



# 45



## 9. MEDZINÁRODNÁ BANÍCKA KONFERENCIA 9th INTERNATIONAL MINING CONFERENCE

### NOVÉ POZNATKY O LOŽISKU SADROVCA A ANHYDRITU MARKUŠOVCE - ŠAFÁRKA

### NEW INFORMATION OF THE MARKUŠOVCE - ŠAFÁRKA GYPSUM AND ANHYDRITE DEPOSIT (EASTERN SLOVAKIA)

*Marián Jančura<sup>1</sup>, Tibor Sasvári<sup>2</sup>*

**Abstract:** Results of new geological researches on the evaporite deposit Šafárka (Eastern Slovakia) enable a substantial re-evaluation of its economical significance. Within the deposit, gypsum and anhydrite form regular and qualitatively distinguishable technological subtypes of raw material that fulfil with different industrial requirements.

#### 1. Úvod

Ložisko Markušovce - Šafárka je súčasťou spišského ložiskového pruhu anhydritu a sadrovca a v súčasnosti je známe pod názvom Spišská Nová Ves - Nová štôlna (Michalko, 1994).

Ložisko bolo známe už od čias jeho overenia dedičnou Novou štôľňou v tridsiatych rokoch nášho storočia, ako aj na základe viacerých neskorších geologickoprieskumných prác. Najnovšie údaje o ložisku sa získali v rámci úlohy „Šafárka-vyhľadávanie a zhodnotenie povrchovo ťažiteľného sadrovca, etapa VP“ (Jančura et al., 1997).

#### 2. Poloha, pozícia a tvar ložiska

Ložisko Markušovce - Šafárka sa nachádza južne od Spišskej Novej Vsi a severne od Hnilčika, v priestore medzi Zadnou dolinou, Rysovcom, Novou Štôľňou a horským chrbátom Grétla - Trubačovec. Je súčasťou severogemerického súvrstvia evaporitov. Ložisko je vyvinuté v identickom stratigrafickom obzore sedimentárnych síranov, aké sa nachádzajú v anhydritovo - sádrovcovom ložisku Novoveská Huta.

Ložisko Markušovce - Šafárka je ohraničené systémami zlomov, ktoré sú príčinou charakteristickej blokovej stavby tejto oblasti. Južný okraj ložiska je tvorený muránskym, resp. grételským (Daniel et al., 1985) zlomom V-Z smeru, ktorý má charakter šikmého násunu. Od západu je ložisko ohraničené systémom šikmých poklesov SSZ - JJV smeru pozdĺž horského chrbátu Žompy. Východné ohraničenie je tvorené systémom poklesov v línii od Tepličky po Bindt.

<sup>1</sup> Ing. Marián Jančura, CSc., ŽELBA, š.p., Štefánikovo nám. č. 4, 052 54 Spišská Nová Ves. Tel.:00421/0965-421251-2. Fax: 424122

<sup>2</sup> Doc.Ing. Tibor Sasvári, CSc., Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG TU Košice, Park Komenského 15, 043 84 Košice. Tel.: 00421/095-6332721, 00421/095-6322460-73, kl. 37. Fax:00421/6336618. E-mail: sasvari@ccsun.tuke.sk

Tvar ložiska je v plnej miere podriadený priestorovej distribúcii vyššie uvedenej zlomovej tektoniky. Vďaka nej je možné v priestore Zadnej doliny vyčleniť blok povrchovo ťažiteľných zásob, vyzdvihnutý do úrovne 15-20 m pod povrchom.

### 3. Litostratigrafická charakteristika obzoru evaporitov

Obzor evaporitov je viazaný na najvyššie sekvencie novoveského súvrstvia (Novotný et al., 1987) krompašskej skupiny (Bajaník et al., 1981). Vrchná hranica evaporitového obzoru voči horninám spodného triasu nie je presne stanovená pre odlišné predstavy o úlohe zlepcov, vyskytujúcich sa nad bridlicami s evaporitmi v širšom okolí Novoveskej Huty.

Novoveské súvrstvie je datované na základe spoločenstva spóroform (Planderová in Václav et al., 1980) ako vrchnopermské. Izotopová analýza síry z evaporitových obzorov sa najviac približuje k vrchnopermskému až spodnotriasovému veku (Kantor, 1982).

Novoveské súvrstvie obsahuje sedimenty s výrazným zmenšovaním veľkosti zrna od podložia k nadložiu (Vozárová et al., 1988). Novotný et al. (1987) členia súvrstvie na vrstvy strážanské a bielovodské. Strážanské vrstvy začínajú polymiktnými zlepcami s postupným prechodom do pieskovcov, bridlíc a aleuritov smerom

do nadložia. Osobitne je vyčleňovaný tzv. vojtechovský obzor, ktorý je nositeľom Cu a U mineralizácie. Smerom do nadložia sú strážanské vrstvy vystriedané evaporitovou litofáciou bielovodských vrstiev, ktoré sú charakteristické výskytom chemogénnych sedimentov sadrovca, anhydritu, lokálne aj halitu a sylvínu (Maheľ et al., 1973) a úlomkovitými sprievodnými horninami ilovcov, prachovcov. Súčasťou evaporitovej litofácie sú aj polohy intraformačných brekcií s valunami, tvorenými sedimentárnym materiálom, prípadne dolomitom (Karoli, 1992; Turanová et al., 1993; Michalko, 1994). Smerom do nadložia prechádzajú evapority do pórovitých žltých masivných karbonátov (označovaných ako rauvaky), obsahujúcich závalky zelených alebo červených ílovitých hornín a sivých dolomitov (obr.1).

Na základe priestorovej spätosti medzi výskytom evaporitov a bunkovitých karbonátov sa predpokladá aj ich genetická spätosť (Maheľ et al., 1956). Prechod bunkovitých karbonátov do nadložných slienito - vápnitých fylitov je postupný. V sedimentoch novoveského súvrstvia je dobre vyvinutá vrstevnatosť s rovnomernou hrúbkou vrstiev, najmä v evaporitovej litofácii. Sedimentácia je charakteristická vývinom malých cyklov v rozpätí od 1 do 10 m a mezocyklov v rozpätí od 10 do 50 m a viac (Vozárová et al., 1988).

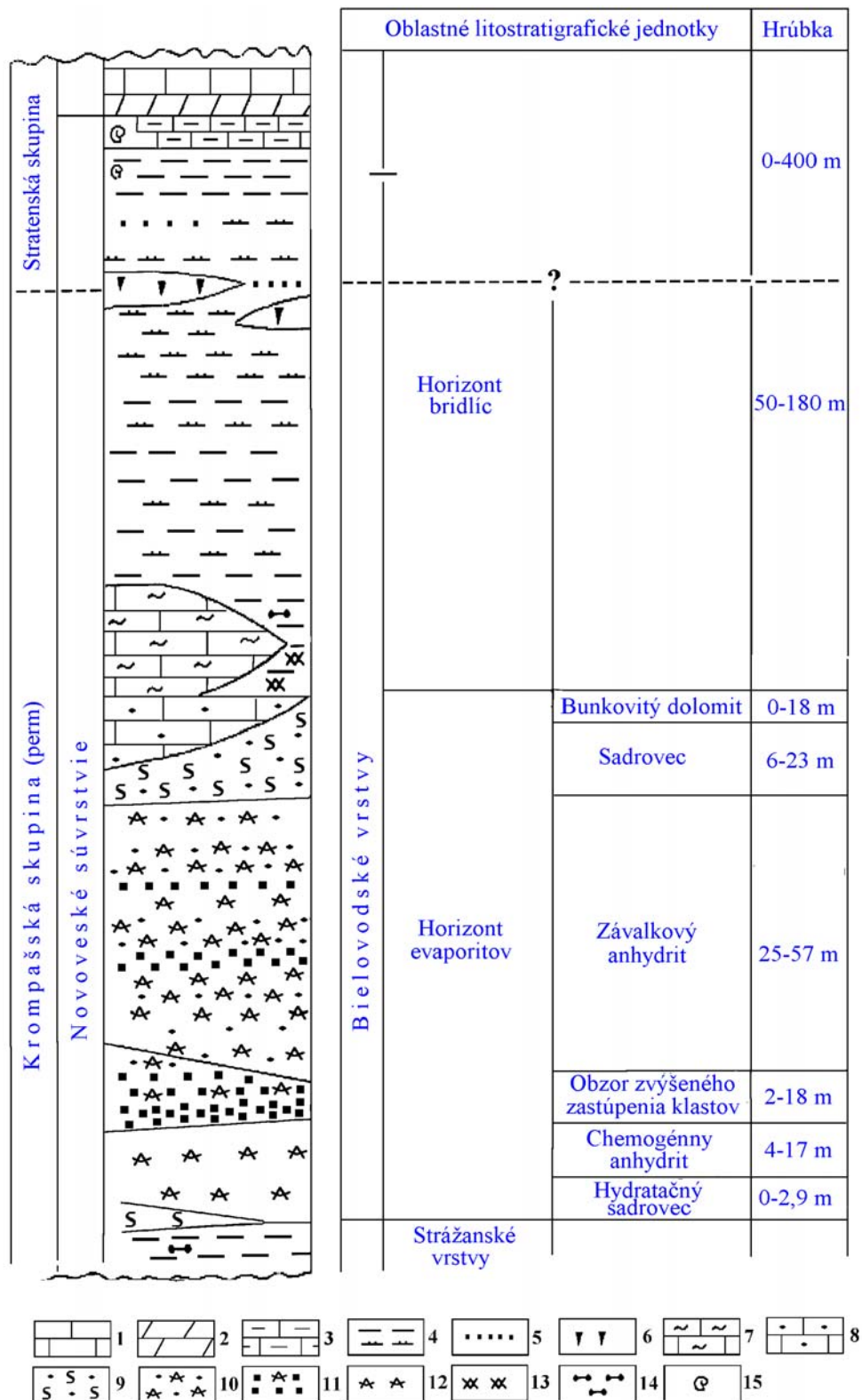
Súvrstvie patriace do spodného triasu v oblasti ložiska vystupuje najmä v jej severnej časti v podobe erozívnych reliktov. Najspodnejšími členmi sú rytmicky sa striedajúce vrstvy fialových, zelených a sivých bridlíc, piesčitých bridlíc a pieskovcov (seis). Smerom do nadložia sa mení fácia s nástupom slieňov, slienitých vápencov a bridlíc sivej až sivozelenej farby (kampil). Vyššiu časť súvrstvia verfénu budujú doskovité vápence kampilu (Biely et al. in Fusán et al., 1967). Spodnotriasové súvrstvie tvorí podložie erozívnych krých strednotriasových karbonátov, budujúcich vrcholky výraznejších kopcov (Okrúhlovec a iné). Karbonáty sú reprezentované podložnými tmavými dolomitmi a vápencami anisu a svetlými vápencami anis-ladinu (Novotný et al., 1985).

Obzor evaporitov časti ložiska Markušovce - Šafárka bol najnovšie petrograficky charakterizovaný (Faryad in Jančura et al., 1997) vo vrte Ša-1 (hlbka 126 m) v Zadnej doline. Sadrovec a anhydrit sa vyskytujú v podobe súvrstvia s kvantitatívne variabilnou prímесou klastov, ktoré sú zastúpené pelitickými bridlicami bez, alebo s obsahom organickej hmoty, dolomitom, kremeňom a pieskovcom. Klasty majú z pohľadu opracovanosti rôzny tvar, veľkosť a sú nepravidelne rozmiestnené. Prevládajú úlomky o veľkosti do 1 cm, ale môžu dosiahnuť až 5 cm. V evaporitoch sa neoverili významnejšie koncentrácie NaCl, príp. KCl, a nebol ani zistený dolomit vo forme celistvej polohy. Pozorované boli uzatvoreniny anhydritu a magnezitu navzájom, čo poukazuje na vznik časti anhydritu z dolomitu chemickou premenou. Magnezit, ktorý uzatvára anhydrit v sadrovci, ukazuje na to, že sadrovec vznikol gypsifikáciou anhydritu v zónach nadložia a podložia evaporitov. Kryštály anhydritu sú pomerne čisté, bez prímесí ostatných komponentov, čo môže svedčiť o ich rekryštalizácii zo sedimentárneho anhydritu v procese diagenézy.

O podmienkach sedimentácie svedčia zachované sedimentárne štruktúry, charakter klastov, známky gradačného zvrstvenia a náznaky erozívnych plôch na podloží jednotlivých rytmov sedimentácie. Sedimentácia evaporitov s veľkou pravdepodobnosťou prebiehala v podmienkach plytkého, tektonicky aktívneho okraja bazéna so striedaním periód tektonického nepokoja a stabilizovaných sedimentačných podmienok. Produktom pokojnejšieho vývoja sú pripodložné anhydrity a vývoja počas čiastkových tektonických pohybov sú tzv. závalkové anhydrity, prípadne anhydritické zlepenca a brekcie s anhydritovou matrix (Karoli, 1993).

Z porovnaní stratigrafických polôh a mineralogického zloženia súvrstvia evaporitov medzi jednotlivými prieskumnými dielami vyplýva, že závalkovitý typ evaporitového súvrstvia má najväčšie hrúbky v oblasti Zadnej doliny. Dajú sa tu pozorovať viac ako trikrát sa opakujúce rytmy gradačného zvrstvenia s mohutnejšou bazálnou vrstvou, s prevahou klastickej zložky v nadloží chemogénneho anhydritu. Severným a západným smerom sa závalkový obzor redukuje. Vo vrte GR-5 tvoria evapority kompaktnú vrstvu anhydritu s obsahom sad-

rovca, bez makroskopicky pozorovateľných klastických prímiesí. Horniny v nadloží obsahujú lokálne sadrovec v podobe remobilizovaných foriem, ako sú žilky, zhluky a lemy.



Obr. 1. Schématická litostratigrafická kolónka evaporitového obzoru na ložisku Markušovce - Šafárka. 1-vápence, 2-dolomity, 3-slienité vápence, 4-bridlice, aleurolity, 5-pieskovce, 6-kremeňové pieskovce, 7-slienité vápence, bridlice, 8-bunkovité dolomity (rauvalky), 9-sadrovec s klastickou prímiesou, 10-anhydrit s klastickou prímiesou, 10-obzory so zvýšeným zastúpením klastov tmelených anhydritom, 12-anhydrit, 13-remobilizované formy sadrovca (žilky), 14-dolomitové konkrécie, 15-výskyt fosílií.

Odišná je charakteristika evaporitov v jedinom overenom výskyte v Markušovskej doline na lokalite Slivníky (vrt 229), na východ od prieskumného územia, kde pod vrstvou nadložných, sadrovcov „prestúpe- ných“ bridlíc začína vývoj v hĺbke 232,1-244,2 m kompaktným anhydritom so slabou hydratovanou zónou pri nadloží. V hĺbke 244,2-268,1 m je vyvinutý anhydrit s preplastkami ílovitých bridlíc. V intervale 268,1- 276,0 m obsahuje anhydrit úlomky nazelenalých bridlíc. V hĺbke 276,0-279,7 m sú zastúpené kompaktné anhy- drity.

Porovnanie charakteristík evaporitov medzi ložiskom Markušovce - Šafárka a vzdialenejšími ložiskami v oblasti Novoveskej Huty, Bielych Vôd, Poráčskej doliny, územia na sever od Rudnianska a Smižian, svedčí o faciálnom vývoji, ktorý vznikol v odlišných podmienkach sedimentácie.

#### **4. Distribúcia minerálov evaporitov**

Súvrstvie evaporitov v oblasti Nová štôlna - Šafárka - Zadná dolina je možné charakterizovať od bázy k nadložiu nasledovne:

- a) Chemogénna vrstva anhydritu, lokálne hydratovaná na sadrovec, pri podloží súvrstvia evaporitov. Prítomná prímes je zastúpená prevažne dolomitom, nepravidelne impregnovaným v anhydrite. Styk medzi anhydritom a dolomitom je pozvoľný, anhydritové zrnká na okraji obsahujú jemné inklúzie dolomitu.
- b) Stredná vrstva závalkových anhydritov, reprezentovaná zlepecovo - brekciovými, gradačne a rytmicky zvrstvenými evaporitmi, začína spodným obzorom s prevažujúcim podielom klastov hornín nad anhydritovým tmelom. Prechod medzi chemogénnou vrstvou a vrstvou anhydritu s prevažujúcim podielom klastov je ostrý, svedčiaci o náhlej zmene podmienok sedimentácie. Zlepence majú rôznu zrnitosť, najväčšie valúny však nepresahujú veľkosť 5 cm a majú rôznu stupeň opracovania. Medzi litotypmi prevažujú dokonalejšie opracované úlomky pelitických bridlíc a menej opracované karbonáty, zastúpené najmä dolomitom. Vo vrchnejších častiach profilu sa občas vyskytuje aj kremeň. Anhydritová matrix je tvorená zrnkami anhy- dritu, ktoré vytvárajú mramorovitú štruktúru. Javy diagenézy sú zastúpené vznikom sekundárnych foriem an- hydritu vo forme žiliek, zhlukov a porfyroblastov, remobilizátov kremeňa vo forme žiliek a hexagonálnych blastov a magnezitu (Faryad in Jančura et al., 1997).  
Vo vrstve závalkových anhydritov sa nepozorovali zreteľné prejavy redepozície v podobe chaotických štruktúr a nepravidelnej vrstevnatosti. Vo vrtoch Ša-1, Ša-2 a Ša-3 sú zachované primárne vrstevnaté štruk- túry bez znakov diskordancie, a to aj na erózných (?) bázach jednotlivých cyklov sedimentácie, vyznačujú- cich sa gradačným zvrstvením. Zmeny v nameraných hodnotách vrstevnej bridličnatosti v jednom vrtnom profile sú plynulé a sú v súlade s plikativnými deformáciami súvrstvia evaporitov. Zvláštnym javom je pred- nostná orientácia valúnov.
- c) Vo vrchnej časti evaporitov je lokálne vyvinutý obzor sadrovcov. Sú analógom závalkového typu evaporitov s jemnozrnnými klastami hornín. Vyskytujú sa v podobe hydratovanej zóny rovnobežne s muránskym (gré- telskym) zlomom. Siahajú od Zadnej doliny až po Novú štôlnu a ďalej na západ.
- d) Sedimentáciu súvrstvia evaporitov ukončuje nepravidelne vyvinutá vrstva bunkovitých dolomitov, ktoré považujeme za súčasť sedimentárneho vývoja bielovodských vrstiev. Tento obzor takmer vždy leží v priamom nadloží evaporitov. Miestami, asi vplyvom tektonického vyvlečenia, sa nachádza tento obzor v samostatnej pozícii v prostredí nadložných bridlíc a pieskovcov (vrt Gr-4).

#### **5. Tektonické štruktúry, charakterizované na základe geofyzikálneho výskumu**

Geofyzikálny výskum v oblasti evaporitového ložiska Šafárka bol realizovaný desiatimi sv.-jz. profilmi (Komoň in Jančura et al., 1997). Bola spracovaná geofyzikálna mapa odporov hornín. Okrem povrchovej odporovej mapy sa spracovali tri hĺbkové horizontálne rezy v hĺbkach 10-15 m, 30-40 m a 80 m. Izolinie odporových charakteristík ukazujú na výrazné zóny rozdielnych odporov. Zóny charakterizované nízkymi odpormi ukazujú na silnú zavodenosť tektonických štruktúr a dajú sa porovnať s azimutmi na povrchu zistených dislokácií.

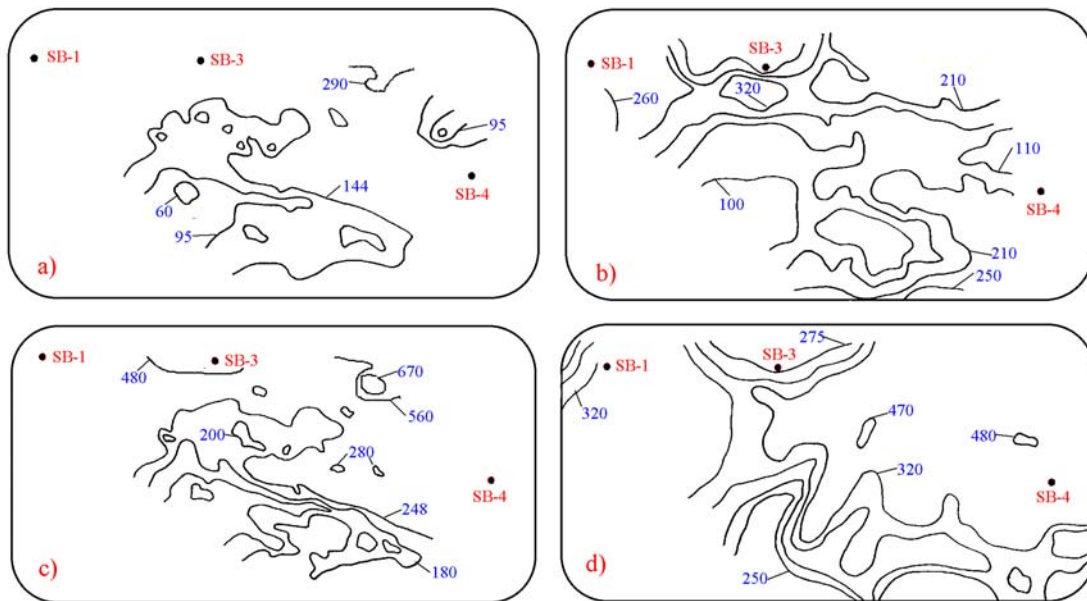
Pri mapovacích prácach v priestore ložiska Šafárka, boli na povrchu zistené aktívne pramene, močiare a rašeliniská. Ukazujú na povrchový východ zvodnených štruktúr. Spojením smerovo najčastejších geofyzikál- nych štruktúrnych zón odporu a zistených mimoložiskových dislokácií (Sasvári in Jančura et al., 1997) môžeme potvrdiť vzájomné prepojenie vyššie opísaných vodných zdrojov.

Geofyzikálne profily odporových meraní, spracované na základe horizontálnych geofyzikálnych rezov, ukazujú na významné subvertikálne zlomové štruktúry, ktoré koincidujú s hlavnými štruktúrami tektonických porúch.

#### **6. Model štruktúrnej stavby ložiskového územia Šafárka**

Vzájomné porovnanie geofyzikálnych meraní odporu horninového prostredia (obr.2a-d) na evapori- tovom ložisku Šafárka, tektonických štruktúr dislokačného charakteru severnej časti mimoložiskového územia, a reálnych zvodnených štruktúr, ktoré vystupujú na povrchu ložiskového územia (obr.2e) ukazujú, že:

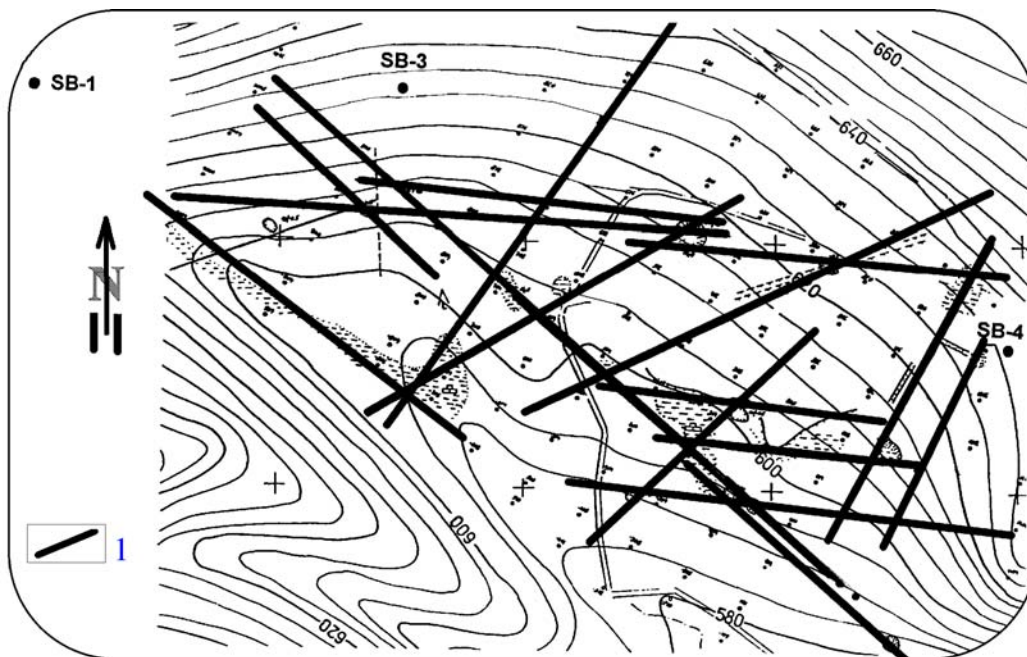
- Ložisko je porušené najmenej tromi systémami subvertikálnych dislokácií SZ-JV, SV-JZ a SZZ-JVV smeru. Azimutálny rozptyl týchto smerov je v rozsahu 10-25°. Dôvod azimutálneho rozptylu je možné hľadať vo vzájomnej rotácii jednotlivých ložiskových blokov.
- Ložisko je porušené najmenej jednou subhorizontálnou, prípadne mierne uklonenou tektonickou zónou v hĺbkovej úrovni pod 50 m. Zóna mylonitov je navŕtaná vrtom Ša-1 v hĺbke 49-50 m. Horizontálny geofyzikálny rez v hĺbke 80 m ukazuje na podstatne výraznejšie SSV-JJZ a SV-JZ zóny nízkeho odporu, pričom ostatné smery sú menej výrazné. Ukazuje to na dva subhorizontálne bloky, oddelené od seba mylonitovou zónou, vo vzdialenosti cca 50 hĺbkových metrov.
- Podstatnejšie porušenie ložiska, s výskytom hustejšie založených dislokačných štruktúr, je v južnej časti, v blízkosti muránskeho zlomu. Táto oblasť je zvodnená najvýraznejšie.
- Subhorizontálne a subvertikálne dislokácie spôsobujú vysoký stupeň rozblokovania ložiska, z čoho vyplýva vzájomná rotácia blokov, prípadne poklesávanie niektorých štruktúrnych blokov ložiska.



Obr. 2a-d. Ložisko Šafárka. Geofyzikálne mapy izolínií nízkych odporov. a-povrch (335-60 OHM\_M), b-hĺbka 10-15 m (576-100 OHM\_M), c-hĺbka 30-40 m (676-100 OHM\_M), d-hĺbka nad 80 m (487-250 OHM\_M). SB-1, SB-3, SB-4 sú vrty.

Model vyššie uvedenej štruktúrnej stavby ložiska vznikol pravdepodobne pri ľavostrannom strihu strižnej zóny muránskeho zlomu. Nekompetentné horninové fácie v oblasti anhydritového ložiska Šafárka nadobudli sigmoidálny priebeh foliácie. Kompetentnejšia poloha anhydritu v dôsledku vyšších hodnôt strižného napätia sa sformovala do asymetrickej megabudiny - strižnej šošovky, ktorá reprezentuje vlastné ložisko Šafárka.

Ľavostranná orientácia strihu ukazuje modelové podmienky jednoduchého strihu a vznik extenzných i kompresných štruktúr. Smery takýchto štruktúr sú v koincidencii s geofyzikálnymi štruktúrami s nízkymi odporami, s povrchovými prameňmi, krasovými závrtnami a zónami močarísk.



Obr. 2e. Ložisko Šafárka. Koincidencia geofyzikálnych štruktúr s nízkymi odpormi (1; na základe obr. 2a-d), s povrchovými prameňmi, krasovými závrťmi a zónami močarísk.

## 7. Záver

Nové geologicko - prieskumné práce na sadrovcovom a anhydritovom ložisku Markušovce - Šafárka umožnili prehodnotenie hospodárskeho významu ložiska. Sadrovec a anhydrit vytvárajú vo vnútri ložiska zákonnite distribuované a navzájom kvalitatívne odlišiteľné technologické podtypy suroviny, vyhovujúcej požiadavkám pre viaceré možnosti priemyselného využitia. Osobitne zaujímavým typom suroviny je povrchovo ťažiteľný sadrovec v lokalite Zadná dolina.

## Literatúra

- Daniel, J., Cicmanová, S., Géczyová, M., Gregorovič, J., Novotný, L., Šupala, L., Vojtáš, M. a Vojtáš, J. 1985: Záverečná správa a výpočet zásob. Úloha „Novoveská Huta III, VP, Cu ruda, stav k 31.8.1985“. *Manuskript - archív ŽELBA, š.p., Spišská Nová Ves.*
- Fusán, O. et al. 1967: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:50000 - list Spišská Nová Ves. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava.*
- Jančura, M., Michalko, P., Sasvári, T., Faryad, S.W., Jinda, P., Novotný, L., Fabián, M., Komoň, J., Jakubek, E. a Ujpal, Z. 1997: Záverečná správa a výpočet zásob ložiska Markušovce - Šafárka. Surovina: povrchovo ťažiteľný sadrovec, sadrovec, anhydrit. Stav k 1.3.1997, etapa VP. *Manuskript - archív Geofond Bratislava.*
- Kantor, J., et al. 1982: Genetická charakteristika evaporitov Západných Karpát podľa izotopov síry. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava.*
- Karoli, S. 1992: Sedimentačné prostredie evaporitov a možnosti jeho interpretácie pre niektoré evapority Západných Karpát. In: Kaličiak (red.), 1992: *Geologický výskum Vých. Slovenska, výsledky, perspektívy.* GÚDŠ, Bratislava, s. 79-90.
- Karoli, S. 1993: Faciálny vývoj a sedimentačné prostredie permotriasových evaporitov gemerika, silicika a meliatika. *Čiastková správa úlohy „Hlbinná stavba Slovenska a geodynamický vývoj Západných Karpát, Bratislava.*
- Mahel', M. a Biely, A. 1956: Genetická spätosť rauwackov a sadrovca v gemeridnom werfene. *Geologické práce SAV, Zprávy 6, Bratislava.*
- Mahel', M. a Vozár, J. 1973: Geologická a litologická charakteristika štrukt. vrtoz SM-1 a SM-2 (Smižany). *Región Západné Karpaty 1, GÚDŠ, Bratislava, s. 3-81.*
- Michalko, P., 1994: Výpočet zásob anhydritu na výhradnom ložisku „Spišská Nová Ves I - Nová štôlna“ (v zmysle vyhl. SGÚ č. 6/1992 Zb.). Stav k 1.6.1994. *Manuskript - archív ŽELBA, š.p., Spišská Nová Ves.*

- Novotný, L. a Mihál', F. 1987: Nové litostratigrafické jednotky krompašskej skupiny. *Mineralia Slovaca* 19, s. 97-114.
- Turanová, L. a Turan, J. 1993: Uhličitanová mineralizácia v permských horninách gemerika. *Mineralia Slovaca*, 25, s. 371-374.
- Václav, J. et al. 1980: Výsledky II. Etapy litogeochemického (metalometrického) výskumu v oblasti Košickej Belej. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava*.
- Vozárová, A. a Vozár, J. 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. *GÚDŠ, Bratislava*, s. 1-314.