

Vplyv prevádzky košickej teplárne na horninové prostredie a podzemnú vodu

JURAJ KOTUČ¹ a MÁRIA CHYTILOVÁ²

¹ENVIRONCENTRUM, s. r. o., Rastislavova 58, 040 01 Košice

²Ústav geovied F BERG TU, Park Komenského 15, 042 00 Košice

Impact of operation of the Košice heating plant on rock environment and groundwater

The Košice heating company has been producing heat and electricity for more than 30 years. Its operation represents industrial activity, influencing basic elements of the environment – soil and groundwater. Coming out from a detail excerpt and search in available archive documents, as well as some direct measurements and field observations supplemented by laboratory analyses, it was possible to assess the quality state of analysed environmental elements. Based on this, we suggested next stage of the investigation, including monitoring system, targeted for a long-term monitoring of development of extension and migration of soil and groundwater contaminations in the area of the Košice heating plant.

Key words: heating plant, pollution of soil and groundwater, monitoring

Úvod

V rámci aplikovaného výskumu environmentálnych záťaží spôsobených vplyvom priemyselných činností na území mesta Košice bola spracovaná vstupná hydrogeologická štúdia pre monitorovanie stavu základných prvkov životného prostredia, pôdy a podzemnej vody v areáli TEKO, a. s., Košice (obr. 1).

Podrobná archívna excerpčia a rešerš dostupných archívnych podkladov o geologických, inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch areálu TEKO, ako aj terénne a laboratórne práce poskytlí súbor vhodných podkladov na spracovanie výsledkov daného stavu kvality hodnotených prvkov životného prostredia s návrhom ďalšej etapy výskumu, vrátane návrhu monitorovacieho systému pre dlhodobé sledovanie vývoja rozsahu a migrácie znečistenia v pôde a podzemnej vode areálu TEKO, a. s., v Košiciach.

Charakteristika skúmaného územia a doterajšia geologická preskúmanosť

Podľa geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr a Lukniš, 1986) patrí územie do subprovincie Vnútorne Západné Karpaty, oblasti Lučenecko-košická zníženina, celku Košická kotlina a do podcelku Košická rovina. Hodnotená časť územia má výraznú morfológickú tvárnosť a členitosť. Geologická stavba územia podmienila vývoj a charakter súčasného reliéfu. Košickú rovinu tvorí široká riečna niva Hornádu.

Sklonitosť územia kolíše v intervale 0 – 2° (Zvara, I., Gašpar, A. in Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002). Najnižšie položeným bodom územia je koryto Hornádu (198 m n. m.).

Pôdne pomery sú odrazom zložitého geomorfologického vývoja územia počas kvartéru. V Košickej rovine zohrala rozhodujúcu funkciu absolútna činnosť rieky a vplyv podzemných vôd v alúviách. Podzemné vody vplývali na hydromorfný vývoj pôd a v dôsledku zvýšenej mineralizácie aj na procesy zasoľovania pôd. Územie je budované mladými (holocénnymi) fluvialnými sedimentmi Hornádu s prevládajúcim usadením kalovej povahy (tiež hlinité, hlinitoilovité, menej piesočnaté). Na týchto sedimentoch sú vyvinuté fluvizeme a v početných rovinách a depresiách sa nachádzajú olejové karbonátové čiernice.

Podľa užívateľskej príručky „Bonitácia čs. pôd a smery jej využitia“ (Bedrna et al., 1988) patrí riešené územie do klimaticky veľmi teplého, veľmi suchého, nížinného regiónu, kde sa vyskytujú pôdy bez skeletu, s hĺbkou pôdneho profilu ohraničeného pevnou horninou nad 60 cm.

Podľa regionálneho geologického členenia Západných Karpát (Vass et al., 1988) je hodnotené územie a jeho širšie okolie súčasťou JZ časti východoslovenskej neogénnej panvy, ktorá tvorí časť rozsiahlej Transkarpatskej medzihorskej panvy.

Väčšia časť územia z hľadiska litológie je na povrchu tvorená molasovými neogénnymi sedimentmi a neogénnymi vulkanitmi s nesúvislým pokryvom kvartérnych sedimentov. Staršie predneogénne horninové komplexy patria k viacerým tektonickým jednotkám a predstavujú podložie neogénnych sedimentov i vulkanitov a na povrch vystupujú len na okrajoch S časti hodnoteného územia v pásme Čiernej hory (Kaličiak et al., 1996). V predmetnom hodnotení je pozornosť venovaná len tým litologicko-tektonickým jednotkám, ktoré zohrávajú pri danom výskume rozhodujúcu úlohu.

Južná časť Košickej kotliny je tvorená neogénnymi sedimentmi. Vo výplni neogénnej panvy sú sedimenty karpatskej – panónskej v morském, brakickom a sladkovodnom

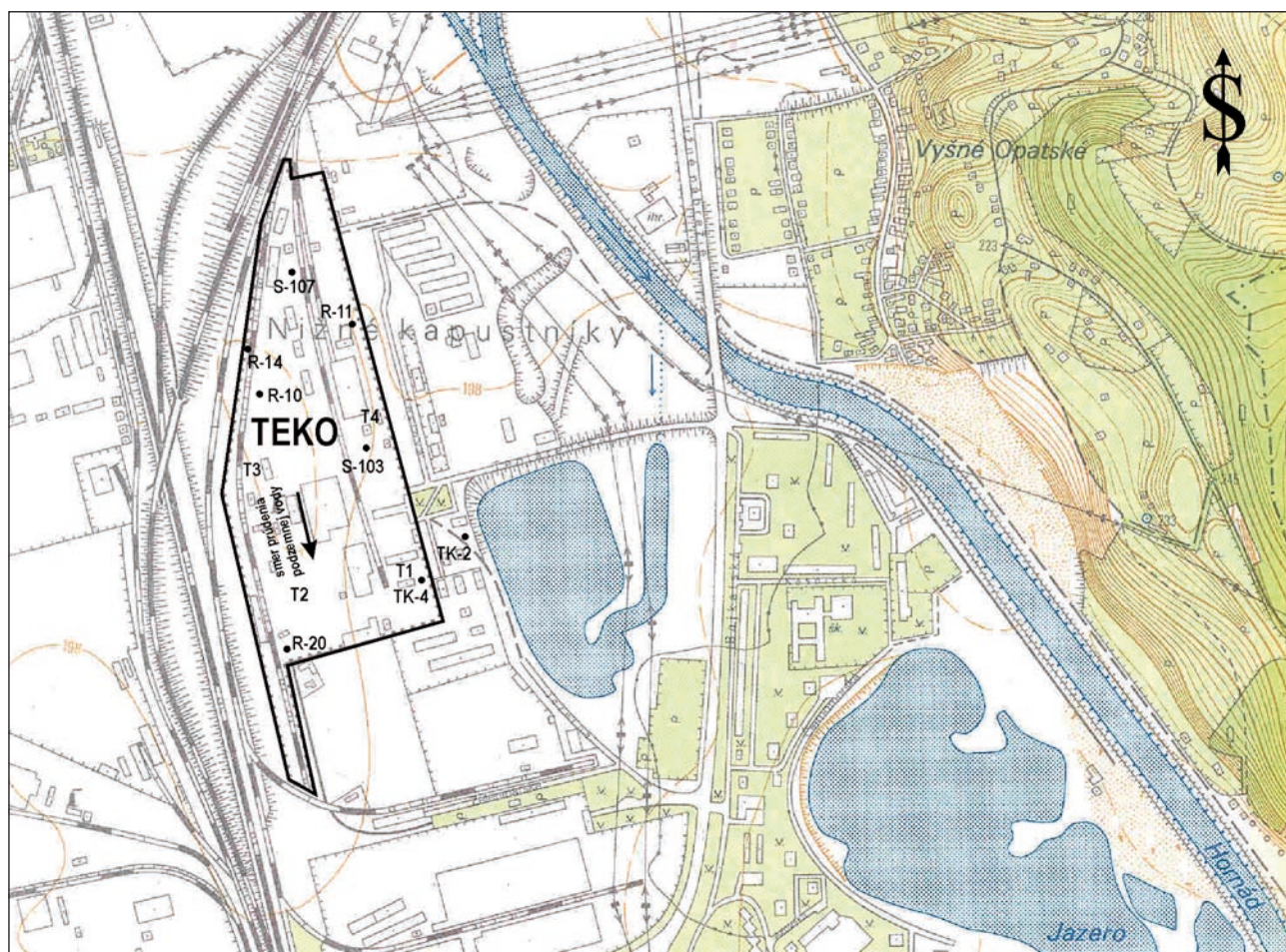
vývoji. Sečovské súvrstvie má sladkovodný vývoj a je vyvinuté vo faciách ílov až ílovcov a prachovcov s polohami pieskov, vulkanoklastík, uholných ílov a lignitu. Redeponované rhyolitové tufy a tufity – horniny predstavujú biele až sivobiele pemzové tufy – tufity, prevažne kaolinizované. Zložené sú z kremeňa, ortoklasu a kyslého vulkanického skla. V hlbších častiach panvy obsahujú vločky a polohy tufitických ílovcov a pieskovcov. Íly a silty sú prevažne pestré sivožltej, okrovej až červenofialovej farby. Vývoj sedimentov, ktorých bázu tvoria kaolinizované rhyolitové tufy, poukazuje na postupnú gradáciu (resp. ústup panónskeho bazénu na juh). Piesky sú nevápnité, jemno- až strednozrnité, často s prímiesou štrku. Ich hrúbka je od 0,5 do 2 m (Kaličiak et al., 1996).

Kvartérne, holocénne fluválne sedimenty tvoria hlavne nivný kryt Hornádu. Hrúbka závisí od veľkosti toku. V doline Hornádu pri košickej teplárni je približne 2 m. Nad štrkmi sú vyvinuté svetlo- až tmavosivé piesčité íly s limonizovanými polohami, kde prechádzajú do hlinitých sedimentov s horizontom nivných pôd (Kaličiak et al., 1996).

Hodnotené územie je z regionálneho hľadiska situované na zložitom tektonickom uzle, kde sa zblížuje niekoľko predterciálnych tektonických jednotiek. Štruktúro-

-tektonickým prvkom predterciálneho podložja je pozdĺžna hrastová štruktúra SZ – JV smeru juhozápadne od Košíc, ktorá je tvorená paleozoikom gemerika. Hrať je na JZ obmedzená výraznou zónou v priestore medzi Šemšou, Šacou a Hraničnou pri Hornáde. Na SV je táto hrastová štruktúra limitovaná margecianskou prešmykovou zónou, pričom charakter prešmyku na JV od Košíc v podloží neogénnych sedimentov nie je jednoznačne preukázaný. Okrem týchto výrazných tektonických rozhraní sa zistili ďalšie zóny hustotných rozhraní indikujúce zlomy prevažne SZ – JV, SV – JZ a SJ smeru. Pričné zlomy s priebehom SV – JZ sú známe od bádenu, pričom najvýraznejší zlom tohto systému je tektonický styk klčovského a stretavského súvrstvia v oblasti Košíc. Je prejavom starozaloženého „rudabanského“ zlomu. Ostatné zlomy systému vytvárajú v tejto oblasti niekoľko čiastkových elevácií a depresí (Kaličiak, Karoli & Janočko in Kaličiak et al., 1996).

Z hľadiska hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Malík a Švasta, 2002) patrí hodnotené územie do regiónu Q 125 – kvartér Hornádu a Košickej kotliny. Dôležitú časť územia tvoria náplavy údolnej nivy Hornádu. Vrchná časť sedimentov je tvorená povodňovými hlinami bez hydrogeologického významu, ktorých hrúbka je 1,4 – 2,6 m.



Obr. 1. Areál TEKO na mape v mierke 1 : 10 000 s vyznačením miest odberu vzoriek.

Fig. 1. The area of the Košice heating plant (TEKO) at a scale 1 : 10 000 with location of sampling sites.

Veľký význam z hľadiska prúdenia a akumulácie podzemných vôd má súvrstvie piesčitých štrkov s hrúbkou 3,3 až 11,7 m. Pri realizácii vrtov počas starších prieskumných prác bola zistená hladina podzemnej vody okolo 2,0 až 4,0 m p. t. Značný počet hydrogeologických vrtov je sústredený na južný okraj Košíc. Staršími prieskumnými prácami (Frankovič, 1965) boli zistené maximálne výdatnosti, ktorých hodnoty dosahovali od $1 - 20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Niektoré z uvedených vrtov sa využívajú aj ako zdroje pitnej vody, ale najmä ako objekty na odber technickej vody.

Regionálna hydrogeologická preskúmanosť hodnoteného územia a jeho okolia je opísaná v niekoľkých prácach (Struňák, 1961; Šindler, 1962; Frankovič, 1969). Väčší počet hlbších vrtov v J a JV okolí Košíc zhodnotili Frankovič a Sabová (1979). Súhrnné hydrogeologické hodnotenie jednotlivých regiónov neogénu a kvartéru priniesli Halešová (Halešová et al., 1984) a Grech a Polák (Grech a Polák, 1986). Cenné regionálne zhrnutie podáva štúdia Šindlera (Šindler, 1988). Významný podiel na regionálnom hodnotení hydrogeologických pomerov južnej časti Košickej kotliny má Jetel (Jetel in Kaličiak et al., 1996).

Lokálne prieskumy sú datované do obdobia plánovania výstavby teplárne v Košiciach. Všeobecné posúdenie geologických a hydrogeologických pomerov staveniska vykonal Gíret (Gíret, 1962), keď podrobne zmapoval hlavne vrchnú kryciu vrstvu zvodneného kolektora 33 sondami. Hladinu podzemnej vody zistil v hĺbke 3,9 m p. t. a jej stav koreluje s úrovňou hladiny vody v Hornáde. Podrobnejšie preskúmal oblasť staveniska teplárne aj so zhodnotením hydrogeologických pomerov Švasta (Švasta, 1963), ktorý situuje hladinu podzemnej vody v miestnych podmienkach do hĺbky 3 až 4 m p. t. Bezprostredný vplyv kolísania hladiny podzemnej vody vo vzťahu k povrchovému toku Hornádu na jeho väčšiu vzdialenosť od staveniska nepredpokladá. Prehľadné výsledky o podrobnom inžinierskogeologickom prieskume so zhodnotením hydrogeologických pomerov staveniska možno študovať v práci Cuninku (Cuninka, 1977). V tejto práci sa okrem iného uvádza, že podzemná voda v daných podmienkach vytvára súvislú nenapätú zvodnenú vrstvu (zvodeň) viazanú na hlinito-piesčité a piesčité štrky. Hladina podzemnej vody bola situovaná v tom čase na úroveň kót 194,3 až 195,2 m n. m.

Hydrogeologický prieskum za účelom overenia možnosti výstavby vodárenského zdroja pre potreby prevádzky teplárne vykonala Tometzová (Tometzová, 1983). Dvoma hydrogeologickými vrtmi s označením TK-2 (pri požiarnej zbrojnici) a TK-3 (parčík pred areálom) situovanými na okraji, resp. v hodnotenom areáli. Neskôr doplnil poznatky o možnosti využívania podzemnej vody v areáli TEKO Cangár (Cangár, 1992), ktorý vrtom TK-4 (náhradou za TK-3) overil možnosť odberu $14,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pre vodárenské účely.

História centrálnej výroby tepla v Košiciach

Tepláreň Košice, a. s., bola založená zakladateľskou zmluvou zo dňa 17. 12. 2001. Vznikla 21. 1. 2002 rozdelením akciovej spoločnosti Slovenské elektrárne, a. s., Bratislava,

ale svojimi aktivitami historicky naväzuje na vznik Krajských energetických podnikov už od roku 1953.

Významnými medzníkmi viac ako 45-ročnej histórie sú hlavne:

1953 – 1954: na krajskom energetickom podniku vznik referátu, neskôr oddelenia pre tepelnú energiu

1953: zaradenie výstavby teplárne Košice do plánu GE 60

1962 – 1963: začiatok vykurovania sídliska TERASA z provizórnej kotolne

1964: začiatok výstavby horúcovodov a parovodov teplárenskej sústavy Košice

1962 – 1970: výstavba TEKO I

1967: 24. 11. 1967 začiatok prevádzky Teplárne VSE

1967 – 1968: plynofikácia parných kotlov TEKO I

1968: 1. 4. 1968 vznik Závodu rozvodu tepla VSE

1977: 24. 5. 1977 slávnostný výkop výstavby TEKO II

1982: komplexné skúšky a ukončenie výstavby TEKO II

1986: plynofikácia zariadení TEKO II

1987: nasadenie mikroprocesorov na riadenie a prenosy výmenníkových staníc

1989: pripojenie mestskej spalovne na parovody Teplárne VSE, začiatky dispečerského riadenia teplárenskej sústavy

1991: 1. 1. 1991 vyčlenenie závodov Teplárne a Rozvodu tepla z VSE, š. p., do SEP, š. p.

1991: v januári bol zriadený samostatný útvar dispečingu teplárenskej sústavy Košice

1992: využívanie mikroprocesorov na prenosy a riadenie teplárenských rozvodov

1994: 1. 11. transformácia SEP, š. p., na Slovenské elektrárne, a. s., začiatok nasadzovania úsporných frekvenčných pohonov, začiatok využívania predizolovaných potrubných systémov

1999: ekologizácia spaľovacích režimov, kontinuálny emisný monitoring

Výsledky archívnych prieskumných prác

V predchádzajúcej časti príspevku boli v chronologickom slede uvedené údaje o hydrogeologickej preskúmanosti záujmového územia a všetky dostupné archívne práce týkajúce sa geologických, inžinierskogeologických a hlavne hydrogeologických pomerov hodnoteného územia. Z podrobnej archívnej excerpce uvedených dokumentov (Gíret, 1962; Švasta, 1963; Cuninka, 1977; Tometzová, 1983; Cangár, 1992) bolo možné získať nasledujúce poznatky:

Režim podzemných vôd

Na zhodnotenie režimu podzemných vôd, zostavenie piezometrických máp a stanovenie prúdenia podzemných vôd boli využité merania vyššie uvedených pôvodných prieskumných prác v objektoch, ktorých časť je znázornená na obr. 1.

Z hľadiska predmetného hodnotenia je dôležité zdôrazniť, že zvodnenec, t. j. hydrogeologický kolektor

nasýtený gravitačnou podzemnou vodou v daných podmienkach, predstavuje jeden litologický typ horniny, stratigraficky zaradený do kvartéru. V pozícii bližšie k povrchu – v závislosti od konfigurácie terénu – približne v hĺbke od 2,0 do 9,0 až 10,0 m p. t. sa nachádza piesčitý štrk. V jeho nadloží sa od povrchu do priemernej hĺbky 2,0 m p. t. nachádza vrstva hlin a piesčitých hlin, resp. hlinitých štrkov.

Podložie kvartérnych sedimentov nachádzajúce sa v hĺbke 9 až 10 m p. t. je tvorené neogénnym ílom vystupujúcim v daných podmienkach ako počvový izolátor. Hladina podzemnej vody bola počas vrtných prác predmetných etáp prieskumu zistená v hĺbke okolo 3 až 4 m p. t. a neskôr sa ustálila približne v rovnakej hĺbke, čo poukazuje na zvodnenec s nenapätou (voľnou) hladinou podzemnej vody. Generálny smer prúdenia podzemnej vody je znázornený na obr. 1.

V priebehu terénnych etáp prieskumov boli v realizovaných objektoch (Švasta, 1963; Cuninka, 1977; Tometzová, 1983 a Cangár, 1992) vykonané hydrogeologické pozorovania, ktoré boli použité pri danom hodnotení.

Predmetné výsledky pozorovaní boli využité na zostrojenie piezometrických máp areálu TEKO. Najprv boli využité merania hladín podzemnej vody vo vrtoch s označením R (Švasta, 1963), pričom vybrané miesta sú znázornené na obr. 1. Za rovnakým účelom boli využité aj výsledky terénnych pozorovaní vo vrtoch s označením S-100 až S-122 (S-103 a S-107 na obr. 1) (Cuninka, 1977).

Na základe ich interpretácie možno konštatovať, že generálny smer prúdenia podzemnej vody na území hodnoteného areálu je od severu na juh. Porovnaním máp zostrojených v rôznych obdobiach nemožno zistiť výraznejšie rozdiely. Zvláštnosťou sa javí tá skutočnosť, že počas obidvoch monitorovacích období (rok 1963 a 1977) bolo možné pozorovať depresiu v oblasti vrtu S-107. Túto skutočnosť si možno s najväčšou pravdepodobnosťou vysvetliť tak, že v čase meraní bola na vrte RH-8, nachádzajúcom sa v blízkosti S-107, realizovaná hydrodynamická skúška, resp. odber podzemnej vody.

Maximálna hodnota piezometrického napätia (piezometrickej výšky) 195,50 m n. m. bola zistená v sonde R-1 a minimálna 194,60 m n. m. (Švasta, 1963) v sonde R-21. Obdobné hodnoty možno čítať aj z piezometrickej mapy zostavenej z meraní vykonaných Cuninkom (Cuninka, 1977), kde maximálna piezometrická výška, ktorou je vyjadrené piezometrické napätie, má hodnotu 195,55 m n. m. a minimálna 194,65 m n. m.

Lokálne hydraulické a hydrogeologické pomery možno stanoviť aj z práce Tometzovej (Tometzová, 1983), ktorá dvomi vrtmi situovanými na hodnotenom území overila nasledujúce skutočnosti: hrúbka kvartérnych sedimentov nepresahovala 9,0 m a zvodnený kolektor predstavoval v prípade vrtu TK-2 zahĺnený štrk a v prípade TK-3 piesčitý štrk. Už z litologického zloženia zvodnenej vrstvy možno usúdiť najvyššiu priepustnosť piesčitých štrkov vo vrte TK-3 (Cangár, 1992). Táto skutočnosť sa prejavila aj na možnosti odberu podzemnej vody z vrtov zabudovaných ako rúrové studne. Z vrtu TK-2 bolo možné odberať maximálne $2,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody pri znížení 2,0 m a z vrtu TK-3 maximálne $8,62 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení 3,0 m. Hodnoty piezometrických napätí v uvedených vrtoch boli nasledovné: TK-2 194,54 m n. m. a TK-3 194,74 m n. m. Z uvedeného vyplýva, že podzemná voda prúdi v smere od vrtu TK-3 k vrtu TK-2.

Hodnoty hladiny podzemnej vody vyjadrené piezometrickou výškou v práci Cangára (Cangár, 1992) nebolo možné stanoviť, pretože táto práca neuvádza výsledky geodetických meraní – výškopisu a polohopisu hydrogeologického vrtu TK-4. Litológia tohto vrtu je tvorená vrstvou kamenito-hlinitej navážky od povrchu do hĺbky 3,0 m p. t., od 3 do 4 m bol zistený piesčitý štrk vodou nenasýtený, pod ktorým sa nachádzal hrubozrnný štrk piesčitý až do hĺbky 10,0 m. Podložie vo forme izolátora v mieste vrtu TK-4 tvorí íl. Hladina podzemnej vody bola zistená v hĺbke 5,28 m p. t. Pre trvalý odber bolo odporúčané čerpať z tohto vrtu až $14,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody pri znížení 0,96 m. Situovanie vrtov TK-2 a 4 je znázornené na obr. 1.

Stanovenie hydraulických parametrov hornín

Popri možnosti šírenia znečistenia konvektívnym prenosom zohrávajú dôležitú úlohu aj hydraulické parametre zvodneného prostredia. Pre daný prípad zvodneného kolektora na území areálu TEKO sme pri určení jeho základných hydraulických parametrov – koeficientu prietochnosti T a koeficientu filtrácie k – vychádzali z výsledkov hydrodynamických skúšok vykonaných na vyššie uvedených starších hydrogeologických objektoch.

Hodnoty uvedených hydraulických parametrov a údajov z hydrodynamických skúšok (výdatnosť a zníženie) sú spracované v tab. 1.

Interpretáciou tabuľky 1 možno konštatovať, že priepustnosť zvodnenca v areáli TEKO je variabilná. Najčastejšie sa hodnoty koeficientu filtrácie pohybujú

Tab. 1
Hydraulické parametre a údaje o čerpaní podzemnej vody získané z archívnych údajov
Hydraulic parameters and data on the groundwater pumping tests obtained from archive sources

Vrt (studňa)	Litológia zvodnenca	Hrúbka zvodnenca M [m]	Koeficient prietochnosti $T [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$	Koeficient filtrácie $k [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	Zníženie s [m]	Výdatnosť $Q [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}]$
RH-8	piesčitý štrk	6,0	$2,10 \cdot 10^{-3}$	$8,40 \cdot 10^{-4}$	2,5	7,50
RH-19	piesčitý štrk	7,5	$3,76 \cdot 10^{-3}$	$1,88 \cdot 10^{-3}$	2,0	17,00
TK-2	hlinitý štrk	4,5	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-4}$	2,0	2,17
TK-3	piesčitý štrk	5,2	$4,12 \cdot 10^{-3}$	$7,92 \cdot 10^{-4}$	3,0	8,62
TK-4	piesčitý štrk	5,4	$1,81 \cdot 10^{-2}$	$3,36 \cdot 10^{-2}$	0,96	14,00

v rozmedzí $2,10 \cdot 10^{-3}$ až $4,12 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tieto hodnoty odrážajú aj zistené litologické zloženie zvodnenej vrstvy a mieru odoberateľného množstva podzemnej vody. Najnižšia hodnota koeficientu filtrácie bola zistená pre zahmlený štrk nachádzajúci sa v okolí vrtu TK-2, z ktorého je možné odoberať najmenšie množstvo ($2,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) podzemnej vody pri najmenšej hrúbke kolektora 4,5 m a znížení hladiny podzemnej vody o 2,0 m.

Z tabulky 1 je tiež zrejmé, že s narastajúcou hrúbkou kolektora a hodnotou jeho priepustnosti rastie aj výdatnosť. Pri relatívne malom znížení o 1 až 2 m bol vo vrtoch RH-19 a TK-4 situovaných vo väčšej vzdialenosti od povrchových recipientov (Hornád a Seligovo jazero) výrazný nárast možnosti odberu podzemnej vody.

Kvantifikácia množstva pretečenej vody

Kvantifikáciu množstva podzemnej vody pretekajúcej hodnoteným kolektorom možno vypočítať na základe Darcyho zákona, ak sú známe údaje o priepustnosti kolektora vyjadrené koeficientom filtrácie k , hrúbkou zvodne M , vzdialenosťou dvoch ľubovoľných bodov, medzi ktorými chceme výdatnosť prúdu stanoviť, ako aj hodnotou piezometrického gradientu J . Dané hodnoty boli získané z archívnych údajov (Švasta, 1963; Cangár, 1992 a Tometzová, 1983).

Po dosadení uvedených hodnôt do Darcyho rovnice boli výpočtom dosiahnuté tieto výsledky:

$$k = 6,72 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Prietochný prierez bol stanovený medzi vrtmi R-11 a R-14 (obr. 1), ktoré sú od seba vzdialené $b = 194 \text{ m}$ a priemerná hrúbka zvodne medzi týmito vrtmi je $M = 5 \text{ m}$.

Piezometrický gradient bol stanovený zo vzťahu:

$$J = \frac{\Delta h}{\Delta L},$$

kde $\Delta h = 0,6 \text{ m}$ predstavuje rozdiel piezometrických výšok vo vrtoch RH-8 a R-18

a $\Delta L = 58 \text{ m}$ je ich vzdialenosť.

Dosadením vstupných hodnôt do Darcyho rovnice bola vypočítaná hodnota prietochného množstva naprieč areálom TEKO, a. s., Košice v smere prúdenia podzemnej vody, t. j. zo severu na juh.

$$Q = k \cdot b \cdot M \cdot J$$

$$Q = 6,72 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} (194 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}) \cdot 0,01$$

$$Q = 0,0652 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Uvedená hodnota teda predstavuje $65,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody. Tento údaj má význam pre prípadné riešenie havarijného stavu, pri úniku znečisťujúcej látky do horninového prostredia a následne až na hladinu podzemnej vody v takom množstve, že je nevyhnutné vykonať sanáciu. Sanačné práce je potom možné riešiť za pomoci drénu, t. j. záchytného rigolu situovaného kolmo na smer prúdenia podzemnej vody. V daných podmienkach by potom takýto rigol vyhlbený do nepriepustného podlažia zachytil v dĺžke okolo 200 m viac ako $65 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Geochemická charakteristika pôd areálu TEKO je zhodnotená orientačne, na základe analýzy 4 vzoriek zemín odobratých z vrchnej vrstvy pôdy v hĺbkovom intervale 0,0 až 0,5 m p. t.. Miesta odberu vzoriek (obr. 1) boli určené v blízkosti vodárenského zdroja (T1), skládky uhlia (T2), mazutového hospodárstva (T3) a transformátorov TEKO1 (T4). Analýzy odobratých vzoriek zemín boli orientované na zistenie polutantov typu nepolárnych extrahovateľných látok (NEL), toxických kovov ($\text{Cr}_{\text{celk.}}$, Cu, Pb, As, Cd, Hg, Sb) a polychlórovaných bifenolov (PCB).

Výsledky laboratórnych rozborov sú uvedené v tab. 2. Porovnané boli s limitnými hodnotami troch kategórií stanovených Pokynom Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/1997–min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie (Tometz, 2004).

Jednotlivé kategórie charakterizuje uvedený pokyn nasledovne:

A – fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy, prípadne dohodnuté hodnoty požadovanej medze citlivosti analytického stanovenia;

B – medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod či zdroj znečistenia;

C – medzné koncentrácie, ktoré vyžadujú asanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia.

Tab. 2

Porovnanie výsledkov analýz vzoriek zemín s limitmi pokynu 1617/1997–min.
Comparison of results of the soil samples from analyses with limits from the Instruction 1617/1997–min.

Ukazovateľ	Jednotka	T1	T2	T3	T4	Kategórie limitu – 1617/1997		
						A	B	C
NEL-IR	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	138	523	89	98	50	500	1 000
$\text{Cr}_{\text{celk.}}$		102,3	213,2	110,1	100,8	130	250	800
Cu		64,1	27,2	54,6	44,6	70	100	500
Pb		22,2	16,6	25,1	24,2	70	150	600
As		3,68	2,5	3,16	3,81	20	50	100
Cd		<5	<5	<5	<5	0,4	5	20
Hg		<5	<5	<5	<5	0,4	3	10
PCB-kongener.		1,13	1,006	0,145	0,111	0,01	1	10

Interpretáciou porovnania zistených hodnôt polutantov v daných ukazovateľoch s limitnými hodnotami jednotlivých kategórií možno konštatovať, že hodnoty kategórie C neboli prekročené.

Hodnoty kategórie B boli prekročené v ukazovateľoch NEL ($523 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v sonde č. T2 situovanej pri skládke uhlia a PCB ($1,13 \text{ resp. } 1,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v sondách T2 a T1 (situovaná v blízkosti vodárenského zdroja).

Vychádzajúc z Pokynu č. 1617/1997–min. je nutné vykonať ďalšiu etapu geologického prieskumu životného prostredia zameranú na vysvetlenie pôvodu a určenie zdroja daného znečistenia.

Hydrogeochemická charakteristika

Za účelom predmetného zhodnotenia boli k dispozícii analýzy vzoriek vody odobratých z vrtov TK-2, 3 a 4. Zhodnotenie základných fyzikálno-chemických vlastností podzemnej vody bolo uskutočnené na základe analýz vzoriek vody odobratých z uvedených vrtov v čase ich realizácie.

TK-2

Celková mineralizácia vody z vrtu TK-2 dosahuje $832,81 \text{ mg/l}$. V molárnej klasifikácii patrí voda k subfácii C-Ca-S a predstavuje Alekinov typ C^{Ca}_1 . V Gazdovej klasifikácii je to nevýrazný základný typ Ca-Mg- HCO_3 . Chemické zloženie charakterizuje Kurlovova schéma

$$0,83 \text{ g/l} \quad \frac{\text{HCO}_3 \ 433,2 \ \text{SO}_4 \ 116,87 \ \text{Cl} \ 32,6 \ \text{NO}_3 \ 32,8 \ \text{F} \ 0,08}{\text{Na+K+Li} \ 45,7 \ \text{Ca} \ 117,4 \ \text{Mg} \ 41,8}$$

Tvrdosť vody vyjadruje hodnota $2,20 \text{ mmol/l}$ Ca+Mg. Porovnaním výsledkov dosiahnutých prieskumom vykonaným Tometzovou (1983) s medznými hodnotami Nariadenia vlády SR č. 354/2006 sa zistilo prekročenie obsahu mikrobiologických ukazovateľov. Voda prekračuje aj odporúčaný obsah Mg.

TK-3

Podzemná voda z vrtu KT-3 vykazuje celkovú mineralizáciu $868,3 \text{ mg/l}$. V molárnej klasifikácii patrí k subfácii C-Ca-S a predstavuje Alekinov typ C^{Ca}_1 . V Gazdovej klasifikácii ide o nevýrazný základný typ Ca-Mg- HCO_3 (Cangár, 1992). Chemické zloženie vyjadruje schéma

$$0,87 \text{ g/l} \quad \frac{\text{HCO}_3 \ 433,2 \ \text{SO}_4 \ 129,6 \ \text{Cl} \ 41,2 \ \text{NO}_3 \ 43,4 \ \text{F} \ 0,06}{\text{Na+K+Li} \ 45,2 \ \text{Ca} \ 121,4 \ \text{Mg} \ 45,2}$$

Tvrdosť vody vyjadruje hodnota $2,68 \text{ mmol/l}$ Ca+Mg. Z hľadiska kvality voda nevyhovuje požiadavkám Nariadenia vlády SR č. 354/2006, a to prekročením medznej hodnoty mikrobiologických ukazovateľov. Voda prekračuje aj odporúčaný obsah Mg.

TK-4

Podzemná voda z vrtu TK-4 má celkovú mineralizáciu $746,8 \text{ mg/l}$. V molárnej klasifikácii patrí k subfácii C-Ca-Na a predstavuje Alekinov typ $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{IIa}}$ (Cangár, 1992). V Gazdovej klasifikácii je to nevýrazný základný typ Ca-Mg- HCO_3 . Chemické zloženie vody vyjadruje schéma

$$0,75 \text{ g/l} \quad \frac{\text{HCO}_3 \ 390,5 \ \text{SO}_4 \ 98,9 \ \text{Cl} \ 16,6 \ \text{NO}_3 \ 38,15 \ \text{F} \ 0,08}{\text{Ca} \ 107,0 \ \text{Mg} \ 36,16 \ \text{Na+K+Li} \ 32,8}$$

Tvrdosť vody vyjadruje hodnota $6,40 \text{ mmol/l}$ Ca+Mg. Z hľadiska kvality voda nevyhovuje požiadavkám Nariadenia vlády SR č. 354/2006, a to prekročením medznej hodnoty mikrobiologických ukazovateľov. Množstvo prekračuje aj odporúčaný obsah Mg.

Na kvalitatívne hodnotenie podzemnej vody odobieranej z vrtu TK-4, ktorý je v súčasnosti využívaný na prevádzku teplárne ako zdroj pitnej vody, sme mali k dispozícii aj aktuálne výsledky analýz vykonaných v rokoch 2002, 2003 a 2004. Z uvedených výsledkov je zrejmé, že podzemná voda odobieraná z vrtu TK-4 vyhovuje podmienkam NV SR č. 354/2006 Z. z. v rozsahu úplného rozboru pitnej vody. Na tomto mieste treba zdôrazniť, že podzemná voda odobieraná týmto vrtom vykazuje v podmienkach danej priemyselnej zóny prekvapivo nadštandardnú kvalitu.

Kvantitatívne zhodnotenie využívaného vodárenského zdroja TK-4

Vyššie uvedené kvantitatívne parametre predmetného zdroja (Cangár, 1992) boli zhodnotené na základe krátkodobej čerpaciej skúšky (5 dní). Z nich je zrejmé, že pre trvalý odber bolo odporúčených $14,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody pri znížení jej hladiny približne o $1,0 \text{ m}$. Pre dané hodnotenie boli k dispozícii aj údaje o dlhodobom odbere podzemnej vody z predmetného vodárenského zdroja. Údaje odčítané z vodomeru boli pretransformované do výsledkov vyjadrených v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. V takejto forme sa za roky 1997 až 2002 odoberalo v priemere zo studne TK-4 $2,67 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ kvalitnej pitnej vody. Pre počiatočné roky hodnoteného obdobia je charakteristický odber väčšieho množstva vody. V roku 1997 v priemere $2,97 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, keď maximum ($4,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) pripadá na mesiac február a minimum $2,55 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ na november. Obdobne možno charakterizovať aj ďalšie roky s výnimkou 2002, keď priemer odobieraného množstva predstavoval $4,76 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (max. $6,52 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ – marec a min. $1,20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ – január). Pre roky 2001 a 2002 je potom charakteristický priemerný len odber $1,38 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (max. $1,77$ a min. $1,10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$).

Ochrana vodárenského zdroja TK-4

Ochrana vodárenského zdroja pred prísunom látok ohrozujúcich kvalitu odobieranej podzemnej vody je v daných podmienkach zložitá. Súčasťou výsledkov prieskumných prác pre realizáciu vrtov TK-2, 3 a 4 ako potenciálnych vodárenských zdrojov sú aj návrhy ich ochrany. V práci M. Tometzovej (Tometzová, 1983), na ktorú sa odvoláva aj Cangár (Cangár, 1992), bola uvedená problematika spracovaná podľa v tom čase platných legislatívnych opatrení – „Úprava základných hygienických zásad pre zriaďovanie, vymedzenie a využívanie ochranných pásiem vodných zdrojov určených na hromadné zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou a pre zriaďovanie vodárenských nádrží“, publikovaných vo vestníku Ministerstva zdravotníctva SSR v číastke 10 – 11 z 20. júla 1979.

Z hľadiska vymedzenia pásiem hygienickej ochrany (PHO) nebolo možné zabezpečiť širšiu ochranu vodárenského zdroja, ktorý sa nachádza priamo v areáli TEKO. Odporúčené boli len terénne úpravy bezprostredného okolia vrtu TK-4 so zabezpečením odtoku povrchových vôd. PHO 1. stupňa bolo navrhnuté v tvare kruhovej plochy s polomerom 10 m, v ktorej bola zvlášť zdôraznená nutnosť zamedzenia prísunu látok ohrozujúcich kvalitu podzemnej vody. Ostatné dôležité údaje pre ochranu tohto zdroja archívna dokumentácia neuvádza.

Vychádzajúc zo základnej legislatívnej úpravy – Zákona o vodách – sa povinnosť určiť ochranné pásma vzťahuje na všetky vodárenské zdroje s výdatnosťou vyššou ako 10 m³ za deň, alebo na tie vodárenské zdroje, ktoré sú využívané na zásobovanie obyvateľstva pre viac ako 50 osôb. Keďže predmetným kritériám zodpovedá aj využívaný vodárenský zdroj TK-4, je problematika prehodnotenia jeho ochrany neodkladná.

Rozsah dokumentácie, ktorú je potrebné spracovať, určuje Vyhláška MŽP SR č. 29/2005. Táto dokumentácia súvisí najmä s uvedením technických parametrov zdroja, charakteristikou prírodných pomerov nielen územia, na ktorom sa zdroj nachádza, ale aj jeho širšieho okolia. Dôležité je v dokumentácii analyzovať antropogénnu činnosť, ktorú v daných podmienkach predstavuje priemyselná výroba. Ďalej je to návrh rozsahu hraníc ochranných pásiem v členení na návrh zákazov, obmedzení, technických úprav pre zariadenia, objekty alebo činnosti ohrozujúce množstvo a kvalitu podzemnej vody. V neposlednom rade je to prognóza vývoja kvality vody, návrh prevádzkového monitoringu a pravidelnej kontroly.

Zhodnotenie potenciálnych zdrojov znečistenia

Pri zhodnotení potenciálnych zdrojov znečistenia bol využitý preventívny plán opatrení na zamedzenie neovládateľného úniku nebezpečných látok do životného prostredia a na postup v prípade ich úniku (Bočkorová, 2004). Tento plán uvádza – okrem iného aj všetky potenciálne zdroje znečistenia a zoznam nebezpečných látok, ktoré môžu ohroziť kvalitu horninového prostredia – pôdy a následne aj podzemnej vody. Rozmiestnenie zdrojov a potenciálny typ znečistenia je znázornený na obr. 2.

V rámci technologických procesov sú v jednotlivých prevádzkach používané nebezpečné látky, z ktorých sa v zmysle prílohy č. 4 Zákona NR SR č. 409/2006 Z. z., obzvlášť škodlivé látky v prevádzke TEKO nepoužívajú. Zo škodlivých látok v jednotlivých prevádzkach sú to:

Strojovňa

- o turbínový olej TB46 približne v množstve 5 000 l
- o turbínový olej MOBIL-DTAW 44 v množstve asi 2 000 l
- o nízkotuhnúci olej ON₂, ložiskový olej HLP – HM 32 cca 200 l
- o olej do skrutkových kompresorov RC-R46 asi 200 l

Kotolňa

- o kompresorový olej OPK 100 v množstve 200 l
- o kompresorový olej OK-VC 150 s objemom 200 l
- o turbínový (ložiskový) olej OHHM 46 v množstve 200 l

- o plastické mazivo LT 2 EP v množstve 200 l
- Chemická prevádzka*
- o NH₄OH (čpavková voda) v dvoch nádržiach s objemom 4 m³
 - o Ca(OH)₂ (hydroxid vápenatý) je uskladnený v jednej nádrži s objemom 80 m³ a v dvoch nádržiach s objemom á 25 m³
 - o NaCl (chlorid sodný) je uskladnený v jednej nádrži o objeme 60 m³
 - o FeCl₃ (chlorid železitý) je uskladňovaný v dvoch nádržiach s objemom á 16 m³ a v jednej nádrži s objemom á 25 m³
 - o 31 % HCl (kyselina chlór vodíková) uskladnená v troch zásobných nádržiach s objemom á 40 m³ a v jednej nádrži s objemom 80 m³
 - o NaOH (hydroxid sodný) je uskladňovaný v jednej nádrži s objemom á 80 m³ a v dvoch nádržiach s objemom 16 m³.

Zhromaždisko nebezpečných odpadov

Podľa vyhlášky 284/2001 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov v TEKO, a. s., sa počíta s nakladaním, resp. vzhľadom na charakter miestnych činností, so vznikom druhov nebezpečných odpadov typu farieb a lakov, tonerov z tlačiarň, absorbentov a filtračných materiálov ropných látok, olovených batérií, nikel-kadmiových batérií, batérií obsahujúcich ortuť a izolačných materiálov na báze azbestu.

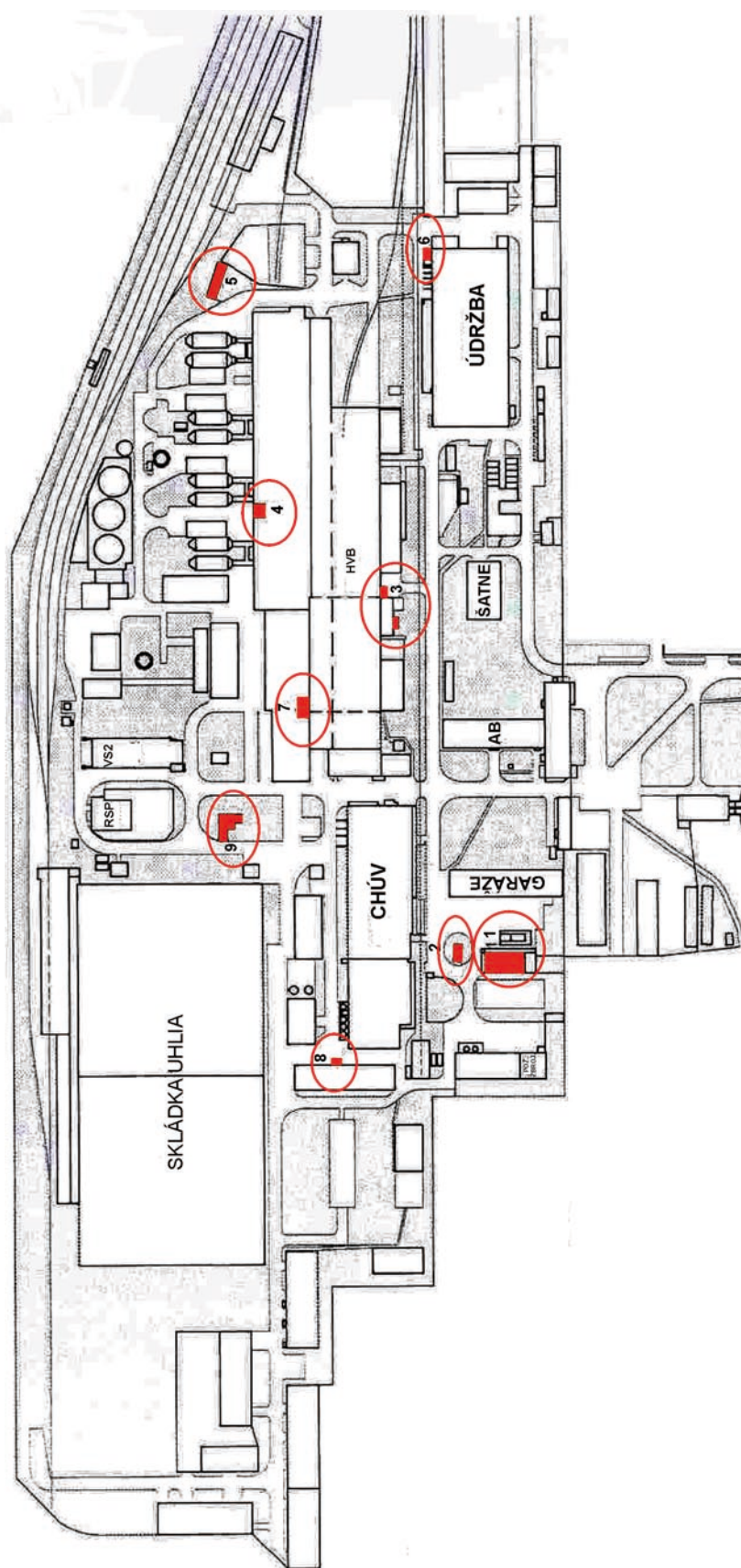
Zhromaždisko odpadových olejov

Charakter nebezpečných tekutých látok ropného pôvodu zhromažďovaných v tomto zariadení má obdobný charakter ako oleje a mazadlá využívané v prevádzkach strojovňa a kotolňa.

Transport znečistenia cez pôdu, nenasýtenú horninovou vrstvu až na hladinu podzemnej vody môže prebiehať rôznym spôsobom. V daných podmienkach to môže byť únik tekutých ropných a iných látok na povrch terénu, ich presakovanie cez nespevnené priepustné plochy do pôdy a následne až na hladinu podzemnej vody. V prípade transportu povrchovými vodami (Hornád a Seligovo jazero) môže k znečisteniu dochádzať aj infiltráciou z týchto vôd do podzemných vôd. Vylúčená tu nie je ani priama kontaminácia podzemných vôd únikom znečistenia z netesností zariadení uložených do saturovanej zóny, najmä kanalizácie.

Záver

Na vytvorenie čo najpresnejšieho obrazu o prúdení podzemnej vody a možného šírenia sa znečistenia v daných podmienkach boli na základe rekonštrukcie pozorovaní hladín podzemnej vody v inžinierskogeologických a hydrogeologických vrtoch starších prieskumných prác vypracované piezometrické mapy, ktoré poskytli podklad na určenie smeru prúdenia podzemnej vody v areáli TEKO.



Obr. 2. Zdroje znečistenia situované v areáli TEKŮ. 1 – sklad mazív a olejov; 2 – priestor na uloženie prázdnych sudov; 3 – sklad olejov strojovne; 4 – sklad olejov kotolne; 5 – centrálne zhromaždisko nebezpečných odpadov; 6 – prístrešok odpadových olejov; 7 – zhromaždisko nebezpečných odpadov; 8 – prístrešok na odpadové oleje z CHÚV; 9 – centrálne zhromaždisko odpadových olejov.

Fig. 2. Contamination sources located in the area of the Košice heating plant. 1 – the lubricants and oils storage; 2 – space to store empty drums; 3 – oil storage of engine room; 4 – oil storage of boiler room; 5 – the central gathering place of hazardous waste; 6 – shelter of waste oil; 7 – the gathering place of hazardous waste; 8 – the shelter for waste oil from CHÚV; 9 – the central gathering place of waste oils.

Na orientačné kvalitatívne hodnotenie pôdy (vrchnej krycej vrstvy zvodneného kolektora) boli zo 4 bodov situovaných v blízkosti potenciálnych zdrojov znečistenia odobraté vzorky zemín a následne boli analyzované na prítomnosť polutantov typu NEL, toxických kovov a PCB látok. Z ich výsledkov vyplýva, že v ukazovateľoch NEL a PCB prekračuje prítomnosť týchto látok limitné hodnoty kategórie B. Z uvedeného potom vyplýva potreba realizácie podrobného geologického prieskumu životného prostredia za účelom vysvetlenia pôvodu predmetných kontaminantov v zemine.

Na kvalitatívne a kvantitatívne hodnotenie zdrojov podzemnej vody boli využité výsledky starších prieskumných prác hydrogeologického charakteru. Na ich základe možno konštatovať, že areál TEKŌ sa nachádza v zóne s výskytom dosť silne až silne priepustných piesčitých štrkov. Jedným vrstvom – v závislosti od jeho lokalizácie a priepustnosti zvodneného kolektora – je možné získať 2 až 17 l · s⁻¹ podzemnej vody. Tá vykazovala veľmi dobré kvalitatívne parametre (podľa NV SR č. 354/2006 Z. z. v rozsahu úplného rozboru pitnej vody) s výnimkou mikrobiologických a biologických ukazovateľov. Dlhodobým čerpaním však spravidla dochádza k degradácii predmetného znečistenia, čoho dôkazom sú výsledky pravidelného sledovania kvality vody v miestnom vodárenskom zdroji (TK-4). Kvalita podzemnej vody z tohto zdroja je až prekvapujúco dobrá vzhľadom na skutočnosť, že sa nachádza v priemyselnej časti Košíc, zafarženej rôznymi činnosťami produkujúcimi širokú škálu potenciálnych kontaminantov.

Ďalšia časť aplikovaného výskumu bola venovaná štúdiu potenciálnych zdrojov znečistenia so špecifikáciou polutantov nachádzajúcich sa na hodnotenom území a v jeho okolí.

Vyššie uvedený komplex prác poslužil k návrhu rozsahu a metodiky ďalšej etapy prieskumných prác, ktorými bude možné podrobne overiť stav predmetných zložiek životného prostredia – pôdy a podzemnej vody s vyústením do analýzy environmentálneho rizika.

Táto publikácia vznikla v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt *Nové detekčné metódy a technológie pre získavanie nekonvenčných energetických zdrojov Zeme*, kód ITMS 26220220031, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

References

- ALEKIN, O. A., 1970: Osnovy gidrochimii. *Gidrometeoizdat, Leningrad*, 443 s.
- BEDRNA, Z., DŽATKO, M., JURÁŇ, C., MAŠÁT, K. & OČADLIK, J., 1988: Bonitácia československých poľnohospodárskych pôd a smery jej využitia, II. diel. *FMZVŽ, Praha* 110 s.
- BOČKOROVÁ, O., 2004: Havarijný plán. Plán preventívnych opatrení na zamedzenie úniku nebezpečných látok do životného prostredia a na postup v prípade ich úniku. *Manuskript. Archív Tepláreň, Košice*.
- CANGÁR, P., 1992: Košice – Tepláreň, hydrogeologický prieskum. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*, 4 s.
- CUNINKA, M., 1977: Košice – Tepláreň II – podrobný inžinierskogeologický prieskum. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*, 21 s.
- FRANKOVIČ, J., 1965: Hg prieskum náplavov Hornádu v úseku Gyňov – štátna hranica II, podrobný prieskum. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*.
- FRANKOVIČ, J., 1969: Povodie Hornádu – limnigrafické sondy, IGP a HGP. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- FRANKOVIČ, J. & SABOVÁ, A., 1979: Košice-juh, artézské horizonty – hydrogeologický prieskum. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*.
- GAZDA, S., 1971: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. *Hydrogeologická Ročenka 1969 – 1970, Praha – Brno*, 122 – 126.
- GÍRET, A., 1962: Tepláreň Košice – všeobecné posúdenie geologických a hydrogeologických pomerov staveniska. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*, 6 s.
- GRECH, J. & POLÁK, R., 1986: Kvartér Košickej kotliny v povodí Hornádu – hydrogeologický rajón NQ 125. Záverečná správa. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- HALEŠOVÁ, A. et al., 1984: Hydrogeologická štúdia. Neogén a kvartér východnej časti Košickej kotliny. *Manuskript. Archív KGaM, F BERG TU, Košice*.
- JETEL, J., 1996: Hydrogeologia. In: Kaličiak, M. et al. (ed.): *Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť. GÚDŠ, Vyd. D. Štúra, Bratislava*, 123 – 158.
- KALIČIAK, M., BAŇACKÝ, V., JANOČKO, J., KAROLI, S., PETRO, L., SPIŠÁK, Z., VOZÁR, J. & ŽEC, B., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť. *GÚDŠ, Vyd. D. Štúra, Bratislava*.
- MALÍK, P. & ŠVASTA, J., 2002: Hydrogeologické regióny. In: Miklós, L. (ed.): *Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR – SAŽP, Bratislava*, 104 s.
- MAZÚR, E. & LUKNIŠ, M., 1986: Geomorfologické jednotky. In: Miklós, L. (ed.): *Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR – SAŽP, Bratislava*, 88 s.
- MIKLÓS, L. (ed.), 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. *MŽP SR, Bratislava*.
- STRUŇÁK, V., 1961: Hydrogeologický prieskum náplavov Hornádu pod sútokom s Torysou. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- ŠINDLER, M., 1962: Hydrogeologický prieskum náplavov rieky Torysy. *Manuskript. Archív ŠGÚDŠ, Bratislava*.
- ŠINDLER, M., 1988: Košice – prípravná štúdia o hg. preskúmanosti a problematike využívania podzemnej vody. *Manuskript. Archív ÚGV, F BERG TU, Košice*.
- ŠVASTA, M., 1963: Tepláreň Košice – stavenisko, inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. *Manuskript. Archív ÚGV, F BERG TU, Košice*, 29 s.
- TOMETZ, L., 2004: Tepláreň Košice – geologický prieskum životného prostredia. *Manuskript. Archív ÚGV F BERG TU, Košice*, 41 s.
- TOMETZOVÁ, M., 1983: Košice – Tepláreň, hydrogeologický prieskum. *Manuskript. Archív ÚGV, F BERG TU, Košice*, 11 s.
- VASS, D., BEGAN, A., GROSS, P., KAHAN, Š., KÖHLER, E., LEXA, J. & NEMČOK, J., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR 1 : 500 000. *SGÚ – GÚDŠ, archív Geofond, Bratislava*.

Rukopis doručený 3. 6. 2012

Revidovaná verzia doručená 17. 9. 2012

Rukopis akceptovaný red. radou 26. 11. 2012

Impact of operation of the Košice heating plant on rock environment and groundwater

The Košice heating company (TEKO) has already provided the heat and electricity for the town of Košice and its surroundings for more than thirty years. As every industrial unit, also the TEKO may be potential source of the soil and groundwater contamination.

A detail archive research from available archive documents dealing with geological, engineering-geological and hydrogeological conditions in the area of TEKO, as well as the field and laboratory works have provided a set of suitable data for processing of the results, gained by evaluation of individual environmental elements. This also yielded data necessary for proposal of the next research phase.

The groundwater regime was evaluated by measurements of original survey works (Švasta, 1963; Cuninka, 1977; Tometzová, 1983; Cangár, 1992). The aquifer is represented by the Quaternary gravels. These are overlain by loams, sandy loams and loamy gravels with approx. thickness 2 m. The Quaternary sediments (loam and gravel) are from the depth 9–10 meters underlain by Neogene clays. The groundwater level was during drilling works found in 3–4 meters depth below surface and it was later stabilized in approximately the same depth suggesting aquifer with unconfined water level. General flow direction is depicted in Fig. 1.

One of the important factors for convective transfer of contamination is a hydraulic parameter of rocks. For the estimation of basic hydraulic parameters – coefficient of transmissivity T and coefficient of hydraulic conductivity k in the given example of the aquifer in the TEKO area,

we came out from the results of aquifer tests performed in older hydrogeological wells.

The values of given hydrogeological parameters and data from aquifer tests are presented in Tab. 1.

For quantification of the groundwater volume, flowing in the profile transverse to the evaluated area, we used basic law of its flow – Darcy law.

Geochemical characteristics of the soils in the evaluated area were determined for information purposes only by analyses of 4 soil samples taken from the upper part of the soil in the 0.0–0.5 m depth interval below surface. The sampling sites are depicted in Fig. 1. The analyses of sampled soils were aimed at findings of non-polar extractible components (NEL), toxic metals (Cr_{tot} , Cu, Pb, As, Cd, Hg, Sb) and polychlorine biphenils (PCB). Analysed NEL and PCB showed increased volumes in soils. The laboratory results are shown in Tab. 2.

The groundwater samples taken from hydrogeological wells (particularly from the well TK-4) show surprisingly good quality in the conditions of the industrial zone (NV SR No. 354/2006 Coll. in full scale analysis of drinking water). The protection of the well TK-4 is particularly important due to the fact that it is a source of drinking water. Potential sources of the soil and groundwater contaminations are depicted in Fig. 2.

The presented complex of works is a contribution to the proposal of size and methodology for next investigation phase that will serve for a detail verification of given constituents of the environment – soil and groundwater, and will conclude by the analysis of environmental risk.