



The International Journal of  
TRANSPORT & LOGISTICS

Medzinárodný časopis  
DOPRAVA A LOGISTIKA  
Mimoriadne číslo 8/2010

ISSN 1451-107X

## SÚČASNÉ METÓDY VYSTROJOVANIA MONITOROVACÍCH VRTOV PRI PRIESKUME ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

### ACTUAL METHODS OF MONITORING WELL COMPLETION AT RESEARCH OF ENVIRONMENT

**Škvareková Erika<sup>1</sup>, Kozáková Ľubica, Sidorová Marina**

**Kľúčové slová:** monitorovacie vrty, prieskum životného prostredia, vystrojovanie

**Abstrakt:** Exploration of the environment plays a key role in ground contamination by oil products. Monitoring of contamination allowed choosing the most appropriate form of remediation. The installation of monitoring wells must respect determinate principles and appropriate sampling procedures. The article describes currently used methods of monitoring wells equipment and materials used to install monitoring wells.

#### 1. Úvod

Problematika znečistenia horninového prostredia ropnými látkami je v centre záujmu všetkých krajín, ktoré využívajú ropu, ropné látky a ich produkty. Akákoľvek manipulácia s nimi predstavuje možné riziko kontaminácie nielen pôdy, ale aj povrchových a podzemných vôd. To následne vedie ku ohrozeniu organizmov žijúcich vo vodách, čo výrazne ovplyvní kolobeh života na Zemi a v konečnom dôsledku aj človeka samotného.

Pri nežiaducich únikoch ropných látok do životného prostredia zohráva významnú úlohu monitorovanie výskytu kontaminácie, aby na základe dosiahnutých výsledkov sa v čo najkratšom čase mohli vykonať ochranné sanačné opatrenia [1].

Na rýchlosť šírenia kontaminácie má veľký vplyv schopnosť hornín absorbovať látky a umožňovať im ďalšie možnosti postupu smerom k podzemným vodám, preto okrem fyzikálno-mechanických vlastností hornín je potrebné sledovať aj chemické zloženie vôd.

V tejto súvislosti je veľmi dôležité na základe poznania prírodných zákonitosti potenciálne vhodných terénov voliť inštaláciu monitorovacích vrto.

V článku sú popísané v súčasnosti používané metódy vystrojovania monitorovacích vrto.

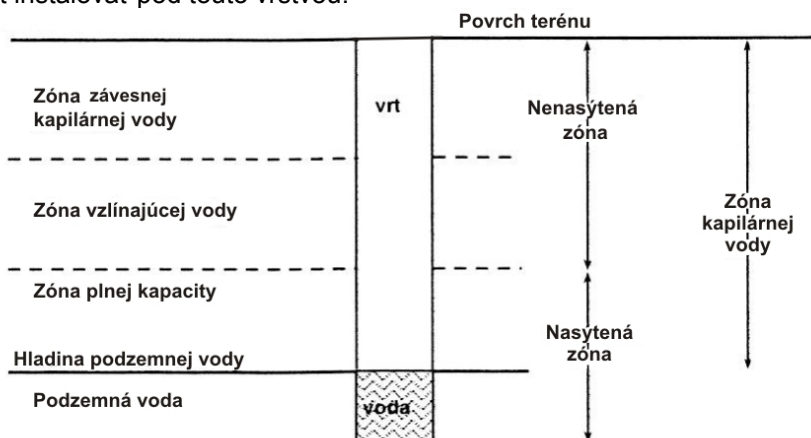
#### 2. Prieskum životného prostredia

Pri prieskume životného prostredia je dôležité poznať rozvrstvenie jednotlivých podzemných zón (obr. 1). Čiarkované čiary ukazujú približné hranice, nie sú to ostré rozhrania.

<sup>1</sup> Ing. Škvareková, Erika, PhD., Ing. Kozáková, Ľubica, PhD., Ing. Sidorová, Marina, PhD., Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia, F BERG, TU v Košiciach, Slovensko, [erika.skvarekova@tuke.sk](mailto:erika.skvarekova@tuke.sk), [lubica.kozakova@tuke.sk](mailto:lubica.kozakova@tuke.sk), [marina.sidorova@tuke.sk](mailto:marina.sidorova@tuke.sk)

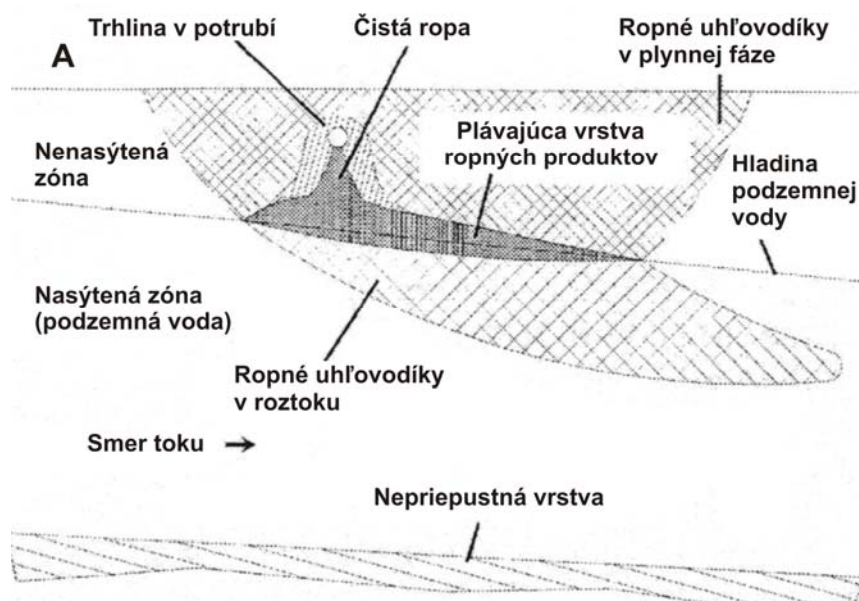
Po vyliatí ropného produktu na povrch terénu na hranici medzi prostredím nasýteným vodou a prostredím nenasýteným dochádza k aktívnemu šíreniu, k migrácii. Na hladine podzemnej vody u dobre priepustných hornín môže dochádzať k tzv. pasívnej migrácii, t.j. k unášaniu ropnej látky prúdiacou podzemnou vodou. Ak ostávajú ropné látky v horninovom prostredí dlhšiu dobu, je ich pohyb ešte zložitejší, pretože tu pôsobí aj kolísanie podzemnej vody. Pri poklese hladiny sledujú ropné látky vodu do väčšej hĺbky. Pri vzostupe, ktorý býva často rýchlejší ako pokles, zostáva časť ropných látok pod hladinou podzemnej vody [2, 7].

Podľa Kohouta a kol. [3], monitorovací vrt by sa mal inštalovať v nenasýtenej (nepriepustnej) zóne. Ak vzorkovanie a následná analýza preukáže znečistenie, je nutné nenasýtenú zónu utesniť a monitorovací vrt inštalovať pod touto vrstvou.



**Obr. 1** Rozvrstvenie jednotlivých zón [3].

Medzi najbežnejšie látky znečisťujúce nepriepustnú a priepustnú vrstvu horninového prostredia patria organické kontaminanty. Veľkú časť týchto látok detekovaných v podzemnej vode tvoria prchavé organické látky s vodou nemiešateľné - NAPL (nonaqueous phase liquids). Medzi ne patria ropné uhľovodíky (benzén, toluén, xylén) označované ako LNAPL, s hustotou menšou ako voda (light) a chlórované uhľovodíky (dichlórethylén, trichlórethylén, tetrachlóethylén) označované ako DNAPL, s hustotou väčšou ako voda (dense). Vďaka tomu sa látky LNAPL najčastejšie vyskytujú ako plávajúca vrstva na hladine podzemnej vody (obr. 2), zatiaľ čo látky DNAPL klesajú až k nepriepustnej základni kolektora, kde môžu vytvárať súvislú akumuláciu a šíriť sa v smere sklonu základne [4].



**Obr. 2** Vznik plávajúcej vrstvy na hladine podzemnej vody [3].

### 3. Inštalácia monitorovacích vrtov

Účelom monitorovacieho vrtu je umožniť odber vzoriek reprezentujúcich podzemnú vodu v okolí perforovaného úseku vrtu (filtra). Laboratórne analýzy vody sú až 1 000 krát citlivejšie ako

analýzy pôd. Pre porovnanie koncentrácie znečisťujúcich látok sa vyjadrujú: zeminy v mg/kg sušiny x voda v µg/l.

Pri inštalácii monitorovacích vrtov by sa mali dodržiavať zásady správnej inštalácie vrtov a vhodné vzorkovacie postupy. Konštrukčné prvky by mali mať certifikáty nezávadnosti z hľadiska vylúčenia rizika sekundárnej kontaminácie vzoriek.

Inštalácia konštrukčných častí vrtu závisí od:

- polohy hladiny podzemnej vody,
- účelu monitorovacieho vrtu:
  - odber vzoriek podzemnej vody v definovanej polohe vrtu,
  - detekcia LNAPL a DNAPL

Najčastejšie používané materiály ku konštrukcii vrtov sú:

1. PVC materiály sú cenovo prístupné.

Niektoré druhy, ktoré sa používajú pre pitnú vodu, môžu kontaminovať vzorky podzemnej vody Pb, Zn, Sn. Spojenie medzi jednotlivými PVC trúbkami nezaručuje plnú nepriepustnosť. PVC je krehké pri nízkych teplotách a nestabilné v prostredí silného organického znečistenia.

2. HDPE sú taktiež cenovo prístupné, sú bez aditív a stabilizátorov, odolné voči chladu a organickým látkam (ropné uhľovodíky a pod.).
3. Nerezová oceľ nie je vhodná pri anorganickom znečistení podzemnej vody (kovy, kyslé vody). Je však vhodná pre vody vysoko kontaminované organickými látkami, ale má vysoké zriaďovacie náklady.
4. PTFE – teflón je vhodný pre väčšinu znečisťujúcich látok organických, aj anorganických. Pri tomto materiály sú taktiež vysoké zriaďovacie náklady.

Všetky plastové materiály, používané pri konštrukcii vrtov a pri vzorkovaní majú tzv. pamäťový efekt. Napr. malé organické molekuly znečisťujúcich látok vstupujú do mikropórov polymérnych látok a v priebehu času sa z nich zase uvoľňujú. Oplachy, ani hrubé mechanické čistenie nepomáha.

Pokiaľ bol vrt umiestnený v kontaminovanom prostredí, nie je možné zaručiť poškodzovanie vzoriek a jediným riešením zostáva vybudovanie nového monitorovacieho vrtu.

#### **4. Technológie vŕtania monitorovacích vrtov**

Pri výbere vŕtacej techniky a vzorkovacieho zariadenia je určujúcim typ horninového prostredia, hladina podzemnej vody, prieskumná hĺbka a rozsah analýz.

Zvolená technológia vŕtania má umožniť vhodné zdokumentovanie v zodpovedajúcej kvalite [5].

Vzorkovacie nástroje sa rozdeľujú na vzorkovače:

- pre prchavé a neprchavé látky,
- pre použitie nad alebo pod hladinou podzemnej vody.

Medzi najčastejšie využívané vŕtacie súpravy patria:

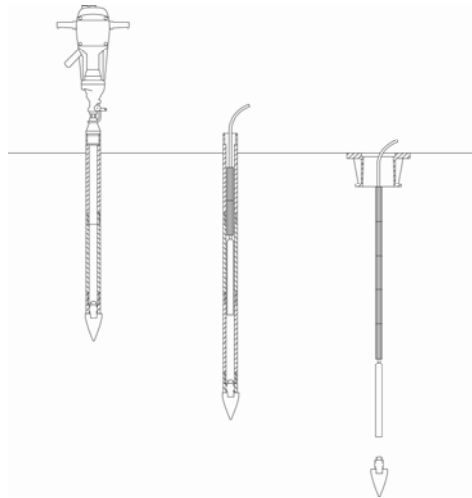
- špirálové vŕtanie (iba na spevnených pôdach),
- „hollow stem“ – populárna technológia vŕtania pre účely prieskumu znečisteného prostredia, ide o paženie a vŕtanie v jednom,
- „suction augering“ – pre obmedzené hĺbky,
- „sonic drilling“ – zarážanie a paženie sa vykonáva vibračne,
- rotačné nárazové vŕtanie – vŕtanie v horninách.

Pri inštalácii vrtov s nízkou výdatnosťou v nepriepustných horninách je vzorkovanie časovo náročnejšie (čistenie vrtov a odber vzoriek). Odporúča sa [3]:

- vŕtať do väčších hĺbok (vyšší hydraulický tlak vody),
- vŕtať s väčším priemerom (nižšie hydraulické napätie v okolí vrtu),
- používať filtre s vysokou ochranou proti upchávaniu – Quality well, Direct Well.

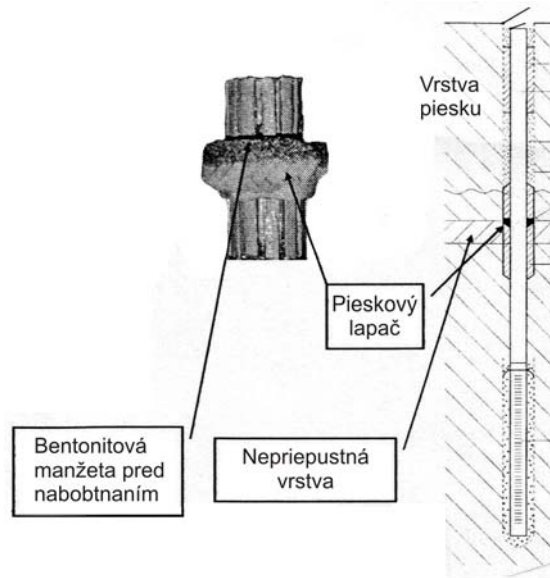
Pri piesčito štrkovitých horninách sa inštalujú monitorovacie objekty metódou „strateného hrotu“, tzv. Direct Well (priemer 35 mm) (obr. 3). Na hrot sa inštaluje vzorkovacia hadica s filtrom, na hadice sa dávajú bentonitové manžety. Nabobtnaním bentonitu sa zatesňujú nepriepustné vrstvy.

Cementovo-bentonitová zmes s vodou málo zväčšuje svoj objem, preto sa musí aplikovať do vrtu pod dostatočným tlakom.



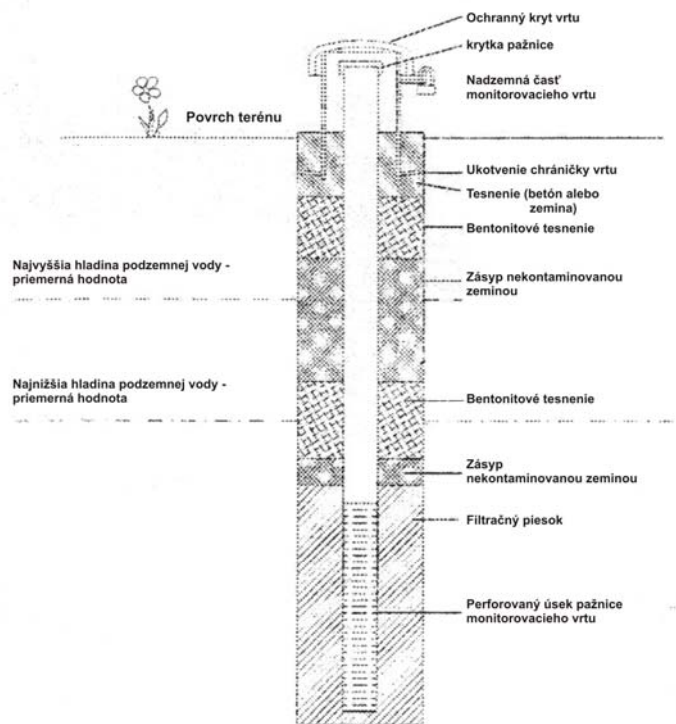
**Obr. 3** Vrtanie metódou strateného hrotu [6].

Kompletná sada pre inštaláciu monitorovacieho vrtu - Quality well umožňuje vysokú prietoknosť vrtu. Obsahuje prefabrikovaný filtračný piesok, bentonitové manžety na vzorkovacích hadiciach, pieskový zachytávač k ochrane pred migráciou jemnozrnného materiálu pri vrtaní do priestoru filtra. Použitie pieskového lapača je nevyhnutné počas doby bobtnania bentonitu v medzipažnicovom priestore. Bentonit po 24 hodinách nahradí pieskový lapač (obr. 4). Táto sada nie je vhodná pre priemer vrtania > 100 mm.

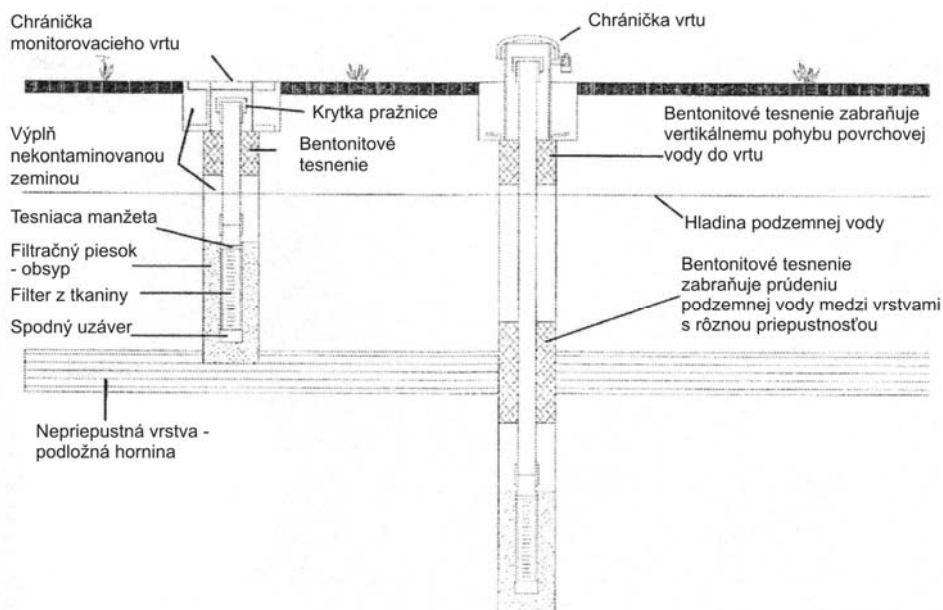


**Obr. 4** Inštalácia monitorovacieho vrtu Quality well s pieskovým lapačom a bentonitovou manžetou [3].

Zásady správnej inštalácie monitorovacieho vrtu sú uvedené na obr. 5a) a 5b).



**Obr. 5a** Zásady správnej inštalácie monitorovacieho vrtu [3].



**Obr. 5b** Zásady správnej inštalácie monitorovacieho vrtu [3].

Po ukončení inštalácie konštrukčných prvkov je nutné vrt vyčistiť. Optimálne po 24 hodinách by sa mala čerpať voda z vrtu (z dôvodu úplného utesnenia medzipažnicového priestoru bentonitom = well development). Následne sa kontroluje pH, konduktivita, v niektorých prípadoch  $O_2$  a Redox potenciál. Odporúča sa prvé odbery vzoriek realizovať po dvoch týždňoch po vyčistení vrtu [3].

## 5. Záver

Pri úniku ropných látok môže dôjsť k ohrozeniu, prípadne ku škodám na životnom prostredí. Prítomnosť ropných látok v podzemnej vode a v horninovom prostredí vyvoláva nepriaznivé zmeny vo fyzikálno-chemickom zložení zvodneného prostredia [2]. Pravidelný monitoring možnej kontaminácie si preto vyžaduje vhodne zvolenú adekvátnu metódu vystrojovania monitorovacích vrtov pri zaistení podmienok bezpečnosti práce.

Pri inštalácii monitorovacích vrtov by sa mali dodržať určité zásady vŕtania, aby sa zabránilo prieniku podzemnej vody z iných kolektorov do sledovaného prostredia a vertikálnej kontaminácii po stenách vrtu. Použitá technológia vŕtania má umožniť popísať geologický profil v zodpovedajúcej kvalite. Vŕtacie náradie a vŕtací materiál pre odber vzorky má byť zodpovedajúcej kvality a čistoty.

*Príspevok vznikol v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA  
č. 1/0370/10.*

*Tento príspevok vznikol s podporou Odboru vedy a techniky  
MŠ SR pre aplikovaný výskum úlohy AV 4/2021/08.*

#### **Literatúra**

- [1] Škvareková, E., Kozáková, Ľ.: Possibilities of sanation methods of rock surroundings pollution of oil products. In: Wiertnictwo-Nafta-Gas. - ISSN 1507-0042. - Vol. 24, no. 1 (2007), p. 459-464.
- [2] Kozáková, Ľ., Škvareková, E.: Likvidácia ropného znečistenia horninových štruktúr pomocou metódy sanácie enzymatickým preparátom. In: Acta Montanistica Slovaca. - ISSN 1335-1788. - Roč. 9, č. 3 (2004), s. 224-228.
- [3] Kohout, P., Hlaváček, J., Matušek, I., Jurkovič, M.: Praktický kurz vzorkování (půda a podzemní voda), Biologická stanica Šur, 2008, Eijkelkamp Training&consultancy for training in environmental, land and water research.
- [4] Gvoždík, L.: Numerické modelování dvoufázového systému voda – NAPL v heterogénnom pórovitom prostredí. JUNIORSTAV, 2008. Vodní hospodářství a vodní stavby.
- [5] Perrin, D.: Well completion and servicing. Editions TECHNIP 27, France, 1999
- [6] Jurkovič, M.: Vzorkovací technika a výstroj vrtů pro monitoring a odběr podzemních vod. Prezentácia fy *Ekotechnika s.r.o.*
- [7] Martina Zeleňáková: Process of environmental risk assessment in watershed, In: Transactions of the Universities of Košice : research reports from the Universities of Košice. ISSN 1335-2334. - č. 1 (2006), s. 18-26.