nebo je dále odvezena na skládku či jiné pracoviště, kde probíhají další dekontaminační potažmo likvidační práce (off site) (Meuser, 2013).

Příkladem invazivních sanačních metod mohou být biodegradační postupy, dále termická desorpce nebo termický rozklad kontaminantů (Erben et Antoš, 2001).

V chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy většinou nelze využít neinvazivní in situ metody z důvodu rozsáhlé kontaminace podzemních vod, horninového prostředí a zemin. Je třeba aplikovat právě postupy ex situ, či zeminu zcela vytěžit a nahradit čistou nezávadnou zeminou (Staněk, 2007).

#### **4.2.1.3 *Výčet dekontaminačních metod podle (Erben et Antoš, 2001):***

##### *Biodegradace in situ*

Biodegradace je založena na odbourávání organických látek působením bakterií. Některé mikroorganismy jsou schopny rozložit polutanty v plném rozsahu, jiné pouze částečně a je tedy třeba následně využít dalších dekontaminačních metod (Riser-Roberts, 1998). Základní

podmínkou pro použití biodegradačních postupů k likvidaci kontaminace ropnými látkami je schopnost bakterií rozkládat uhlovodíky. Do znečištěného prostředí jsou vpraveny bakterie, které využívají uhlovodíky jako zdroj uhlíku pro své metabolické procesy a tím zbavují znečištěné prostředí nežádoucích ropných látek. Pro úspěšné biodegradační působení aerobních bakterií je nutné zajistit dostatečný přísun kyslíku například prostřednictvím speciálních vřánčících vrtů. Použití biodegradačních metod je omezeno typem kontaminantu, mírou kontaminace, hloubkovým dosahem kontaminace a propustností horninového prostředí.

### *Bioventing*

Do nenasycené vrstvy je pomocí systému vrtů dopravován vzduch a živiny potřebné k povzbuzení růstu mikroorganismů, které při svém vývoji spotřebovávají uhlík obsažený v kontaminantech, a tak pomáhají znečištění likvidovat.

### *Air Sparging*

Principem metody je přímé vřánění kyslíku pod hladinu podzemní vody. Proudem plynu jsou kontaminanty odváděny do nenasycené zóny a následně z prostředí odčerpány systémem odsávacích vrtů (Johnson et al., 1993). Jedná se o postup užívaný pro dekontaminaci saturované zóny.

### *Venting*

Metoda vhodná nejen pro likvidaci kontaminace ropnými látkami, ale lze ji použít i pro odstranění těkavých látek z nenasycené zóny (Otten et al., 1997). Jedná se o technologický postup, při kterém je půdní vzduch odsáván systémem horizontálních nebo vertikálních vrtů a následně čištěn pomocí filtrů s aktivním uhlím. Pro správný chod ventingu je nutné v horninovém prostředí vytvořit podtlak. K tomuto účelu se zajišťuje nepropustnost povrchu znečištěné vrstvy, v praxi se používá například překrytí povrchu technickou fólií.

### *Solidifikace*

Jedná se o technologický postup, který spočívá ve snížení mobility kontaminace. Kontaminant je navázán do pevné matrice, která zabrání následnému vyplavování do okolí. Ke stabilizaci ropou znečištěného prostředí se využívá například hydraulické vápno.

### *Podzemní těsnicí bariéry*

Metoda spočívá v izolaci kontaminovaného materiálu od okolí prostřednictvím aplikace těsnících stěn. Nejedná se tedy o přímou likvidaci znečištění, kontaminant je ovšem od okolí oddělen systémem vertikálních stěn ukotvených do nepropustné vrstvy, a tak je zabráněno interakci zdravého prostředí s polutanty. Speciální modifikací podzemních těsnících bariér mohou být tzv. sanační stěny. Ty mají schopnost propouštět podzemní vodu, naopak kontaminant zůstává zachycen přímo ve stěně. Metoda sanačních stěn využívá principu sorpce, tedy ability zadržovat různé složky obsažené v roztoku.

### *Čerpání podzemních vod*

Znečištěná podzemní voda je vyčerpána z kontaminovaného prostředí, poté je rafinována v čističkách odpadních vod nebo ve speciálních úpravnách, následně je vypouštěna zpět do vodotečí (Moreno et al., 2010).

Metodu lze využít:

- při kontaminaci ropnými uhlovodíky ve volné fázi na hladině podzemní vody
- při kontaminaci celého profilu podzemní vody dobře rozpustnou látkou
- při kontaminaci minimálně rozpustnou těžkou látkou vyskytující se pod hladinou podzemní vody v nejnižším místě propustné vrstvy

### *Promývání horninového prostředí*

Do horninového prostředí se voda vpravuje buďto pomocí vrtů, zasakovacích rýh, nebo jednoduše kropením povrchu a následným vsakem. Tento zvýšený objem vody poté prochází horninovým prostředím a kontaminant odnáší. Znečištěná voda je z oblasti odváděna systémem čerpacích vrtů, následně je čištěna ve speciálních čističkách a vypouštěna do kanalizace či vodotečí nebo je opětovně použita k promývání horninového prostředí.

### *Termická desorpce*

Termická desorpce pracuje na principu tepelné energie, která je dodávána do oblasti kontaminace, ohřívá polutanty až nad bod varu, čímž způsobuje uvolnění kontaminantu z pevné matrice. Páry jsou následně zachycovány a likvidovány ve spalovnách (Anderson et al., 1997-1998).

### *Pračky zemin*

Kontaminovanou zeminu je nutno vytěžit a umístit do speciálních pracích bubnů, ve kterých proběhne proces promývání zeminy. K tomuto účelu se většinou využívá vody, do které se kontaminant při praní uvolní, následně je z roztoku odstraněn a voda se opakovaně použije k dalšímu promývání.

### *Kompostování*

Znečištěné materiály lze sanovat i pomocí obecně známé zemědělské technologie kompostování. Princip metody spočívá ve schopnosti organických látek obsažených v kompostu rozkládat mimo bioodpadu také ropné látky. Při procesu fermentace dochází k dekompozici ropných látek, jejich přítomnost však celý proces vyzrávání kompostu značně zpomaluje. Celý průběh může být urychlen umístěním kompostu do zvláštních boxů s ideálními podmínkami pro kvašení.

### *Skládkování*

Jedná se o technologicky i organizačně nejjednodušší a nejvíce používaný způsob likvidace kontaminovaného materiálu. Také z ekonomického hlediska je mnohdy nejvýhodnější. V chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy se pro likvidaci kontaminovaných zemin nejčastěji využívá kombinace skládkování a následné biodegradace na skládce. Vytěžený materiál je poté nahrazen návozem čisté nezávadné zeminy.

## **4.3 Biologická rekultivace**

Po provedení technické rekultivace plynule následuje rekultivace biologická. Tu obvykle provádí majitel či uživatel pozemku. Biologickou rekultivaci lze zjednodušeně rozdělit do tří fází: hnojení, agrotechnická opatření, pěstování rostlin. Všechny náklady spojené s rekultivací hradí příslušná těžařská společnost (Bujok et al., 2004).

Podle charakteru sanované lokality je třeba rozhodnout o typu trvalé rekultivace. Nejčastěji se v oblastech po těžbě ropy a zemního plynu na jižní Moravě přistupuje k aplikaci zemědělské, lesnické či sadovnicko-krajinářské rekultivace (Stalmachová, 1996). Zemědělská rekultivace je realizována v případě dostatečné úrodnosti půd, u agrotechnického typu vzniká orná půda a

při pomologickém způsobu rekultivace je záměrem vytvořit ovocné sady, vinice nebo chmelnice. Při výběru vhodného typu rekultivace se zohledňují především ekologické podmínky pro pěstování různých zemědělských plodin na dané lokalitě.

Úkolem lesnické rekultivace je založení nových lesních porostů na plochách k tomu určeným. Jednou z možností může být založení lesa hospodářského významu, který bude produkovat kvalitní dřevo. Další eventualitou může být snaha o citlivé zařazení nového lesního porostu do ekosystému (Staněk, 2007).

## **Závěr**

Historie těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě sahá až do konce 19. století, kdy se objevují první zmínky o samovolném vývěru ropy, tzv. ropné studánky. Počátek pokusů o skutečné navrtání ropy na Moravě registrujeme již v roce 1899. První ropný vrt byl ukončen s neúspěchem v hloubce necelých 451 metrů a až druhá vrtba situovaná do oblasti Uhersko-Brodská zaznamenala sukces v podobě 5 hl vytěžené ropy.

Většina starých ekologických zátěží po těžbě ropy a zemního plynu na jižní Moravě byla způsobena neekologickým způsobem průzkumu a těžby uhlovodíků již v první polovině dvacátého století. V menší míře toto znečišťování trvalo až do konce osmdesátých let. V období let 1930 – 1950 vznikl v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy pravděpodobně nejvyšší objem kontaminace půdy a podzemních vod. Až přechod na hermetický způsob těžby a větší zájem o ekologický způsob těžby výrazně omezil úniky polutantů do půdy a podzemní vody.

Z příčiny těžby ropy a zemního plynu na jižní Moravě byla prokázána kontaminace zejména vlivem dvou primárních polutantů, totiž ropy a anorganických látek, reprezentovaných především borem, chlorem a fluorem. Tyto prvky se vyskytují v rozpuštěné formě v podzemní vodě. Staré ekologické zátěže jsou zpravidla kumulovány do prostorů ložisek, ty jsou od sebe vzdáleny stovky až tisíce metrů.

Nelikvidovaná těžební sonda představuje pro tekutiny cestu s nejnižšími filtračními odpory. Pohyb tekutin v okolí sondy směřuje právě do ní a tento proces bude probíhat až do vyrovnání poměru tlaků. Z toho důvodu je nutné sondu řádně izolovat. Při likvidaci ropoplynosné

sondy se běžně používá cementová směs. Celá těžební sonda nebo její intervaly se zasadí do této směsi, poté je sonda přibližně 1,5 m pod povrchem uzavřena betonovou deskou.

Spolehlivé utěsnění vrtu je hlavním cílem relikvidačních prací na jižní Moravě. Nápravné práce mají za úkol izolovat vrt tak, aby již nemohlo docházet k průsakům polutantů na povrch, kontaminaci vrstev se zásobami pitné vody nebo přetoku škodlivin do lignitové sloje. Postup prací při likvidaci a sanaci starých ekologických zátěží po těžbě ropy lze rozdělit do tří fází: likvidace těžařské sondy, technická rekultivace a biologická rekultivace.

Současná míra odbornosti a důsledné dodržování předpisů při těžbě ropy a zemního plynu na jižní Moravě zajišťuje pouze krátkodobou zátěž životního prostředí. Při řádném provedení likvidace ropných sond a odstranění veškeré vrtné techniky se dá hovořit jen o nízkém dlouhodobém ovlivnění životního prostředí či zásahu do reliéfu krajiny. V dnešní době je třeba vyvarovat se identických chyb, a to zejména v méně ekonomicky vyspělých státech. Zanedbání řádné likvidace opouštěné ropné sondy vede ke kontaminaci zemin a podzemních vod a následné relikvidační postupy jsou technologicky, časově i finančně náročným řešením, kterému je třeba předcházet.

## Bibliografie

ANDERSON, William C., Leo WEITZMAN, Irvin A. JEFCOAT a B. KIM. 1997-1998. *Innovative Site Remediation Technology: Design and Application: Thermal Desorption*. Annapolis, MD: American Academy of Environmental Engineers, 302 s.

BEDNAŘÍKOVÁ, Jarmila, Arnošt THON. 1984. *Naftový průmysl na území Československa: publikace věnovaná 70. výročí zahájení průmyslové těžby přírodních uhlovodíků v ČSSR*. Hodonín: Moravské naftové doly, 368 s.

BUJOK, Petr, Zdzislaw HERMAN a Josef MAZÁČ. 2004. Likvidace těžebních sond a ochrana životního prostředí. *Acta Montanistica Slovaca*. Roč. 9, č. 3, s. 156-159.

BUJOK, Petr. 2003. *Vliv vrtného průzkumu, těžby a skladování kapalných a plyných uhlovodíků na životní prostředí*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 186 s.

ČÍŽMAR, Z. 2004. *90 let tradice: Moravské naftové doly*. Hodonín: Moravské naftové doly a. s., 53 s.

ČTYROKÝ, P. a Z. STRÁNÍK. 1995. *Zpráva pracovní skupiny české stratigrafické komise o regionálním dělení Západních Karpat*. Praha: Věstník Českého geologického ústavu. 70, 3, s. 67-72.

DORN, Philip B. a Joseph P. SALANITRO. 2000. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation. *Chemosphere*. Vol. 40, issue 4, s. 419-426.

ERBEN, Jan a Martin ANTOŠ. 2001. *Likvidace ropných produktů unikajících při dopravních nehodách*. Pardubice, 26 s. Seminární práce. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice.

JOHNSON, R. L., P. C. JOHNSON, D. B. MCWHORTER, R. E. HINCHEE a I. GOODMAN. 1993. An Overview of In Situ Air Sparging. *Ground Water Monitoring*. Vol. 13, issue 4, s. 127-135.

LINTNEROVÁ, Otilia. 2009. *Geológia kaustobiolitov. Uhlie a uhl'ovodíky*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislavě, 118 s.

LOLLAR, Sherwood. 2003. Abiogenic formation of alkanes in the Earth's crust as a minor source for global hydrocarbon reservoirs. *Fuel and Energy Abstracts*. Vol. 44, issue 3.

MACKOVČIN, Peter, M. JATIOVÁ, J. DEMEK a P. SLAVÍK. 2007. *Chráněná území ČR: Brněnsko, svazek IX.*, Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny, 932 s.

MEUSER, Helmut. 2013. *Soil remediation and rehabilitation: Treatment of Contaminated and Disturbed Land*. New York: Springer, 406 s.

MORENO, M. A., J. I. CÓRCOLES, D. A. MORALEDA, A. MARTINEZ a J. M. TARJUELO. 2010. Optimization of Underground Water Pumping. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. Vol. 136, issue 6, s. 414-420.

OTTEN, Almar, Arne ALPHENAAR, Charles PIJLS, Frank SPUIJL a Han DE WIT. 1997. *In situ soil remediation*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 115 s.

RISER-ROBERTS, Eve. 1998. *Remediation of petroleum contaminated soils: Biological, Physical, and Chemical Processes*. Boca Raton: Lewis Publishers, 542 s.

SEKANINA, Zbyněk. 2009. *Historie a současnost těžby ropy na jižní Moravě*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

STALMACHOVÁ, Barbora. 1996. *Základy ekologické obnovy průmyslové krajiny*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 155 s.

STANĚK, Ivo. 2007. *Staré ekologické zátěže: Nedostatečně zlikvidovaná stará důlní díla po těžbě ropy a zemního plynu v CHOPAV Kvartér řeky Moravy: Předběžná koncepční analýza rizik*. Brno: Moravské naftové doly s. p., 118 s.

SUK, Miloš, D. ĎURICA, V. OBSTOVÁ a E. STAŇKOVÁ. 1991. *Hluboké vrty v Čechách a na Moravě a jejich geologické výsledky*. Vyd. 1. V Praze: Gabriel, 171 s.

TANG, G. Q. a N. R. MORROW. 1997. Salinity, Temperature, Oil Composition, and Oil Recovery by Waterflooding. *SPE Reservoir Engineering*. Vol. 12, issue 04, s. 269-276.

## **Internetové zdroje**

Český báňský úřad. 2012. *Vymezení území dobývacích prostor dle členění ORP* [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: [www.cbusts.cz](http://www.cbusts.cz)

Jaca-Jasu, a.s. 2007. *Klimatické regiony ČR*. In: *MIG ESP*. [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: [http://www.migesp.cz/wp-content/uploads/klimaticke\\_regiony.png](http://www.migesp.cz/wp-content/uploads/klimaticke_regiony.png)

Palivový kombinát Ústí, s. p. 2015. *Lokalita Hodonín*. [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.pku.cz/lokality/hodonin/>