

L – GEOFYZIKA

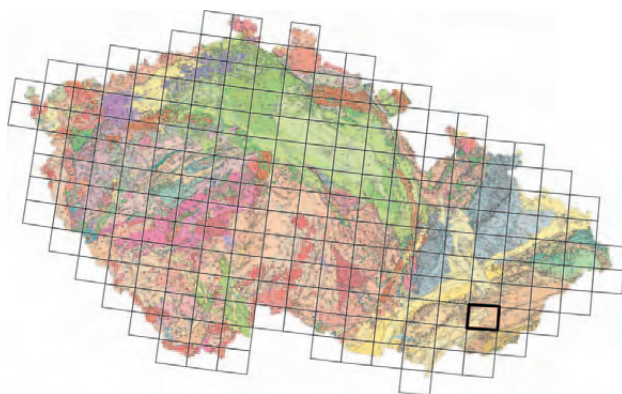
Vliv neodpálených náloží TNT v prospekčních geofyzikálních vrtech v Halenkovicích na kvalitu podzemní vody

The impact of not-detonated blasts of TNT in the geophysical prospecting boreholes in the Halenkovice village on the ground water quality

ALEŠ HAVLÍN – FRANTIŠEK KONEČNÝ – PAVEL MÜLLER

Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; ales.havlin@geology.cz; frantisek.konecny@geology.cz; pavel.muller@geology.cz

(25-33 Uherské Hradiště)



Key words: TNT contamination, ground water, monitoring

Abstract: Within the frame of geophysical prospecting fieldwork, 31 boreholes located in two lines were drilled in flysch sediments in the Halenkovice village on October 2000. A possibility of ground water contamination of TNT from not detonated blasts exists in the part of Halenkovice village, which is not connected to drinking supply line.

V říjnu roku 2000 bylo firmou Geofyzika a.s. Brno v z. části obce Halenkovice v linii plánovaného geoseizmického profilu provedeno 31 vrtů, z toho 19 na lokalitě Lipová a 12 na lokalitě Na Kašparech (obr. 1). Vrtů mají maximální hloubku 26 m; petrografický profil vrtů nebyl zaznamenán. Ve dnech 21.–23.10.2000 byla do každého vrtu spuštěna nálož s obsahem trinitrotoluenu (TNT) o hmotnosti 2 kg se dvěma iniciačními rozbuškami a přívodní šňůrou pro odpal. Náložky se nacházejí pod hladinou podzemní vody. Provedené vrtů se však v neznámých příčinách nacházely mimo polohu uvedenou v projektu. Žádost o změnu polohy, podaná na Obvodní báňský úřad Brno, nebyla Geofyzika, a.s., Brno schválena a geofyzikální práce byly následně zastaveny.

V roce 2003 vypracoval kolektiv autorů (Vacek et al. 2003) předběžnou analýzu situace, na kterou navázali Vacek et al. (2006) analýzou rizika. Dosud však nebyl proveden základní hydrogeologický průzkum, který by potvrdil

přítomnost podzemní vody v hloubkách uložených náložek a tím i možnost rozpouštění TNT. Nebyly rovněž nikdy popsány potenciálně ohrožené zdroje pitné vody (ca 20 až 30 soukromých domovních studní, které jsou pro uživatele jediným zdrojem pitné vody), jejich hloubky a hladiny podzemní vody.

V současné době tak existuje možnost kontaminace podzemní vody TNT z neodpálených náložek, což se týká části obce na pravém břehu potoka Vrbka, která není připojena na veřejné zásobování pitnou vodou a obyvatelé užívají pitnou a užitkovou vodu z vlastních studní.

Situace na lokalitě

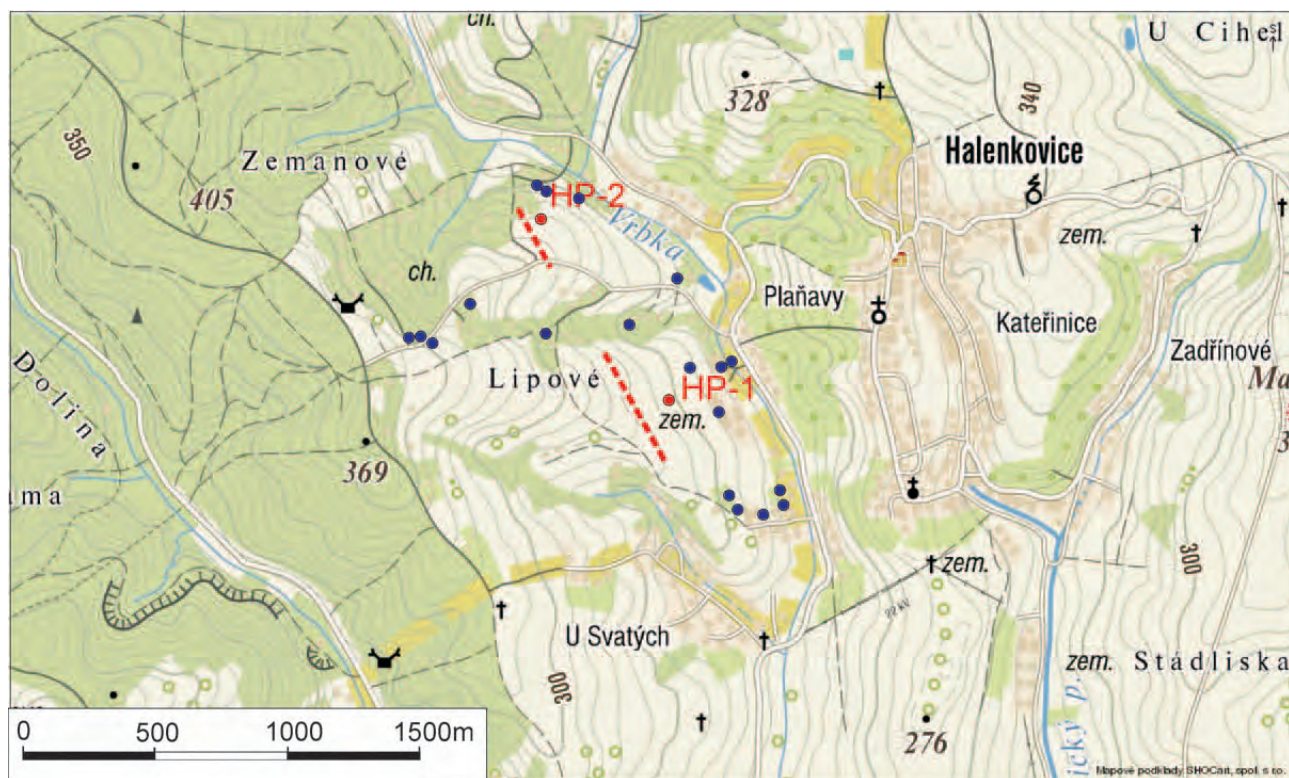
Česká geologická služba řeší monitoring podzemní vody v rámci projektu Odboru ochrany horninového a půdního prostředí MŽP od r. 2007. Všechny práce budou ukončeny koncem roku 2009 závěrečnou zprávou, která komplexně zdokumentuje realizované práce a vyhodnotí možná rizika plynoucí z existence náložek TNT na kvalitu podzemních vod, případně zdraví obyvatel.

Bylo vytipováno 19 domovních studní, kde byla analyzována podzemní voda, a ve dvou nově vyhloubených hydrogeologických průzkumných vrtech jsou čtvrtletně odebrány vzorky podzemní vody.

Monitorovací vrt HP-1 byl vyhlouben v lokalitě Lipová ve vzdálenosti ca 50 m pod linií původních geofyzikálních vrtů, ve směru předpokládaného proudění podzemní vody.

Monitorovací vrt HP-2 v lokalitě Na Kašparech byl situován ve vzdálenosti ca 50 m pod linií geofyzikálních vrtů ve směru proudění podzemní vody. Ustálená hladina podzemní vody po odvrtání byla v hloubce 7,02 m (HP-1) a 8,16 m (HP-2) od odměrného bodu, jímž jsou horní okraje pažnic. Na lokalitě není vyvinuta souvislá zvrstvení vázaná na zvětralé, resp. rozpukané flyšové ani kvartérní sedimenty; jde o drobné útvary podzemních vod oddělené méně propustnými jílovitými vrstvami, což bylo ověřeno měřeními výšky hladiny podzemní vody a čerpacími zkouškami.

Následně bylo odebráno 19 vzorků podzemní vody ze soukromých zdrojů podzemní vody. Z vrtů HP-1 a 2 byly vzorky podzemní vody odebrány po čerpání tříhodinovým z vrtu HP-1 a hodinovým z vrtu HP-2. Odběr vzorků



- - - - - předpokládaná linie vrtů s náložkami TNT ● HP-1 hydrogeologický monitorovací vrt ČGS
● místa odběrů vzorků vody z domácích studní

Obr. 1. Lokalizace linií geofyzikálních a monitorovacích vrtů v Halenkovicích.

podzemní vody byl prováděn jako hydrodynamická zkouška, po jejímž ukončení následovala hodinová zkouška stoupací. Výsledky hydrodynamických zkoušek poslouží jako hlavní podklad pro stanovení základních hydraulických parametrů zvodněného prostředí.

Odběry vzorků zemin

Vzorky zemin na analýzu obsahu TNT byly odebírány akreditovaným způsobem ze dvou pozorovacích vrtů z různých hloubkových úrovní saturevané zóny, aby bylo možno zjistit případnou vertikální distribuci obsahu TNT. Byly odebírány jako směsné ze stanovených hloubkových intervalů.

Analýzy obsahu TNT ve vodách a zeminách

V rámci zachování kontinuity a možnosti srovnání výsledků se staršími daty (Vacek et al. 2003, 2006) byly analýzy obsahu TNT ve vodách a v zeminách zadány na stejné pracoviště Explosia, a.s., Pardubice-Semtín. Vzorky podzemní vody byly v laboratoři koncentrovány na kolonce SPE a následně analyzovány metodou hmotnostní spektrometrie.

Výsledky analýz obsahu TNT v zeminách jsou uvedeny

Tabulka 1. Obsah TNT ve vzorcích zeminy ve vrtu HP 1 ze dne 16.11.2007 (Konečný et al. 2007)

hloubka (m)	12–12,1	18–18,1	23,6–23,7	28,7–28,8
TNT (mg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1

Tabulka 2. Obsah TNT ve vzorcích zeminy ve vrtu HP 2 ze dne 16.11.2007 (Konečný et al. 2007)

hloubka (m)	9,7–9,8	16,1–16,2	21,1–21,15	28,5–28,6
TNT (mg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1

v tab. 1 a 2, výsledky analýz obsahu TNT v domovních studních v tab. 3 a výsledky analýz podzemní vody z vrtů HP-1 a HP-2 v tab. 4.

TNT a jeho chování v životním prostředí

V podzemních vodách za dostatečného přístupu kyslíku probíhá rozklad TNT relativně rychle a měří se na dny, nejvýše týdny. Za významné příčiny rozkladu TNT se považuje fotodegradace a aerobní degradace (oxidace). V aerob-

Tabulka 3. Obsah TNT ve vodách z domovních studní ze dne 4. 9. 2007 (Konečný et al. 2008)

Objekt	St 0	St 1	St 2	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 11	St 12	St 13	St 14	St 16	St 18	St 19	St 20	St 21	St 22	
TNT (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

ních podmínkách byl laboratorně stanoven „poločas rozpadu“ TNT v půdách (v písčitéch až písčitoprachovitých hlínách) během pěti až osmi dnů. V podmínkách omezeného přístupu vzduchu se poločas rozpadu odhaduje na 1–6 měsíců (Howard et al. 1991). Přesto jsou uváděny kontaminace půd a zemin ještě z dob I. a II. světové války. Uvažujeme-li degradaci poloviny hmotnosti TNT během šesti měsíců, potom by teoreticky z původních 2 kg náložek zbývaly dnes jen jednotky gramů (obr. 2). Produktem biodegradace TNT jsou dusičnany, jejichž sledování v zemědělsky obdělávaném území je neprůkazné.

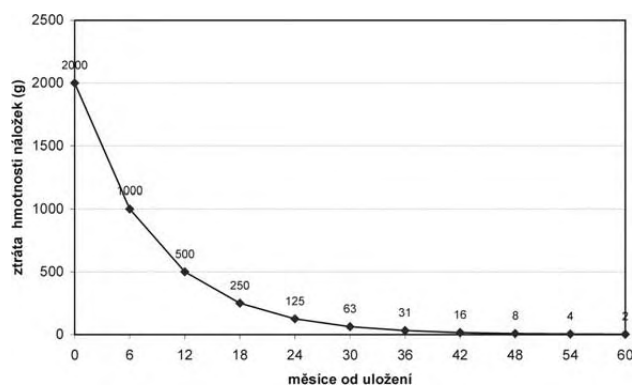
Zdravotní rizika

Průnik TNT do organismu se může odehrát orálně (konzumace pevné látky a hlavně kontaminované vody), respirací (výroba a aplikace TNT) a rovněž dermálně (při výrobě a manipulaci s TNT). Pro TNT byla na bezobratlých organismech prokázána mutagenita a toxicita (kultury bakterií, červi apod.). Z obratlovců jsou k dispozici z hlediska potenciálních vlivů TNT konkrétnější informace pro myši, krysy, králíky a psy. Účinky na zdraví lidí byly pozorovány pouze v provozech, kde se TNT vyrábělo a balilo (v USA a v Německu; Preiss et al. 1991). Karcinogenita není prokázána, pouze předpokládána, a proto je TNT řazen podle kategorizace US EPA do kategorie C. Za letální dávku pro člověka se při orální aplikaci pokládají 1–2 g TNT. Metodický pokyn MŽP z roku 1996 považuje za kontaminaci na úrovni vyžadující další sledování (případně sanace – limit B) obsahy převyšující $0,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ ve vodách a 1mg.kg^{-1} v zeminách a půdách (vysušených). Fyzikální a chemické vlastnosti půd a zemin mají vliv na toxicitu TNT – s nárůstem obsahu jílových složek a organické hmoty se toxicita TNT snižuje (Simini et al. 2004). Tato skutečnost je vysvětlována relativně silnou sorpcí TNT na organickou hmotu a jílové minerály.

Horniny, ve kterých byly původní vrty v Halenkovických provedeny – pískovce a jílovce vsetínských vrstev zlínského souvrství magurské skupiny flyšového pásma Západních Karpat, obsahují hojný jílový materiál a také polohy obohacené organickou hmotou. Zvýšenou sorpcí a sníženou toxicitou lze tedy předpokládat.

Závěr

Z veškerých dosud známých výsledků laboratorních stanovení obsahu TNT v podzemní vodě na lokalitě v Halenkovických vyplývá, že v žádném odebraném vzorku nebyl zaznamenán obsah TNT, který by překročil detekční meze stanovení (pro podzemní vodu $0,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ a $0,1 \text{mg.kg}^{-1}$ pro zeminy). Sledování obsahu TNT na lokalitě pokračuje



Obr. 2. Degradace TNT (poločas rozpadu šest měsíců).

Tabulka 4. Obsah TNT (µg/l) ve vodách (Konečný et al. 2008)

	8. 4. 2008	14. 7. 2008	6. 10. 2008
HP 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2
HP 2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

i v roce 2009, kdy bude úkol ukončen závěrečnou zprávou. Na základě podrobných znalostí horninového prostředí, zejména saturované zóny s ohledem na možnost migrace sledovaného prioritního kontaminantu, kterým je na lokalitě TNT, a vyhodnocení analýz obsahu TNT v podzemních vodách bude posouzena reálná míra rizika znečištění podzemní vody a ohrožení zdraví obyvatel.

Literatura

- HOWARD, P. H. – BOETHLING, R. S. – JARVIS, W. F. (1991): Handbook of environmental degradation rates. Celsea, MI. – Lewis Publishers.
- KONEČNÝ, F. – MÜLLER, P. – HAVLÍN, A. (2007): Zhodnocení rizik plynoucích z existence neodpálených náložek TNT ve vrtech pro geofyzikální průzkum v katastru obce Halenkovice a návrhy opatření. – MS Čes. geol. služba. Praha.
- KONEČNÝ, F. – MÜLLER, P. – HAVLÍN, A. (2008): Zhodnocení rizik plynoucích z existence neodpálených náložek TNT ve vrtech pro geofyzikální průzkum v katastru obce Halenkovice a návrhy opatření. – MS Čes. geol. služba. Praha.
- PREISS, A. – ELENDE, M. – GERLING, S. – BERGER-PREISS, E. – STEINBACH, K. (1997): Identification of highly polar nitroaromatic compounds in leachate and ground water samples from a TNT-contaminated waste site by LC-MS, LC-NMR, and off-line NMR and MS investigations. – *Analyt. bioanalyt. Chem.*
- SIMINI, M. – WENTSEL, R. T. – CHECKAI, R. T. – PHILLIPS, C. T. – CHESTER, N. A. – MAJOR, M. A. – AMOS, J. C. (2004): Evaluation of soil toxicity at Joliet army ammunition plant. *Environmental Toxicology and Chemistry*. – SETAC and Allen Press Publishing Services.
- VACEK, Z. et al. (2003): Halenkovice – náložky ve vrtech pro geofyzikální průzkum, nástin analýzy rizika. – MS AQUA-GEA. Holešov.
- VACEK, Z. et al. (2006): Halenkovice – Analýza rizika. – MS AQUA-GEA. Holešov.
- sine (1996): Metodický pokyn MŽP ČR k zajištění procesu nápravy starých ekologických zátěží. – *Min. život. prostředí. Čes. republi. Praha.*