

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

45

1993

1

---

*Jozef Jakál\**

## VPLYV ODKALÍŠŤ POPOLA NA KRAJINU V OBLASTI CHALMOVEJ NA HORNEJ NITRE

Jozef Jakál: Effect of sludge beds on the landscape in the region of Chalmová in the Upper Nitra region. Geogr. čas., 45, 1993, 1., 4 figs., 10 refs.

The study analyzes the natural conditions of the karstic landscape of the Strážovské vrchy Mts. and their contact with the Upper Nitra Basin in the space of the sludge bed near Chalmová serving to the thermal power station Nováky. It analyzes the change of the processes in the landscape provoked by the leakage of the waters from sludge bed, explains the origin of new forms (collapse dolines, swamps) and suggests the prediction of the development of the phenomena and processes in an anthropogenically changed landscape.

Key words: natural conditions of the territory, sludge bed of ash, karstic changes in the landscape, prognosis of the development of processes.

### ÚVOD

Jedným z najzávažnejších problémov životného prostredia silne industrializovanej krajiny Hornej Nitry je lokalizácia odkališť popola pochádzajúceho z tepelnej elektrárne Nováky. Dôsledky odkališť mali veľmi nepriaznivý dopad na krajinu vo všetkých troch lokalitách. Havária na pôvodnom odkališti v dôsledku pretrhnutia hrádze v roku 1965 ležiacom na severných svahoch Drieňového vrchu (615 m) v doline pri Zemianskych Kostoľanoch si

---

\* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

vynútila urýchlené riešenie. Nové odkalište sa urobilo formou sypanej hrádze priamo na aluviálnej nive rieky Nitry. Zapričiňovalo veľkú prašnosť okolia, vyvolávalo zmeny v kolísaní prirodzenej hladiny podzemnej vody poriečnej nivy a v hydrologickom režime termálnych prameňov Chalmová (Drdoš a Jakál 1992). Od roku 1990 sa začalo so zaplňaním nového, definitívneho odkališťa, vybudovaného v krasovom území doliny pri Chalmovej, južne od Drieňového vrchu. I v tomto prípade je celý proces transportu a akumulovania popola riedeného vodou a prepravovaného potrubím sprevádzaný rôznymi technickými a ekologickými problémami. Technickým problémom je čiastočná strata vody do podzemia, jej nenávratnosť do cirkulačného systému, ekologickým problémom sú zase zmeny v krajine - zamokrovanie pôdy, znečisťovanie podzemných vôd, prepady povrchu terénu a možnosť ohrozenia kvality termálnych vôd. Tieto zmeny môžu signalizovať ešte závažnejšie kolapsy, ktoré môžu vyústiť až do nefunkčnosti odkališťa, prípadne spôsobiť nedozierne ekologické škody. Prevládajúce severné (30 %) a severozápadné vetry (10 %) ovplyvňujú prúdenie vzduchu i v Chalmovskej doline, ktorá má priebeh v smere SZ-JV a vyvolávajú prašnosť územia. V našej štúdií chceme analyzovať prírodné procesy a interakciu medzi zložkami neživej prírody: geologické podložie a reliéf, voda a pôda. Ďalej chceme analyzovať zmeny v procesoch prírodnej krajiny, vyvolané prevádzkou odkališťa popola v Chalmovej. Vychádzame z terénneho výskumu a expedičných meraní zameraných na pohyb vody v krasovej a okrajovo krasovej krajine.

### ŠTRUKTÚRNO-GEOLOGICKÉ, HYDROLOGICKÉ A GEORELIÉFNE POMERY OKOLIA CHALMOVEJ (KATASTER OBCE BYSTRÍČANY)

Skúmaný región, ktorý je atakovaný odkališťom popola, leží na kontakte Strážovských vrchov a Hornonitrianskej kotliny. Vyznačuje sa dvoma základnými morfoštruktúrnymi jednotkami. Je to tektonická hrásť masívu Drieňov (podcelok Strážovských vrchov) vyzdvihnutá pozdĺž S-J zlomu oproti Hornonitrianskej kotliny, ktorá predstavuje priekopovú prepadlinu. Zlom morfológicky indikujú strmé svahy pohoria a výstupy termálnych prameňov na línii M. Bielice-Chalmová-Bojnice. Masív Drieňov je budovaný horninami chočského príkrovu, najmä svetlými dolomitmi a dolomitickými pieskami (ladin), čiastočne i sivými až tmavosivými vápencami (anis). Lokálne vystupujú k povrchu spodnotriasové kremence, pieskovce a slienité bridlice. Bezprostredná oblasť Chalmovskej doliny a priestor odkališťa má veľmi komplikovanú štruktúrno-geologickú stavbu. Rozprestiera sa tu vrásový prešmyk ležatej vrásky (Stolečnan et al. 1982). V území zastúpené horniny majú rozdielnu geomorfologickú hodnotu a odolnosť. Aj keď dolomity patria v karpatskej oblasti k veľmi odolným horninám, v študovanom území sú lokálne zmenené na dolomitické „múčky“ a piesky, ktoré naopak, majú veľmi malú odolnosť a vysokú priepustnosť pre vodu. Vápence patria k veľmi odolným horninám. Prešmyková poloha a tektonická polámanosť ich predurčila ako veľmi priepustné pre krasovo-puklinovú cirkuláciu vody. V nich je vyvinuté podzemné skrasovatenie. Dôkazom je, že pri prieskumnom vrtaní sa preplachová voda nevracala na povrch (Stolečnan et al. 1982). Pukliny sú vyplnené červenícami typu terra rossa, ktoré boli splavované do podzemia z povrchu krajiny. Na povrchu reliéfu je červenica reziduálne zachovaná na plochejších formách reliéfu.

Horniny spodného triasu (pieskovce, kremence, slienité bridlice) sa vzhľadom na ich petrografický charakter, nerozpustnosť a nepriepustnosť pokladajú za regionálny izolátor, na ktorom sú podzemné vody vzdúvané, resp. určujú generálny smer ich prúdenia (Smolka 1980).

Skúmaná časť kotliny nesie všetky reliéfové znaky typické pre celú Hornonitriansku kotlinu. Neogénna výplň kotliny je pokrytá štrkami vrchnopleistocénnych náplavových kužeľov, na ktorých ležia sprašové hliny. Náplavové kužele potokov Bystrica a Osliansky potok pritekajúce z pohoria Vtáčnik zatlačili rieku Nitru pod úpätie masívu Drieňov. Súčasný tok Nitry ľavostranne podrezáva náplavové kužele a vytvára pomerne širokú nivu. Na pravej strane rieky nie sú vytvorené kvartérne terasy. Poriečna niva najčastejšie 200-500 m široká sa v oblasti Chalmovej nápadne zálivovite rozširuje na 1200 m (po pravej strane 800 m) v miestach, kde vyúsťuje Chalmovská dolina do kotliny. Rieka Nitra je zahĺbená do aluviálnej nivy 2-3 m. Mocnosť kvartérnych štrkov sa pohybuje okolo 8-10 m, pod ktorými ležia dolomitické piesky.

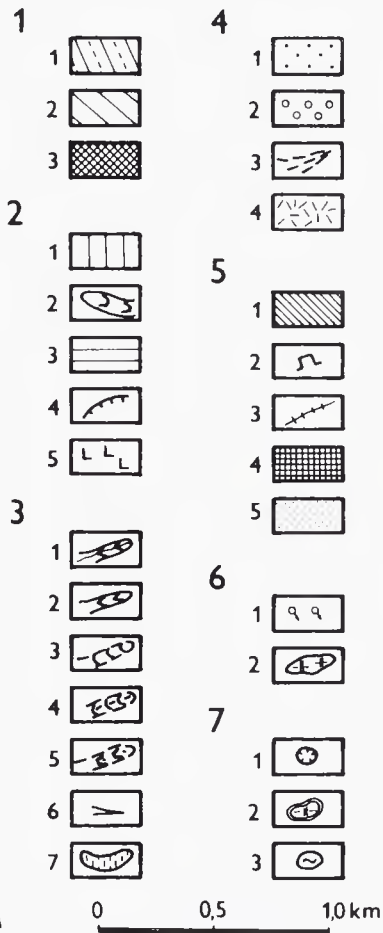
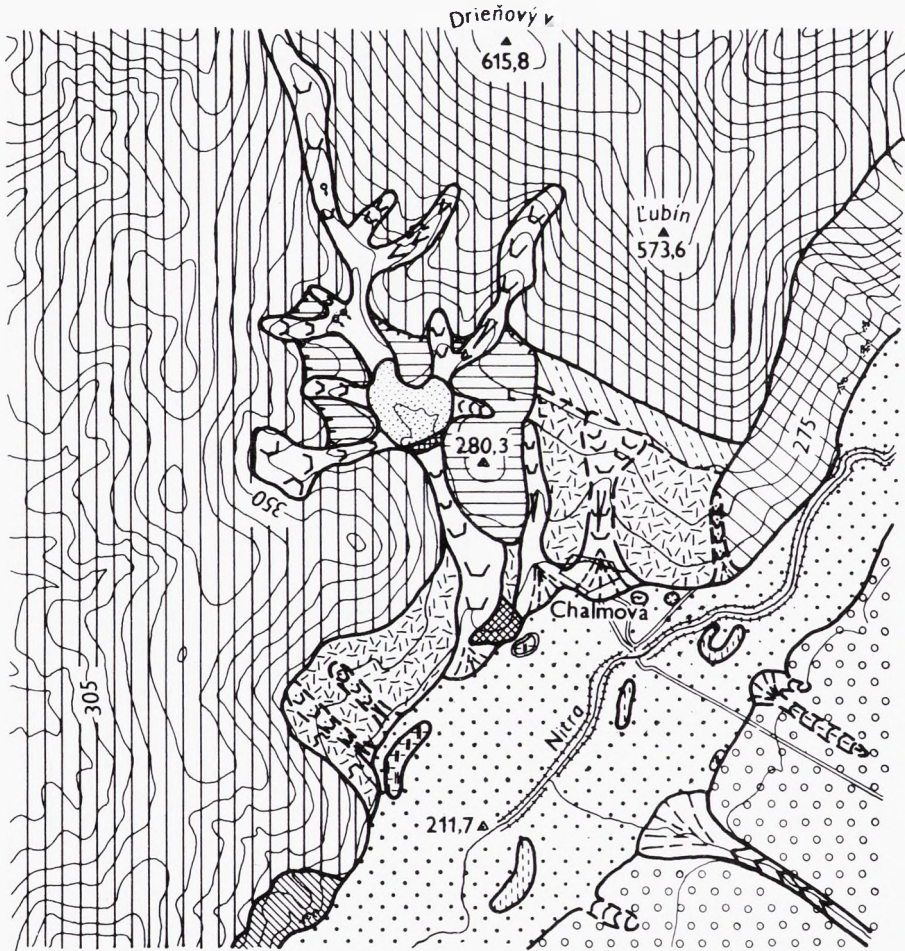
### *Krasový reliéf*

Oblasť Chalmovskej doliny a širšieho regiónu masívu Drieňov zaradíme medzi krasové regióny. Vytvorený je tu typ krasu hrásti a kombinovaných vrásovozlomových štruktúr s masívnymi chrbtami. Územie zaradíme do 4. stupňa skrasovatenia s čiastočne vyvinutým endo- a exokrasom s nedokonale vytvorenými formami krasu a prejavmi fluviokrasu (Jakál 1991, 1993).

Široký a plochý chrbát medzi Veľkým vrchom (456 m) a Drieňovým vrchom (615 m) má len slabé znaky povrchového skrasovatenia. Je to dôsledok prevažne dolomitckej stavby masívu, na ktorom sa vyvíjajú skôr formy fluviokrasu. Patria medzi ne krátke a suché valcovité doliny, na svahoch skalné ihly, veže až skalné steny. Typické sú okrúhlasté dolomitové kopce, ktorých menej zvetrané, erózií viac odolávajúce jadro obkolesujú dolomity zvetrané na piesok (Lukniš 1968). Na vápencoch sú vytvorené ojedinelé škrapy.

Za krasovú formu môžeme označiť krasovú priehľbeň, ležiacu medzi vrchmi Drieňov vrch (615 m), Ľubin (573 m) a Olovenec (437 m), (obr. 1). Pôvodne išlo o uzavretú bezodtokovú depresiu s plochým dnom. Toto dno je dnes reprezentované len zvyškami plochých chrbátov ležiacich vo výškach 280-300 m, teda okolo 80 m nad aluviálnou nivou Nitry. V oblasti pôvodného dna depresie predpokladáme hustejšiu sieť kavern ako v okolitom horninovom prostredí. V uzavretej depresii prevažoval proces infiltrácie zrážkových vôd do podzemia bez povrchového odtoku. Bočná erózia Nitry zatlačala pravostranné svahy ku krasovej priehľbni. Pôvodne uzavretá skrasovatelá depresia bola následne po tektonickom vyzdvihnutí územia počas valašskej fázy načapovaná tokom Chalmovskej doliny a otvorená do kotliny. Na intenzívny proces rozpúšťania vápencov a dolomitov poukazujú zvyšky červeníc (terra rosy), zachovaných v puklinách škrap ale i v menších polohách na povrchu ako rezídua s mocnosťou 1 m. Zarovnané povrchy sa v Karpatskej oblasti formovali v období miocénu, ale i na prechode pliocén-pleistocén, na ktorých vznikali kôry zvetrávania aj typu červeníc. Tieto dve fázy, charakteristické teplejšou a vlhšou klímou, sa vyznačujú i silným procesom krasovatenia. Relatívna výška plochých chrbátov ležiacich ca 80 m nad Nitrou by mohla viesť k predpokladu, že ide o poriečnu





roveň. Výrazná zálivovitá forma, ale najmä mocné polohy červeníc, tento predpoklad spochybňuje.

Chalmovská dolina vznikla počas kvartéru a je predisponovaná zlomom v smere SZ-JV. Vhĺbila sa do krasovej priehlbne a jej vznik bol podmienený procesmi mechanického zvetrávania vápencov a dolomitov a občasného fluvialného odnosu hmoty, čo viedlo k tvorbe doliny valcovitého tvaru. Valcovité doliny sú charakteristickým javom periglaciálnych procesov. Zahĺbenie doliny spôsobilo narezanie horizontu podzemných krasových vôd a vznik krasových prameňov na dne doliny. Počas kvartéru prevládali procesy mechanického zvetrávania nad chemickou koróziou. Viedlo to k odnosu hmoty z masívu zovierajúceho Chalmovskú dolinu, intenzívne boli i procesy svahovej modelácie. Menej výrazný bol podzemný krasový proces. Dispozície pre obnovenie procesov hĺbkového krasovatenia boli opäť dané vznikom antropogénnej fázy - akumulácie popola prostredníctvom vody. Voda presakujúca z nádrže do podzemia oživí proces krasovatenia, ktorý sa sústredili hlavne na predkvartérne pukliny, ktoré sú čiastočne vyplnené červenícami.

## TEORETICKÉ PREDPOKLADY ZMIEN, PROCESOV V KRASOVEJ KRAJINE VYVOLANÉ ODKALIŠŤOM POPOLA

Procesy rozpúšťania karbonatických hornín - rozširovania puklín, t.j. krasovatenia, sú usmernené tektonickými puklinami a vrstevnými špármi, resp. na kontakt rozpustnej s menej rozpustnou horninou. Hranicou, ktorá limituje procesy rozpúšťania v puklinách, tzv. vadóznej zóny a fraetickej zóny je piezometrický povrch podzemných krasových vôd.

Geomorfologická mapa okolia Chalmovej.

Vysvetlivky:

- |   |   |
|---|---|
| 1. Štruktúro-tektonické formy               | 4. Eróznio-akumulačné formy                 |
| 1.1 Štruktúrne stupne                       | 4.1 Poriečna niva                           |
| 1.2 Zlomové svahy                           | 4.2 Vrchnoplcistocénne náplavové kužele     |
| 1.3 Tvrdoše                                 | 4.3 Holocénne náplavové kužele              |
| 2. Krasové a fluviokrasové formy            | 4.4 Svahové delúviá                         |
| 2.1 Fluviokrasový reliéf masívnych chrbátov | 5. Antropogénne formy                       |
| 2.2 Fluviokrasové valcovité doliny          | 5.1 Veľkolomy                               |
| 2.3 Zvyšky dna krasovej priehlbne           | 5.2 Opustené lomy                           |
| 2.4 Hranica krasovej priehlbne              | 5.3 Sypaná pobrežná hrádza                  |
| 2.5 Škrapy                                  | 5.4 Hrádza odkališťa popola                 |
| 3. Denudačno-erózne formy                   | 5.5 Odkalište popola                        |
| 3.1 Riečne doliny so stálym tokom           | 6. Vody                                     |
| 3.2 Svahové doliny občasných tokov          | 6.1 Krasové pramene                         |
| 3.3 Úvaliny                                 | 6.2 Močiare                                 |
| 3.4 Periglaciálne doliny                    | 7. Nové tvary podmienené odkališťom         |
| 3.5 Suché svahové doliny                    | 7.1 Prepadová krasová jama                  |
| 3.6 Holocénne údolné zárezy a výmole        | 7.2 Močarisko                               |
| 3.7 Zvyšky mŕtvych ramien riek              | 7.3 Umelé jazierko následne vyplnené vodou. |

Tento povrch sa zvažuje z karbonatického masívu k riečnemu toku, ktorý územia odvodňuje, v našom prípade k rieke Nitre. Voľná hladina vody v kvartérnych štrkoch aluviálnej nivy rieky Nitry leží v hĺbke 2 až 3,5 m.

Karbonatické horniny zrezané bočnou eróziou rieky Nitry a pokryté riečnymi štrkami ležia už vo freatickej zóne. Vysvetlíme si niektoré pojmy.

Pod *vadóznou zónou* rozumieme priestor prevažne bezvodných krasových dutín s nepravidelným pohybom presakujúcej zrážkovej vody smerom dolu. Prejavom skrasovatenia v tejto zóne sú úzke a vysoké pukliny až puklinové jaskyne (najmä vo vápencoch, len výnimočne v dolomitoch). Vo viac ako 5 mm širokých puklinách nastáva turbulentný pohyb vody a pukliny 5-16 mm široké sú označované za prírodné jaskyne. *Freatická zóna* je spodná časť krasového masívu, ktorá je trvale zaplavená vodou. Freatická zóna sa delí na dve časti - plytkú freatickú zónu, ktorá zaberá vrchnú, pomerne úzku časť freatickej zóny, kde prebieha intenzívne horizontálne prúdenie a najintenzívnejší proces skrasovatenia. Plytká freatická zóna v priebehu roka kolíše. V hlboko freatickej zóne, ktorá tvorí spodnú časť masívu, voda prevažne stagnuje.

Odkalište popola je situované do prostredia nad zúženým úsekom doliny, v ktorom je vybudovaná hrádza. Akumulačný bazén odkališťa je tak vysunutý nad údolnú nivu Nitry. Bazén je zovretý horninovým prostredím s vadóznou zónou cirkulácie krasových vôd. Jeho dno bolo izolované proti infiltrácii vody, nie však svahy bazénu. Už to, že ide o priestor, ktorý bol v pliocéne najviac atakovaný krasovým procesom, zväčšuje nebezpečenstvo pre vznik kolapsov priamo pod dnom bazénu, ale i hrádze a v okolí odkališťa. Je preukázané, že časť vody, ktorou sa popol transportuje do odkališťa, sa stráca v podzemí a má nepriaznivý dopad na okolitú krajinu a vlastnosti jej prvkov - pôdu, vodu, reliéf a bioložky. Odkalište popola je rezervoárom nebezpečných chemických prvkov pre zdravie človeka.

## SIGNIFIKANTNÉ ZNAKY ZMIEN PRÍRODNEJ ROVNOVÁHY V KRAJINE

Akumulovanie popola transportovaného vodou vyvoláva v krajine procesy a javy, ktoré značne narušujú geoeologickú rovnováhu v krajine, resp. prejavujú sa zmenami v krajine.

Sú to:

1. Strata časti transportovaného média - vody do podzemia a jej nenávratnosť do cirkulačného systému. Strata vody do podlažia odkališťa je dôsledok pomerne intenzívneho skrasovatenia vápencov, čiastočne i dolomitov v minulosti.

2. Zamokrenie pôdy na poriečnej nive Nitry, vznik močiarov (v okolí kostola v Chalmovej) a vyplnenie antropogénnych depresných foriem vodou (pôvodne suchý rybník v parku Chalmová). Rieka sa v tejto časti zarezáva 2,5 až 3 m do poriečnej nivy. Rieka je dnes už regulovaná. Fluviálne sedimenty poriečnej nivy majú takéto zloženie: Do hĺbky 0,20 m humusové, hnedočierné pôdy, 0,20-2 m svetlohnedé, fluviálne piesčité hliny, 2 m-2,60 m prevažne dobre opracované štrky z vulkanitov veľkosti v priemere 5-10 cm a menej.

Po uvedení odkališťa do prevádzky technická voda presakovala do podzemia a prenikla do nánosov poriečnej nivy Nitry. Zvýšila sa úroveň voľnej hladiny podzemných vôd. Vzniklo rozsiahle močarisko východne od kopca s kostolom rozlohy ca 70x50 m. V parku bol vodou naplnený suchý rybník a zamokrené plytké depresie. Vody z odkališťa prenikali do podzemia dvoma spôsobmi. Zlomom SZ-JV smeru, ktorý tvorí os Chalmovskej doliny





Obr. 2. Prepadová krasová jama Chalmová (foto: Jakál).

a odčleňuje od masívu samostatný kopcovitý vrch, na ktorom stojí kostol, a predpokladaným zlomom V-Z smeru, na ktorý sa viažu strmé svahy lemujúce Chalmovský záliv zo severu. Najzaujímavejší je už spomínaný zlom S-J smeru, na ktorý sa viažu pravdepodobne i podzemné kaverny freatického priestoru. Územie bolo následne odvodnené systémom kanálov do rieky Nítry a tak sa vysušilo.

### 3. Prepadová krasová jama Chalmová.

Začiatkom roku 1991 došlo k náhlemu prepadnutiu asfaltovej cesty a okrajovej časti prilahlého parku. Vznikla mierne elipsovité depresia 12 m dlhá, 10 m široká a 3,6 m hlboká. Depresia sa vytvorila na povrchu poriečnej nivy rieky Nítry. Koryto rieky je v tejto časti zahĺbené 2,5 m pod úroveň povrchu nivy, čo znamená, že dno depresie siahalo pod úroveň koryta rieky. Vznikla forma, ktorú môžeme označiť za prepadovú krasovú jamu. Pre vznik prepadových krasových jám je typický náhly kolaps na povrchu reliéfu a vznik prepadliska. Centrum prepadu, za ktorý označujem najhlbší bod dna depresie, leží 2 m západne od cesty v parku. Dňa 1.3.1991 bola už depresia zavezená andezitovou drťou. Hladina vody siahala po okraj depresie. Dňa 30.4.1991 sme pozorovali vznik depresie lievikovitého tvaru už na andezitovom materiáli priemeru 2,5 m, ktorý bol 60 cm hlboký v severnej časti depresie. Jej vznik bol podmienený sadaním materiálu. Depresia, ako aj okolitý povrch poriečnej nivy s močaristými plochami boli stále vyplnené (obr. 2).

### *Geomorfologická pozícia prepadu*

Prepadová krasová jama leží vo výške 218 m n.m. a je vhlbená do fluviálnych sedimentov rieky Nitry tvoriacich poriečnu nivu. Piesčitohlinitý a štrkový materiál je vrchnopleistocénneho a holocénneho veku. Jeho mocnosť podľa vrto dosahuje hrúbku 8-10 m. Akumulovaný sediment leží na eróznom podloží, ktorým sú zrezané dolomity, dolomitické piesky a vápence. Do hĺbky ca 2,5 až 3 m sú piesčitohlinité sedimenty, pod nimi fluviálne štrky. Voľná hladina podzemnej vody v tejto oblasti sa pohybuje v hĺbke 2 m.

Predpokladáme, že prepad vznikol v kritickej zóne na križovatke zlomu S-J, ktorá ohraničuje Strážovské vrchy oproti Hornonitrianskej kotline a zlomu Z-V smeru ohraničujúceho Chalmovský záliv na severe.

Kolaps vznikol potom, čo sa začalo s plavením popola do odkališťa v Chalmovskej doline. Priesaky vody do aluviálnej nivy zvýšili hladinu podzemných vôd (príklady sme už uviedli). Tým nastúpili zmeny v hydromechanickom systéme podzemných vôd nachádzajúcich sa v skrasovatelom karbonatickom prostredí, ktoré leží 8-10 m pod povrchom terénu poriečnej nivy.

### *Teoretické predpoklady vzniku prepادلiska*

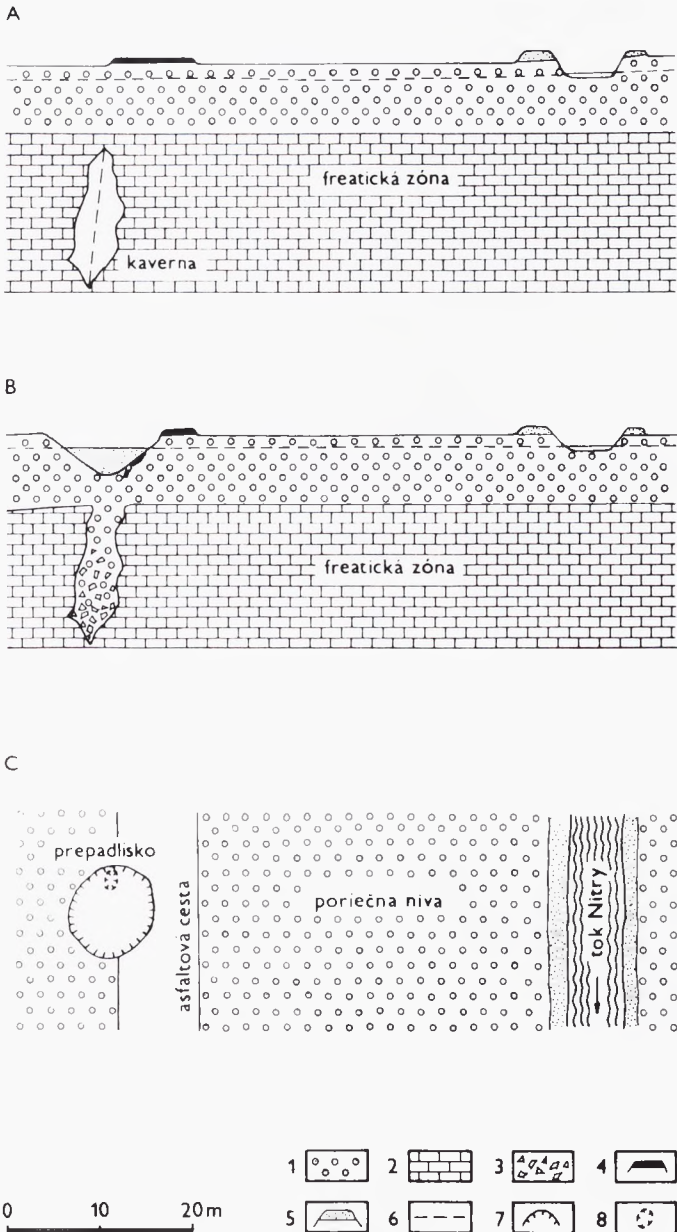
Proces krasovatenia a rozširovania puklín vo freatickom priestore (priestore stále zaplavenom vodou) je podmienený procesom zmiešanej korózie (Bögli 1978). V silne tektonicky porušenom vápenci dochádza k tvorbe jaskynných dutín a na križovatkách puklín až jaskýň priepast'ovitého charakteru už vo freatickom priestore. Tintilozov (1976) poukazuje na značný vplyv hydrostatických a hydrodynamických tlakov v tomto priestore. Sila erózie a korózie závisí od tlaku vody, odolnosti horniny a reliéfu prostredia. Tlak stojatých vôd dosahuje niekoľko desiatok až stovky atmosfér. Pri dosiahnutí tlaku, ktorý prekročí kritické hodnoty, je možný pohyb horniny. Pohyb hornín je tým väčší, čím silnejšia je puklinatosť a rozdrobenosť hornín. Voda tlačí odhora dolu, ako aj odola hore, do stropných častí dutín, a to najmä v uzavretom puklinovom systéme.

Prepadlisko v Chalmovej spĺňa uvedené predpoklady. Vo freatickom priestore vznikli na križovatkách puklín kaverny komínovitého tvaru. Stropná časť, oddeľujúca kavernu od pokryvných sedimentov, bola pomerne tenká a narušená. Zmena hydrodynamických tlakov v dôsledku zvýšenia hladiny podzemných vôd viedla k zvýšeniu tlaku vody a to i do stropu kaverny. Akceleračným činiteľom náhleho prepadu boli otrasy vyvolané nákladnou automobilovou dopravou. Pôsobením tlakovej erózie do stropných častí priepast'ovitých kavern vyvolali náhle prepady v oblasti obce Valaskej r. 1968 (Kubíny 1974). Ide tu o určitú analógiu procesov, aj keď v našom prípade vznikli dutiny už vo freatickej zóne, tak vo Valaskej, ako aj na hranici freatickej a vadóznej zóny.

#### 4. Vyplavovanie dolomitických pieskov.

Vyplavovanie dolomitických pieskov, ku ktorému došlo pri hĺbení šachty na úpätí hrádze, signalizuje výskyt tejto málo odolnej horniny v podloží priehrady. Vyplavením pieskov mohla vzniknúť podzemná dutina, ktorej objem sa rovná objemu vyplavených pieskov. Vznik dutiny vedie k turbulentnému pohybu vody a permanentnému rozširovaniu kaverny pri plavení popola. Druhým predpokladom je proces sufózie, mechanického





Obr. 3. Geomorfologická pozícia prepadovej krasovej jamy Chalmová. A - Profil pred kolapsom, B - Profil po kolapse, C - Geomorfologická mapka.

Legenda: 1 - fluvialný piesčito-hlinitý a štrkový sediment (kvartér), 2 - karbonatické komplexy (vápence, dolomity) mezozoika, 3 - stropný, prepadnutý suťovo-blokový materiál na dne kaverny, 4 - asfaltová cesta, 5 - ochranný poriečny val, 6 - hladina podzemných vôd, 7 - prepadová krasová jama, 8 - poklesová depresia v násypovom materiáli.

vyplavovania jemných častíc hornín, ktorý môže viesť ku vzniku deformácií na povrchu reliéfu.

## PROGNÓZA VÝVOJA PROCESOV V KRAJINE

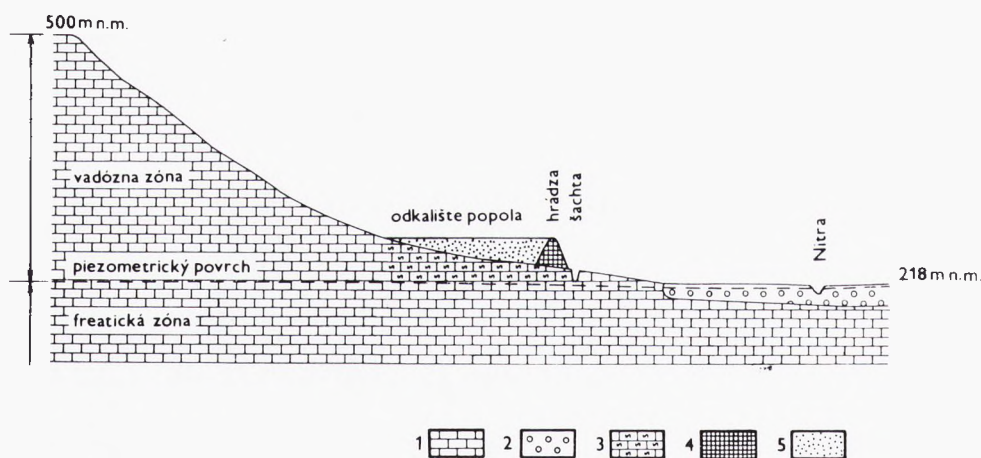
Z predchádzajúcej analýzy javov a procesov a ich zmien môžeme vyvodit' niektoré závery, ktoré naznačujú možný vývoj procesov v krajine (obr. 4).

1. Voda, ktorá je privádzaná do odkališťa a stráca sa v podzemí, vedie k urýchleniu procesov rozpúšťania vápencov v podzemí a rozširovaniu puklín. Čím väčšia je strata vody, tým vyššia je intenzita tohto procesu. Porovnaním množstva vody zo zrážok infiltrovaných do podzemia s množstvom vody do oblasti privedenej s popolom a infiltrovanej do podzemia môže ukázať nárast prepúšťacieho procesu.

Postupným rozširovaním puklín dochádza k turbulentnému pohybu vody. Ku koróznemu procesu rozširovania môže pristúpiť i erózný proces. Ako sme už uviedli, pri šírke puklín 5 mm dochádza k turbulentnému pohybu vody.

SZ

JV



Obr. 4. Pozdĺžny profil dolinou Chalmová a odkalištom popola. 1 - karbonatické komplexy mezozoika, 2 - fluviálne sedimenty poriečnej nivy, 3 - hominové prostredie s urýchlenou koróziou a eróziou, 4 - hrádza, 5 - popol.

2. Novovybudovaná 40 m hlboká šachta na úpätí hrádzy vyhlbená na dne doliny do hominového prostredia dolomitov a vápencov zachytáva vody, ktoré už boli infiltrované do tohto prostredia. Prečerpávanie tejto vody do cirkulačného systému urýchľuje pohyb vody v podzemí, a tým korózný, ako aj erózný proces. Nie je možné vylúčiť priesak časti technickej vody do puklín, ktoré mŕňajú záchytný priestor šachty. V krase to nie je nič neobvyklé.

a) Pozitívne sa funkčnosť šachty môže prejavovať i znížením rizík zaplavovania poľnohospodárskej pôdy a znížením rizika vzniku kolapsov na poriečnej nive. Môže sa znížiť prienik vody do hlbinných vôd, čo by prispelo k ochrane termálnych vôd.

b) Vybudovanie šachty sa negatívne prejaví v prebiehajúcich procesoch vo vadóznej zóne horninového prostredia pod dnom odkališťa. Prečerpávanie vody zo šachty urýchľuje cirkuláciou krasových vôd, a tým aj procesy rozširovania puklín. Zvyšuje sa riziko vyplavovania dolomitických pieskov, po ktorých zostáva v podloží dutý priestor. Ohrozuje to stabilitu pod dnom odkališťa, ako aj pod vlastnou čelnou hrádzou. Nie je možné celkom vylúčiť priesak vody z odkališťa do hlbinných podzemných vôd puklinami (ktoré mŕňajú zbernú oblasť šachty), ktoré zasobujú žriedelnú štruktúru termálnych vôd na línii M. Bielice, Chalmová, Bojnice a ich znečistenie.

## ZÁVER

Geokologický systém krajiny danej oblasti je už silne narušený a zmeny vznikli hlavne v neživej zložke prírodných prvkov - vode, pôde a reliéfe. Následne sa prejavili aj v biozložke, a to najmä podmäčcaním vzácnych stromov v parku Chalmová. Zabrániť ďalším zmenám v krajine je možné len prísny m monitorovaním procesov a následnými technickými opatreniami. Aby sa zabránilo katastrofickej situácii, je bezpodmienečne potrebné sledovanie rovnováhy medzi vstupom technickej vody a jej návratom do cirkulačného systému, ako aj vyhodnocovaniu bilancie prítokových a odtokových vôd. Čím väčšia je strata vody, tým väčší je predpoklad rizík v oblasti stability hrádzy a znečistenia termálnych vôd. Ďalej je potrebné monitorovať pohyb podzemnej vody v poriečnej nive a kolísanie voľnej hladiny podzemnej vody. Na zistenie rýchlosti korózie je potrebné sledovať agresivitu technickej vody v procesoch rozpúšťania vápencov. Tento proces treba porovnávať s procesom, ktorý vyvolávajú prírodné vody zo zrážok. Ide najmä o sledovanie agresívneho CO<sub>2</sub>. V neposlednom rade závažným signálom by bolo opätovné vyplavovanie dolomitických pieskov z podložia priehrady. Geofyzikálnymi metódami treba zmapovať súčasný stav výskytu kavern v podloží a opakovaným meraním overovať ich rast, prípadne sledovať turbulentný pohyb vody v podloží.

## LITERATÚRA

- BÖGLI, A. (1978). *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Berlin (Springer-Verlag).
- DRDOŠ, J., JAKÁL, J. (1992). Das Becken der oberen Neutra (Horná Nitra). *Österreichische Osthefte*, 34, 430-449.
- JAKÁL, J. (1991). Natural Resources of a Karst Landscape and Possibilities of their Utilization. *Slovenský kras*, 29, 3-29.
- JAKÁL, J. (1993). *Geomorfológia krasu Slovenska, mapa 1:500 000*. Geografický ústav SAV, Bratislava.
- KUBÍNÝ, D. (1974). Správa o geologických a speleologických pomeroch prepadového územia vo Valaskej pri Brezne. *Slovenský kras*, 12, 135-156.
- KULLMAN, E. (1990). *Krasovo-puklinové vody*. Bratislava (GÚDŠ).
- LUKNIŠ, M. (1968). Vývoj a členenie povrchu povodia Hornej Nitry. *Horná Nitra - vlastivedný zborník*, 4, 249-283.
- SMOLKA, J. (1980). *Chalmová - definitívne odkalište*. Predbežný inžiniersko-geologický prieskum, Geofond, Bratislava.



- STOLEČNAN, J., SMOLKA, J., PIRMAN, I., RUSNAK, M., VRÁBĚOVÁ, M. (1982). *Chalmová - odložisko, priehrada a zátopné územie*. Podrobný inžiniersko-geologický prieskum, Geofond, Bratislava.
- TINTILOZOV, Z.K. (1976). *Karstovye peščery Gruzii*. Tbilisi (Mecniereva).

Jozef J a k á l

## EFFECT OF SLUDGE BEDS ON THE LANDSCAPE IN THE REGION OF CHALMOVÁ IN UPPER NITRA

One of the serious environmental problems of Upper Nitra is the localization of sludge beds of ashes from the thermal power station Nováky. Two preceding sludge beds unfavourably influenced the landscape and the population of the attacked region, and a new sludge bed brought in operation in 1990 in the valley near Chalmová provoked a change in the course of the processes in the landscape. Water transporting the ashes through the pipes to the sludge bed is partially disappearing in the karstified rock environment under the bottom and the slopes of the sludge beds.

The massif of the Drieňov mountain in the valley where the sludge bed is situated is built by the Triassic rocks, mainly light dolomites, dolomitic sands and dark gray limestones. Limestones are karstified, dolomitic sands are very permeable and little resistant. The massif of Drieňov is delimited in relation to the Upper Nitra Basin by a pronounced fault of N-S strike with thermal springs linked to the line M. Bielice - Chalmová - Bojnice.

Dry valley of Chalmová is embedded into the pre-Quaternary karst depression, partially preserved in the form of flat ridges covered by terra rossa. Hence it is a comparably well karstified territory, interwoven by the network of karst hollows and unsuitable for the localization of sludge beds.

Waters leaking from the sludge bed into the underground changed the regime of ground waters in the proper karst, as well as in the neighbouring river alluvial plain of the river Nitra. In the vicinity of the sludge bed, in the alluvial plain, new swamps appeared, small, originally dry lake has filled with water and a collapse on the surface of alluvial plain, collapse of a part of the road and the contiguous park occurred. Thus a collapse doline originated. It is the consequence of the rise of the ground water table, provocation of the hydrodynamic pressures into the ceiling parts of the caverns lying in the phreatic zone. The process of collapse was accelerated by the freight traffic on asphaltic road.

The original relations existing in the studied region between the properties of the rock and relief, waters and soils, and consequently also in bio-component, have been disturbed.

Fig. 1. Geomorphological map of the surroundings of Chalmová.

Explanatory notes:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Structural tectonic forms                   | 4.1 Alluvial plain                                 |
| 1.1 Structural degrees                         | 4.2 The Upper Pleistocene alluvial cones           |
| 1.2 Fault slopes                               | 4.3 The Holocene alluvial cones                    |
| 1.3 Monadnocks                                 | 4.4 Slope deluvia                                  |
| 2. Karstic and fluviokarstic forms             | 5. Anthropogenic forms                             |
| 2.1 Fluviokarstic relief of massive ridges     | 5.1 Big scale quarries                             |
| 2.2 Fluviokarstic through-type valleys         | 5.2 Abandoned quarries                             |
| 2.3 Residues of the bottom of karst depression | 5.3 Protective dike                                |
| 2.4 Border of karstic depression               | 5.4 Dam of the ash sludge bed                      |
| 2.5 Karrens                                    | 5.5 Ash sludge bed                                 |
| 3. Denudational-erosional forms                | 6. Waters  |
| 3.1 River valleys with steady stream           | 6.1 Karstic springs                                |
| 3.2 Slope valleys of temporary streams         | 6.2 Swamps   |
| 3.3 Dale                                       | 7. New forms                                       |
| 3.4 Periglacial valleys                        | 7.1 Karst collapse doline                          |
| 3.5 Dry slope valleys                          | 7.2 Swamps   |
| 3.6 The Holocene valley cuttings and gullies   | 7.3 Artificial lake subsequently filled with water |
| 3.7 Rests of dead river branches               |  |
| 4. Erosional-accumulation forms                |  |

Fig. 2. Karstic collapse doline Chalmová, photo Jakál,

Fig.3. Geomorphological position of the karstic doline Chalmová,

A. Profile before the collapse,

B. Profile after the collapse,

C. Geomorphological map,

Legend: 1. Fluvial sandy-clayey and gravel sediment (the Quaternary),

2. Carbonate complexes (limestones, dolomites) of the Mesozoic,

3. Collapsed ceiling block-debris material on the bottom of the cavern,

4. Asphaltic road,

5. Protective diagonal mound,

6. Table of the ground waters,

7. Karstic collapse doline,

8. Sinking (subsiding) depression in the deposited material.

Fig. 4. Longitudinal profile of the Chalmová valley and ash sludge bed.

1. Carbonate complexes of the Mesozoic, 2. Fluvial segments of alluvial plain, 3. Rock environment with accelerated corrosion and erosion, 4. Dam, 5. Ash.

Translated by H. C o n t r e r a s o v á