

ZHODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH A EKONOMICKÝCH DOPADOV PO ERUPCIÁCH A POŽIAROCH ROPY A ZEMNÉHO PLYNU PRI VYHLADÁVANÍ LOŽÍSK UHL'OVODÍKOV V NAFTOVOM PODNIKANÍ V ČESKEJ A SLOVENSKEJ REPUBLIKE

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACTS AFTER OIL AND GAS BLOWOUTS AND FIRES IN GEOLOGICAL PROSPECTING OF HYDROCARBON DEPOSITS IN OIL BUSINESS IN THE CZECH AND SLOVAK REPUBLICS

Ján Pinka¹

Abstract

The article deals with the evaluation of exploration, extraction of oil and natural gas in Slovakia for years since the date of oil business in Slovakia. In the beginnings of oil business in the territory of today's Czech and Slovak Republic, at a time when the level of technology, drilling and mining technology was not as high as it is today, including the absence of legal standards in the field of environmental protection associated with the blowout - eruptions and subsequent fires, especially oil and gas.

Keywords: well control, blowout, blowout prevention, fire, blowout preventers, abnormal pressure

Úvod

Prieskum, ťažba ropy a zemného plynu na Slovensku sa datuje od roku 1914. V počiatkoch naftového podnikania na území dnešnej Českej a Slovenskej republiky, v čase keď úroveň techniky, technológie vrtania a ťažby nebola až na takej úrovni ako je dnes, vrátane absencie zákonných noriem v oblasti ochrany životného prostredia vždy dochádzalo ale aj v súčasnosti dochádza k ekologickým haváriám. Zastaraná vrtná technika i používané vrtné technológie a v neposlednom rade i neznalosť geologických podmienok v minulosti viedli k mnohým haváriám, ako sú aj erupcie plynu s následným požiarom. Okrem týchto komplikovaných havárií existujú na Slovensku ešte stovky vôbec alebo nedostatočne zlikvidovaných vrtov po prieskumnej a ťažobnej činnosti.

Erupcie a požiare pri vrtaní na ropu a zemný plyn

Podmienkou pre banskú činnosť, pre ťažbu ropy a zemného plynu, je úspešné navrtanie ložiska, ktorá potvrdí prítomnosť uhl'ovodíkov. Hĺbenie vrtov historicky so sebou nesie technický vývoj vrtania, ktoré bolo v minulosti poznačené sériou havárií malého, veľkého, ale tiež haváriami takmer likvidačného rozsahu. V priebehu hĺbenia vrtov na ropu a zemný plyn je základnou podmienkou bezpečný postup pri prevrtávaní priepustných vrstiev, udržanie tlakovej rovnováhy s prevrtávanými horninovými formáciami, prípadne mierneho pretlaku na sýtenú poréznu vrstvu. Ak dôjde k porušeniu tejto rovnováhy smerom z vrstvy do vrtu, vznikne tlakový prejav, ktorý pri jeho nezvládnutí prechádza v nekontrolovaný výron výplachu a následne ložiskového médiá ropy, plynu a tlakovej ložiskové vody z vrtu. Eruptujúce médium z vrtu - ropa s plynom a zvlášť samotný zemný plyn, môže byť ľahko zapálený (samovznietenie - statická elektrina, studená iskra a podobne) a dochádza často k otvorenej erupcii s následným požiarom na vrtnom pracovisku. V minulosti, najmä v období šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch minulého storočia, keď technika i technológia vrtania a ľudský faktor neboli na dostatočnej úrovni, počet erupcií a zvlášť erupcií s následnými požiarom, bol najčastejším problémom pri vyhľadávaní nových roponosných a plynonosných ložísk. Zlyhanie ľudského faktora samozrejme môže byť príčinou

¹ prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Ústav zemských zdrojov, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 19, 042 00 Košice, Slovenská republika, jan.pinka@tuke.sk, tel.: 055/6023150

erupcií aj v dnešnej dobe. Špecifickým problémom erupcií na naftových vrtoch, najmä u vysokotlakových ložísk, často s výskytom anomálne vysokých vrstevných tlakov (AVVT), je neovládanie likvidácie, resp. potlačenia tlakového prejavu. **Tlakový prejav** je problémom zvládania tlaku vo vrte, pričom tlak v prevrtavanej hornine je v mieste kontaktu s vrtom vyšší ako je tlak stĺpca výplachu vo vrte. Tento prítok vrstevného média do vrtu sa nazýva **“tlakový prejav”**. Prítok vrstevného média do vrtu je na povrchu rozpoznateľný, a to umožňuje tlakový prejav účinne potláčať, (to znamená zmáhať ho alebo umŕtvovať). **Tlakový prejav** je teda neočakávaný prítok plynu, ropy alebo vody do vrtu, ak nie je včas rozpoznávaný a kontrolovaný môže nastať erupcia (v angl. “blowout“) [1, 2, 3].

Dôvody vzniku tlakového prejavu:

- Neznalosť očakávaných tlakov v ložisku.
- Nedostatočná hustota výplachu.
- Svabovacie tlaky vplyvom vyťahovania vrtnej kolóny z vrtu (zníženie hydrostatického tlaku vo vrte).
- Strata výplachu vo vrte (čiastočná alebo úplná strata výplachu) vplyvom použitia ťažšieho výplachu (o väčšej hustote) a následným naštiepením horniny (v nezapaženej časti vrtu) hlavne pri vítaní v kavernóznych horninách.
- Nedoplnenie vrtu výplachom počas vyťahovania vrtného náradia z vrtu.

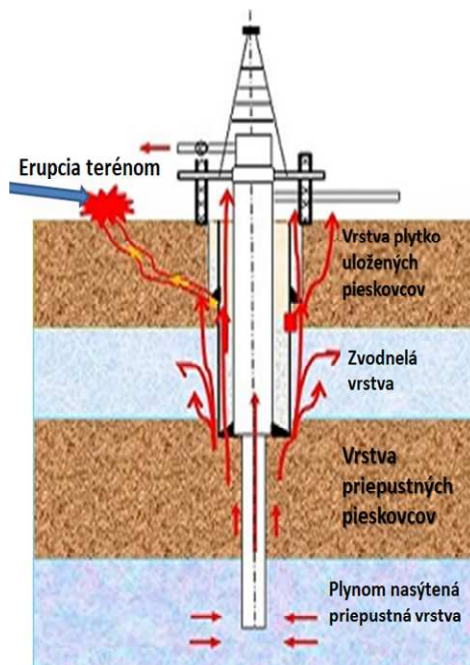
Erupcia je neovládajúci tlakový prejav, pri ktorom vrstevné médium samovoľne vyteká z vrtu nekontrolovateľným spôsobom v dôsledku zlyhania protierupčného zariadenia (t.j. **erupcia ústím vrtu**) alebo v dôsledku zlyhania kolóny pažníc, prípadne naštiepenia stien vrtu pod päťou kolóny pažníc (t.j. **erupcia terénom**). Do tejto kategórie patria aj prípadné prietoky vrstevných médií z jedného obzoru do iného obzoru pri zavretých preventroch (tzv. **“podpovrchové prietoky, či erupcie”**) (pozri obr. 1, obr.2 a obr.3).



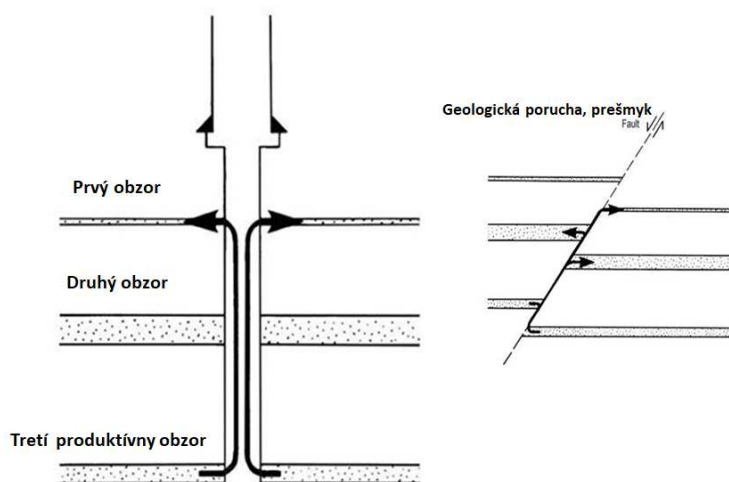
Obr. 1 Erupcia ústím vrtu

Neovládajúci tlakový prejav pri zlom postupe môže prerásť vo výron, resp. v erupciu, a to ústím vrtu, podzemnou erupciou medzi dvomi, resp. medzi viacerými obzormi nachádzajúcimi sa v rôznych hĺbkových intervaloch alebo pri erupcii terénom pod päťou pažnicovej kolóny, ktorá nebola správne a dostatočne zapažená v nepriepustných formáciách ale príliš plytko zapažená v priepustných vrstvách pri ktorých bol použitý vrtný výplach, ktorý prekročil štiepny tlak hornín

s následným vznikom tzv. podzemné erupcie. Tieto veľmi ťažké a komplikované havárie a havarijné stavy spôsobovali hlavne v minulosti značné environmentálne, ekonomické a materiálne škody a v niektorých prípadoch zo zahraničnej vrtnej praxe, často viedli až k likvidácii vrtnej spoločnosti [4,5].



Obr. 2. Erupcia terénom pod päťou pažnice [1]



Obr. 3. Medziobzorová erupcia [2]

Pre zmiernenie týchto negatívnych dôsledkov v neposlednom rade aj ako prevencie, bolo rozhodnuté každoročne školiť vrtný personál z problematiky zmáhania tlakových prejavov v hlbinnom vrtaní. V súlade s týmto rozhodnutím bolo aj úlohou vytvoriť tímy vybraných pracovníkov, ktorí budú školení, vycvičení a pripravovaní na použitie pri likvidácii týchto mimoriadnych udalostí. Banská záchranná služba vznikla s nárastom počtu havárií, práve v dôsledku veľkej intenzity vrtných prác zameraných na vyhľadávanie plyných a kvapalných uhľovodíkov v 50. a 70. rokoch na území Moravy, západného a východného Slovenska. V tomto období vykonávalo vrtné práce celkovo 26 vrtných súprav, a to 13 na území Českej republiky na Morave a rovnaký počet 13 aj v Slovenskej republike, konkrétne 7 vrtných súprav na závode v Gbeloch a 6 vrtných súprav v Michalovciach. Pri vtedajšej technickej vybavenosti a pri takomto počte vrtných prací, dochádzalo logicky aj vysokému počtu nehôd, v niektorých prípadoch ťažkým úrazom a bohužiaľ aj stratám na ľudských životoch. Odbornej technickej pomoci, pre riešenie týchto mimoriadnych udalostí, sa Československým naftovým baniam vtedy dostalo od okolitých štátov, najmä z bývalých krajín bývalého Ruska, Poľska a Maďarska. Na základe týchto závažných udalostí rozhodol v roku 1966 banský úrad o zriadení jednotky banských záchranárov vo vtedajších Československých naftových baniach. Prvými záchranármi boli vyškolení na Hlavnej banskej záchrannej stanici (v skratke HBZS) v Prievidzi a následne bola založená ZBZS v Lužiciach pri Hodoníne pri vrtnom závode Československých naftových baní. Výnosom ČBÚ č. 23/1983 zo dňa 1.9.1983 bola zriadená OBZS Hodonín, pri Moravských naftových doloch Hodonín v obvode pôsobnosti HBZS Malacky pri naftovej a plynárenskom priemysle Bratislava. Na základe novely zákona č. 61/1988 Zb., A vyhlášky ČBÚ č. 341/92 Zb. bola premenovaná na Revírnú banskú záchrannú stanicu a od januára 2002 sa stala Hlavnou banskou záchrannou stanicou.

Havárie a erupcie pri vŕtaní, ťažbe a pri podzemných opravách sond (POS)

Nebezpečné erupcie s požiarom v minulosti vznikali v tlakovo zložitých geologických pomeroch východoslovenského neogénu na vrtoch Trhovište-11 (1962), Stretava-2 (1964), Stretava-10 (1965). Zvlášť nebezpečná bola erupcia zemného plynu na vrte **Stretava-15** (1966), kedy plyn eruptoval vrtom aj terénom. Po erupcii a následnom požiarom došlo k popáleniu až piatich pracovníkov z celej osádky vrtnej súpravy. Dvaja pracovníci zomreli priamo na mieste po výbuchu a tretí pracovník zomrel o dva dni neskôr v nemocnici. Táto havária s následným požiarom sa dodnes považuje za najväčšiu haváriu v slovenskom naftovom podnikaní pri ktorej zahynuli traja pracovníci vrtnej prevádzky (pozri obr. 5 a obr. 6). Situácia vrtu z lokalizáciou jednotlivých sond a vrtov na ložisku Stretava je znázornená na obr. 7. V slovenskej časti Viedenskej panvy vznikali závažné erupcie s požiarom napr. na vrtoch Láb-2 (1949), Láb-8 (1950), Cunín-31 (1970), Malacky-50 (1971) a Gbely B-13 (1973). Pri erupcii na vrte Láb LZ-32 (1974), vznikol zemný kráter o rozmere 110 × 60 m do ktorého sa prepadla a ponorila celá vrtná súprava. Požiar dosahoval v počiatkových fázach výšku až 25 – 30 m. V súčasnej dobe je toto miesto zaliate vodou a dostalo veľmi príznačné označenie "Fučijama".



Obr. 4. Kráter vyplnený vodou na bývalom havarovanom vrte Gajary PZ-32 , tzv. „Fučijama“ dnes.

Na podzemnom zásobníku plynu Láb vznikla erupcia s požiarom aj na vrte Gajary PZ-32 (1982). Dnes po kráteri ktorý erupcia vytvorila je naplnená vodou a mnohí rekreanti ani nevedia prečo a kedy vznikla (pozri obr. 4). Plameň bol likvidovaný upraveným tryskovým motorom záchrannými skupinami českých, slovenských a maďarských záchranárov. Mimoriadne tlakové pomery bolo nutné zvládnuť v priebehu likvidácie erupcie zemného plynu na hlbokom vrte Závod-76 (1982), kedy z hĺbky 4 030 m eruptoval plyn s obsahom sírovodíka o ložiskovom tlaku až 46 MPa. V moravskej časti Viedenskej panvy dochádzalo v 50. a 60. rokoch minulého storočia k erupciám na ložiskách Týnec a Poddvorov, napr. na vrte Poddvorov-10 (1953). [1,6]

Nebezpečné situácie vznikali pri tlakových prejavoch s následnými otvorenými erupciami na plytkom podzemnom zásobníku plynu v Lobodice u Přerova zvlášť v období do roku 1990, kedy skladovaný svietiplyn obsahoval nebezpečný oxid uhoľnatý, Lobodice-38 (1969). V súvislosti s výronom oxidu uhoľnatého došlo k otrave záchranárov aj niekoľkých zúčastnených zamestnancov. Tragické následky mala erupcie zemného plynu na vrte Rusava-2 (1976), kedy z vrtu z hĺbky 358 m eruptoval zemný plyn s následným požiarom a došlo k smrteľným popáleninám vrtného plošinára. Vrtná veža bola úplne zničená a roztavená sálavým teplom. Nebezpečná erupcia zemného plynu s požiarom vznikla pri hľbení prieskumného vrtu Dunajovice-4 (1976) na plynovom ložisku Dunajovice. Z vrtu eruptoval suchý plyn o vysokej intenzite s následným výbuchom a rozsiahlym požiarom. Vysokým sálavým teplom došlo k deštruktívnemu roztaveniu a zničeniu vrtnej súpravy. Erupciu s požiarom likvidovali záchranné tímy českých,

slovenských a maďarských záchranárov. Po odťazení zemného plynu bolo ložisko Dunajovice prebudované na významný podzemný zásobník plynu. Zvlášť nebezpečnou udalosťou bol tlakový prejav na hlbokom vrte Karlin-1 (1991) po navrtaní vysokotlakových plynových obzorov v hĺbke 3985 m, a s tlakom až 80 MPa, ktorý bol dvakrát vyšší ako tlak výplachovej kvapaliny vo vrte, to znamená vodného stĺpca vo vrte. Veľmi reálne nebezpečenstvo pri prípadnej erupcii výronu sírovodíka s plynom, si vyžiadalo evakuáciu obyvateľov najbližšej obce Karlín. Náročný tlakový prejav bol zlikvidovaný v spolupráci so zahraničnými špecializovanými servisnými spoločnosťami. Rozsiahly a nebezpečný tlakový prejav vznikol tiež na vrte Hr-225 (1980) pri prevrtávaní skladovacích obzorov podzemného zásobníka plynu v oblasti Hrušiek. Po uzavretí ústia vrtu pri tlakovom prejave nastalo rozsiahle štiepenie vrstiev pod päťou úvodnej kolóny (v hĺbke 300 m) plynom zo skladovacích obzorov. Hydraulickej výkon štiepenia bol tak mohutný, že došlo k nadvihnutiu terénu v okolí, roztrhnutiu pažnicových kolón na okolitých vrtoch a k otvorenej erupcii na vrte Hrušky-116, vzdialenej 326 m od miesta vzniknutej havárie, ďalej došlo k úplnej deštrukcii a k vyhodneniu vystrojovacích zariadení zo sondy, konkrétne 140 m dĺžky pažníc o vonkajšom priemere 5^{1/2} " a 179 m dlhých čerpacích rúr o vonkajšom priemere 2^{7/8}". Podzemnou erupciou bola narušená aj tesnosť podzemného zásobníka. [1, 2, 7]



Obr. 5 Erupcia zemného plynu na vrte Stretava 15, zo dňa 14.6.1966 (archív autora).



Obr. 6 Erupcia a požiar zemného plynu na vrte Stretava 15. Horiaci gejzír chrlil bahno a žeravý piesok až do vzdialenosti 300 metrov od ústia vrtu. (archív autora).



Obr. 7. Situačná mapka vrtných sond na ložisku Stretava. Červeným je označená sonda Stretava 15, kde v júni 1966 došlo k doposiaľ najväčšej tragédii pri erupcii a následnom požiari zemného plynu v dejinách naftového podnikania, kde „bezprostredne“ zahynuli traja pracovníci vrtnej osádky. [1]

Príčiny nezvládnutých tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní

Dospieť k tlakovému prejavu pri vyhľadávaní ložísk uhl'ovodíkov je cieľom každej vrtnej osádky, je to očakávaná udalosť. Avšak nezvládnutý tlakový prejav ako už bolo uvedené môže viesť k erupcii, ktorú považujeme za nezvládnutie tlakového prejavu a je to teda mimoriadna udalosť. Aj je nezvládnutý tlakový prejav do 4 až 8 hodín po jeho objavení (vzniku) považujeme to za mimoriadnu udalosť. V minulosti dochádzalo k nezvládnutým tlakovým prejavom a k erupciám hlavne z týchto dôvodov:

- neznalosť geologických pomerov (hlavne pri vŕtaní v nových neznámych prieskumných oblastiach),
- technologické príčiny (neznalosť činností pri a po vzniku tlakového prejavu),
- technické dôvody (absencia protierupčného zariadenia na ústí vrtu, resp. ich nefunkčnosť, absencia snímačov a signalizácie prítoku väčšieho objemu výplachu do výplachových nádrží a pod.)
- psychologické a kvalifikačné dôvody.

Na všetkých uvedených dôvodoch sa v podstate podieľa aj ľudský faktor. Z tohto dôvodu je potrebné poznať problematiku zmáhania tlakových prejavov vo vŕtaní ako aj predchádzanie možným erupciám prostredníctvom pravidelných školení vrtných osádok. Z tohto dôvodu sa vypracovali vyhlášky a smernice (vyhlášky OBÚ, smernice Nafty a.s. a pod.), ktoré zo zákona prikazujú vrtným pracovníkom ktorí sú členmi vrtných a POS osádok, aby sa každoročne preškolili z problematiky „Zmáhania tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní“. Pre pracovníkov Nafty a.s.

a pracovníkov vrtných osádok Moravských naftových dolov a.s. (MND) tieto školenia realizujú pracovníci Fakulty BERG TU v Košiciach, ktorí majú oprávnenie a osvedčenie v súlade s príslušným Obvodným banským úradom (OBÚ). Tieto školenia sa pre pracovníkov vrtnéj prevádzky realizujú od roku 1988. Na obr. 8 je znázornený počet vyškolených pracovníkov za roky 2009 -2018. Počet nezvládnutých tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní s následnou erupciou, resp. s následným požiarom za roky 1949 – 2019 je uvedený v tabuľke 1. Ako je vidieť z tabuľky 1 za uplynulých 70 rokov (1949 -2019) bolo evidovaných 34 nezvládnutých tlakových prejavov, a to tak v Českej ako aj v Slovenskej republike pri ktorých zahynuli 4 pracovníci vrtnéj prevádzky.



Obr. 8. Počet vyškolených pracovníkov vrtnéj prevádzky z problematiky „Zmáhania tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní“ za roky 2009 – 2018 [spracoval autor]

Celkový počet vyškolených vrtných pracovníkov Nafty a.s. zo zmáhania tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní predstavuje za posledných 10 rokov (v rokoch 2009 až 2018) počet 269 pracovníkov. Priemerný počet vyškolených pracovníkov na jeden rok predstavuje priemerný počet 27 vyškolených pracovníkov ročne (tabuľka 1). V 90. rokoch minulého storočia bol priemerný počet vyškolených až 120 pracovníkov ročne. Znížený počet v súčasnosti súvisí s menším objemom vrtných prác a so zníženým počtom vrtných súprav a teda aj členov vrtných osádok.

Záver

Horiaci zemný plyn, ale najmä horiaca ropa je podľa expertov pre svetové životné prostredie nebezpečnejšie ako použitie zbraní hromadného ničenia. Látky vznikajúce horením ropy totiž v prírode zostávajú a putujú bez ohľadu na hranice. Pri horení ropy vznikajú v nezanedbateľnom množstve dioxíny, dibenzofurány a polyaromatické uhľovodíky. Tieto látky vznikajú pri každom spaľovaní a ich neblahé pôsobenie sa prejavuje aj na zdravie ľudí a živočíchov. Uvedené látky zvyšujú riziko vzniku rakoviny a hormonálnych zmien. Procesy naštartované horením ropy sú nezvratné. Dioxíny v prostredí zostávajú a nedajú sa nijako zničiť na rozdiel od bojových látok, ktoré sú vyrábané na inom základe. Veľmi markantné sú ale akútne následky- zahynula by podstatná časť vyšších živočíchov.

Tabuľka 1 Počet nezvládnutých tlakových prejavov v hlbinnom vŕtaní s následnou erupciou ropy a zemného plynu, prípadne aj s následným požiarom za roky 1949 – 2019 v Českej a Slovenskej republike

Lokalita vrtu	Rok havárie	Príčina vzniku havárie
Láb – 2, SR	1949	Erupcia plynu a požiar
Láb – 8, SR	1950	Erupcia plynu a požiar
Poddvorov – 10, ČR	1953	Erupcia plynu a požiar
Lanžhot – 3, ČR	1957	Tlakový prejav
Poddvorov – 23, ČR	1958	Erupcia ropy
Hrušky – 11, ČR	1960	Erupcia vody
Trhovište – 11, SR	1962	Erupcia plynu a požiar
Břeclav – 25, ČR	1962	Erupcia horúcej vody
Sereď – 3, SR	1963	Erupcia vody
Stretava – 2, SR	1964	Erupcia plynu a požiar
Stretava – 10 a -10A, SR	1965	Erupcia plynu a požiar
Stretava – 15, SR	1966	Erupcia plynu a požiar (3 smrteľné úrazy)
Josefov – 13, ČR	1967	Erupcia plynu
Lobodice – 38, ČR	1969	Erupcia plynu
Gbely - Cunin – 31, SR	1970	Erupcia plynu a požiar
Malacky – 50, SR	1971	Erupcia plynu a požiar
Láb LZ- 35, SR	1973	Erupcia plynu
Gbely B-13, SR	1973	Erupcia plynu a požiar
Láb, SR	1974	Erupcia plynu, včítane prepadnutia sa vrtnej súpravy
Blhovce, SR	1975	Erupcia CO ₂
Rusava – 2, ČR	1976	Erupcia plynu a požiar (1 smrteľný úraz)
Lednice – 7, ČR	1979	Erupcia plynu a požiar
Vrty Hrušky – 225 a Hrušky -116, ČR	1980	Erupcia plynu a štiepenie
Vysoká pri Morave, Vysoká – 3, SR	1981	Erupcia plynu
Gajary PZ-32, SR	1982	Erupcia plynu a požiar
Závod – 76, SR	1982	Erupcia plynu
Dunajovice – 4, ČR	1986	Erupcia plynu a požiar
Borský Svätý Jur – 24, SR	1989	Erupcia plynu
Karlín – 1, ČR	1990	Tlakový prejav
Malacky – 60, SR	1994	Erupcia plynu
Suchohrad – 37, SR	1997	Erupcia plynu
Jakubov – 22, SR	1972	Erupcia plynu
Jakubov – 55, SR	2001	Výbuch plynu vo vnútri pažnic
Lobodice – 40, ČR	2010	Erupcia plynu

Pri všetkých erupciách ropy a zemného plynu s následným požiarom spôsobujú tieto havárie aj veľké materiálne škody. nakoľko aj vysoká sálavá teplota horiaceho plynu a ropy, spôsobuje následné roztavenie a zborštenie konštrukcie vrtnej veže a následný pád tohto zariadenia na ústie vrtu. Následné hasenie požiaru môže začať až po odstránení zvyškov konštrukcie z dôvodu vývinu výbušného vodíka a až po uhasení plameňa môžu byť na ústí vrtu vykonávané likvidačné práce, demontáž poškodených a montáž nových armatúr. Pred útokom na uhasenie požiaru musí byť zabezpečená dostatočná zásoba vody. Nebezpečenstvo nového vznietenia plynu či ropy, musia byť zmenšené trvalým kropením a ochladzovaním okolia ústia vrtu. Uhasenie plameňa vykonáva záchranári "odrezaním" plameňa sústredenými prúdmi vody z vodných diel tzv. monitorov, alebo použitím leteckých turbínových motorov, výstupným inertným plynom so sprievodnými prúdmi vody do spalín. Spolupráca banských záchranárov s hasičskými zborními pri riešení mimoriadnych udalostí na vrtoch a sondách je historicky a funkčne spojená a neoddeliteľná.

Spolu za roky 1949 – 2019 bolo 34 nezvládnutých tlakových prejavov spojených s erupciou, pri ktorých bezprostredne zahynuli 4 pracovníci vrtnej prevádzky. Za obdobie 70 rokov v Českej a Slovenskej republike bolo v ČR – spolu 13 havárií a v SR – spolu 21 havárií. V najväčšej miere sa na haváriách ako ťažené médium podieľal zemný plyn, potom ropa, voda, CO₂ a sírovodík H₂S. Najviac havárií bolo evidovaných hlavne v jesenných mesiacoch (september až december), a to na nočnej zmene.

Literatúra

1. PINKA, J.: Prehľad existujúcich modelov zmáhania tlakových prejavov vo svete a v ČSFR. In *Zemní plyn a nafta*, roč. 36, č. 3 (1991), 215–221.
2. PINKA, J.: Metódy likvidácie tlakových prejavov. In *Zemní plyn a nafta*, roč. 37, č. 2 (1992), 129–144.
3. PINKA, J.: Využívanie počítačov pri školeniach vrtného personálu z problematiky zmáhania tlakových prejavov. In *Zemní plyn a nafta*, Vol. 38, no. 2 (1993), 41–49.
4. PINKA, J.: Metodika školenia vrtného personálu z problematiky zmáhania tlakových prejavov. Habilitačná práca. Košice: TU, 1993, 131 s., 28 obr. 9 tab.
5. PINKA, J.: Vyhľadávanie a ťažba nekonvenčných zdrojov ropy a zemného plynu. Monografia. TU VŠB Ostrava, Ostrava, 2013, ISBN: 978-80-248-3243-5, 1–135.
6. PINKA, J.: Fundamentals of Petroleum Engineering. Monografia. TU VŠB Ostrava, Ostrava, 2013, ISBN: 978-80-248-3243-2, 1–189.
7. PINKA, J.: Fundamentals of Offshore Drilling – Part 2. Monograph. VŠB TU Ostrava, Ostrava 2018, ISBN 978-80-248-4231-8, 1–210.