

Ložisko ropy a plynu týnecko-cunínské elevace ve vídeňské pánvi

KAMIL BÍLEK

Naftový a plynárenský priemysel, koncern, GR, Votrubova 1, 896 42 Bratislava

(8 obr. v texte)

Doručené 18. 2. 1980

Месторождение нефти и газа в толщах оттангу и флиша тинецко-цунинской элевации

В моравской части венской впадины находятся аккумуляции углеводородов в нижнем миоцене и в флише палеогена на месторождении Тинец. Их добыча и буровые работы были закончены в 1964 г. Новые разведочные работы подтвердили, что флиш палеогена и нижний миоцен нарушают разломы северо-западного направления предбаденского возраста. Разломы моложе северо, северо-восточного направления относятся к баденскому и панонскому возрасту. Элевация почвенного палеогенного флиша и осадки оттангу возникли благодаря штаерскому орогенезу. Коллектором нефти являются пачки песков в оттангу, пески и трещины в песчаниках и конгломератах в элевации флиша. Газ накапливается в пачках песка верхнего оттанга. Ловушки нефти и газа экранированы разломами и литологически. Нефть из флиша лёгкая, парафиническая, из оттангу тяжёлая.

Geological structure of the Týnec — Cunín elevation

In the Moravian part of the Vienna basin, hydrocarbon accumulations have been discovered and exploited from Lower Miocene and flysch beds of Paleogene age at the Týnec deposit. Exploitation and drilling terminated in 1964. A new prospection campaign discovered faults of NW course cutting both Paleogene flysch beds and Lower Miocene. These faults originated during pre-Badenian time. Younger faulting of Badenian and Pannonian age occurred in NNE direction. An elevation of the underlying Paleogene flysch and of Ottnangian strata originated due to the Styrian folding. The main collectors to hydrocarbon accumulation are sand intercalations in the Ottnangian, sand layers and fissures confined to sandstone or conglomerate within elevated structure of the flysch beds. Gas accumulated in sandy intercalations of Upper Ottnangian age. Hydrocarbon traps are sealed by faults or lithologically. The oil trapped from flysch beds is a light and parafinic one whereas a heavy and naftenic oil occurs in Ottnangian beds.

Ve vídeňské pánvi byly objeveny a těženy akumulace uhlovodíků v souvrství spodního miocénu a magurského flyše ložisek Týnec a Cunín. Jejich těžba a

vrtní práce v prostoru ložisek byly v roce 1962—1964 z důvodů geologických, technických a ekonomických zastaveny. V dalších letech přinesl obnovený průzkum ložiska Cunín nové poznatky o geologické stavbě souvrství spodního miocénu, flyše a jejich produktivních obzorech, které podstatně mění názory na perspektivitu a těžbu ložiska Týnec. Tyto poznatky usnadnily řešení geologické stavby týneckého ložiska ropy a plynu. Získané geologické informace, nové podmínky ekonomické a pokrok ve vrtní technice a technologii umožnily obnovení vrtního průzkumu a průmyslové těžby uhlovodíků z produktivních obzorů spodního miocénu a z flyše týnecké elevace.

Geologická stavba týnecké elevace

Neogén týnecko-cunínské oblasti je součástí gbelsko-hodonínské hrástě ohraničené na Z zlomy lužickými, brodskými a na V zlomem gbelsko-hodonínským. Sedimenty neogénu s redukovanými mocnostmi otnangu, karpátu, bádenu, sarmatu a panonu leží na elevačním reliéfu magurského flyše. Starší (otnang až karpát) a mladší (báden až panon) stupně neogénu se uložily v rozdílných sedimentačních prostorech tektonicky podmíněných a proto se oba sedimentační cykly liší uložitelnými poměry a zlomovou tektonikou.

Strukturní stavba a stratigrafie panonu a sarmatu byla v průběhu války a po válce prozkoumána mělkými strukturními vrty (Kolesík 1948) a spolu s výsledky prvních seizmických měření byla podkladem k lokalizaci prvních průzkumných vrtů. Hlubinnými vrty byl provrtán celý neogén až do svrchních souvrství magurského flyše. Tímto průzkumem byla poznána stavba bádeny až panonu, avšak zlomová a vrstevní

stavba spodního miocénu, zastoupeného souvrstvím otnangu a spodního karpátu, zůstala nevyřešena. Teprve průzkumem cunínského ložiska byl poznán styl stavby souvrství spodního miocénu, resp. otnangu, karpátu a částečně i podložního flyše.

Litologie a stratigrafie

V profilu neogénu týnecké elevace jsou zastoupeny sedimenty otnangu, karpátu, bádenu a panonu. V podloží neogénu leží magurský flyš s bělokarpatskou a račanskou jednotkou.

Otnang

Souvrství spodního miocénu (dříve lužické vrstvy), stratigraficky zastupující stupně egenburg až otnang (Jiříček 1975), se uložilo v s. části pánve v mocnosti až 770 m v prostoru ložiska Lužice. Směrem na J se mocnost tohoto souvrství postupně zmenšuje ca na 650 m v mikulčické depresi. V prostoru týnecké elevace (250—400 m) i cunínského ložiska (120—240 m) je uložena svrchní část souvrství otnangu. U Gbel se mocnost souvrství otnangu redukuje ca na 50 m.

Postupná transgrese na morfologicky členitou elevační oblast flyše začíná bazálními slepenci. Jejich rozšíření je velmi nestálé. Klastickou část slepenců tvoří úlomky flyšových hornin. Slepence přecházejí do nadloží v hrubozrnné písků a štěrky, které jsou uloženy ve větších mocnostech spolu s přemístěnými jíly a písků v depresích a na svazích elevace (tzv. suťové slepence, Špička 1956). Ve vrcholech dílčích elevací jsou slepence rozšířeny nepravidelně a v malých mocnostech. Písčitéjší vývoj mají bazální vrstvy v cunickém ložisku. V mikulčické depresi (T-28, 29, 30) a v s. části elevace (T-49) zastupují slepence až 200 m mocné plochy resedi-

mentovaných jílu s malými vložkami slepenců a písků.

Nadložní vrstevní sled otnangu tvoří šedé vrstevnaté jíly s poprašky až vrstvičkami písků na vrstevních plochách (tzv. šlír). V celém souvrství jsou četné tenké polohy jemnozrnných až středně zrnitých písků, zčásti čočkovitého vývoje, s max. mocností do půl metru (obr. 3).

Monotonní, převážně pelitický vývoj souvrství, s nedostatkem mocnějších poloh písků na EK diagramech, byl považován za nekorelovatelný (Němec et al. 1956). Teprve korelací cunínských vrtů byly zjištěny v EK diagramech souvrství otnangu konstatní charakteristické výchylky křivek elektrického odporu a spontánní polarizace tzv. litologické koreláty, které označují stratigraficky synchronní souvrství (Bílek — Okénka 1971). Jimi bylo umožněno řešení vrstevní a zlomové stavby. Obdobné koreláty jsou také v EK diagramech týneckých vrtů a s jejich pomocí byla řešena stavba souvrství otnangu v týnecké oblasti.

Podle obsahu mikrofauny byly sedimenty otnangu cunínského ložiska rozčleněny na 3 zóny (Bílek 1965): spodní zóna s bazálními slepenci a nadložními písků byla stratigraficky řazena do egenburgu, střední zóna cibicidovo-elfidiová a svrchní zóna silikoplacentinová do otnangu. Novým stratigrafickým výzkumem (Jiříček 1975) byla stratigrafie otnangu týnecko-cunínské oblasti upravena takto: svrchní otnang — zóna se *Silocoplacentina* sp., spodní otnang (— zóna *cibicidovo-elfidiová*), který se dále člení na svrchní část — zóna s *Robulus echinatus* a na spodní část — zóna s *Robulus cultratus* a *Gyroidina soldanii*. Bazální slepence a písků jsou přerazeny do spodního otnangu. V širší oblasti souvrství otnangu týnecko-cunínské elevace odpovídá vyššímu souvrství lužických vrstev.

Karpat

Na abraďovaný povrch souvrství otnangu transgredovaly sedimenty karpátu místy až 50 m mocnou polohou bazálních písků. Nadložní vrstvy budují vápnité jíly s ojedinělými polohami písků v z. a j. části elevace. Jíly v prostoru elevace patří stratigraficky spodnímu karpátu. Na svazích ve směru do pánve přecházejí sedimenty do mělkovodních facií s polohami vyklínujících písků (tzv. týnecké písků).

V elevační části struktury (T-13A, T-49) bazální písků vyklínují a mocnost karpátu se silně redukuje (na 60 m ve vrtu T-49). V tomto prostoru se předpokládalo úplné vyklínění karpátu (Špička 1956). Podle výzkumu mikrofauny (Jiříček 1975) se uložily sedimenty karpátu dále v mikulčické depresi v mocnosti do 250 m. Hranice otnang-karpat je tu však pro nedostatek bazálních vrstev nezřetelná.

Báden až panon

Na silně abraďovaném povrchu souvrství karpátu leží sedimenty bádenu až panonu. Na elevační reliéf karpátu postupně transgredovaly v redukovaných mocnostech jíly spodního bádenu, které vyklínují na z. svazích struktury (obr. 4, 6). V nadloží leží 80—100 m mocné souvrství středního až svrchního bádenu, rozšířené na celé struktuře. Litologicky jej budují slinité jíly s nepravidelnými polohami písků. V západní části struktury se v jejich podloží vytvořily útesy litotamniových vápenců, které stratigraficky odpovídají zóně aglutinancí ve středním bádenu.

Báden přechází intervalem pestrých slinitých jílu do nadložních sedimentů sarmatu. Část pestrých vrstev byla řazena k bádenu (resp. k tortonu, Špička 1957). V současné době předpokládáme hranici báden—sarmat na bázi pestrých

vrstev.

Sedimenty sarmatu v úplném stratigrafickém zastoupení mají mocnost ca 400 m. Vyznačují se pravidelnou sedimentací s konstatními polohami písků střídajících se s intervaly slinitých jílovů. V týnecké oblasti je souvrství sarmatu překryto sedimenty panonu, který transgredoval v této okrajové části pánve na částečně abraďované vrstvy povrchu sarmatu. Panonské vrstvy, které na týnecké struktuře dosahují mocnosti 80—150 m, v. směrem k okraje pánve vyklíňují. Naopak z. směrem do pánve se postupně uložily vyšší souvrství středního až svrchního panonu.

Týnecko-cunínská oblast se nachází v široké údolní nivě řeky Moravy. Sedimenty sarmatu a panonu jsou tu překryty až 10 m mocnými kvartérními terasovými štěrky a náplavovými jily řeky Moravy.

Podloží neogénu

Podloží neogénu celé týnecko-cunínské oblasti tvoří magurský flyš. V týnecké oblasti je to račanská jednotka magurského flyše, na níž je nasunuta v prostoru cunínské struktury šupina bělokarpatské jednotky v mocnosti ca 150 m (Buday — Menčík — Špička 1967).

V račanské jednotce byly navrtány spodní a svrchní zlínské vrstvy středního až svrchního eocénu a solánské vrstvy paleocénu až středního eocénu (Pesl, 1960). Svrchní zlínské vrstvy se litologicky vyznačují střídáním poloh slinitých jílovů s polohami vápnitých a glaukonitických pískovců. V jejich podloží byly několika vrty navrtány i spodní zlínské vrstvy s vložkami arkózových pískovců. Solánské vrstvy budují převážně křemité pískovce s glaukonitem, které se v EK diagramech projevují v křivkách elektrického odporu jako mocné komplexy od-

dělené polohami jílovů a proplásky jílovců.

Zlomová a vrstevní tektonika

Ve stavbě neogénu se výrazně odlišují sedimenty spodního miocénu až karpátu od sedimentů bádenských až panonských. Mladší tektonika byla řešena mělkým strukturním průzkumem. Jejím projevem jsou zlomy karpatského tj. jžz.—ssv. směru. Výsledky strukturního průzkumu ukazují stoupání souvrství panonu až sarmatu k východu. Na strukturní mapě Cf-vrtů tvoří podél gbelsko-hodonínského zlomu poloklenbovitou stavbu.

Báden v podloží sarmatu má souhlasné uložení, poněkud již ovlivněné dozívající starší zlomovou tektonikou. Na strukturní mapě báden—karpát (obr. 2) je patrná vrstevní stavba mladšího neogénu s poloklenbovitými strukturami v bádenu vázanými na mladší zlomy. V souvrství bádenu dozívají některé starší příčné zlomy.

Vrstevní a zlomovou stavbu souvrství otnangu týnecko-cunínské elevační struktury znázorňuje strukturní mapa na rozhraní flyš—otnang (obr. 1). Morfologicky členitý povrch flyše je rozčleněný germanotypní zlomovou tektonikou spodního miocénu do dílčích elevačních a depresních pásů a struktur vázaných na zlomy. Tato stavba se promítá částečně i do souvrství nadložního karpátu. V hiátu po ústupu karpatského moře končí i zlomové pohyby většina starších zlomů. Transgresí bádenského moře začíná nová směrově odlišná zlomová tektonika a sedimenty bádena zakrývají starší zlomovou a vrstevní stavbu karpátu a otnangu.

Stavba otnangu a karpátu týnecko-cunínské elevace

Sedimenty spodního miocénu v roz-

sahu egenberug až otnang jsou uloženy v prostoru ložiska Lužice a v mikulčické depresi. Do oblasti týnecko-cunínské elevace transgredovaly pouze sedimenty otnangu. Jejich zlomová stavba spolu s vrstvy karpátu byla řešena v průběhu průzkumu ložiska (1951—1962) převážně na základě mladších zlomů (Němec et al. 1956, Špička 1954—1956).

Novými studiemi (Bilek 1976, 1977a) byly zpřesněny hranice souvrství otnangu a karpátu a pomocí litologických korelátů zjištěna chronologicky identická souvrství v jednotlivých vrtech. Konstrukcí geologických řezů (obr. 4—8) byly prokázány četné zlomy porušující souvrství otnangu spolu s podložním flyšem a další zlomy prokazatelné i ve stavbě karpátu.

Zjištěné spodnomiocenní zlomy jsou směrově odlišné od zlomů bádenských. Mají převážně sz. směr, s malými odchylkami do směru zv. nebo sj. Jejich úklony jsou větší (ca 60°) než úklony mladších zlomů. Ve flyši dosahuje úklon zlomů 70 a více stupňů. Amplitudy spodnomiocenních zlomů jsou různé, od desítek do několika set metrů. Největší zlomy v s. části elevace, kde podmiňují vznik mikulčické deprese, dosahují skoku až 300 m.

Funkce těchto zlomů v neogénu je buď omezena na období sedimentace vrstev otnangu nebo pokračuje i v karpátu. Starší zlomy, jejichž pohyby doznívají v bádenu nebo výjimečně v malých amplitudách i v sarmatu až panonu, se uplatňují ve stavbě bádenu (obr. 2). Poklesy po zlomech se projevují synsedimentárním narůstáním vrstev na pokleslých krátech. Rozdíly v mocnostech souvrství otnangu vznikly také sedimentací bazálních vrstev v morfologických depresích flyšového reliéfu nebo abraží povrchu jeho sedimentů.

Elevační struktura flyšového reliéfu (obr. 1) a s ní korespondující souvrství otnangu je spodnomiocenními zlomy

rozčleněna na několik elevačních a depresních pásem s poloklenbovitou stavbou souvrství otnangu u omezujících zlomů. Centrální týnecko-cunínské elevační pásmo (A), spojující cunínskou strukturu a elevační poloklenbu s vrcholem v prostoru vrtů T-63A, 75, 80, a pararelní elevační pásmo (B), vázané na tzv. cunínský zlom (c) (Buday — Menčík — Špička 1967), je odděleno depresním pásmem (C). Severní elevační pásmo (D) má vrchol u vrtu T-78.

Zlomovou a vrstevní stavbu celého souvrství neogénu dokumentují geologické řezy (obr. 4—8). Oba spodnomiocenní stupně souvrství otnangu a karpátu jsou uloženy diskordantně vzhledem k podložním i nadložním útvarům.

K mladší tektonice bádenského stáří patří gbelsko-hodonínský zlom (a) s menšími zlomy odštěpnými ve v. části struktury a zlomy lužické (b) v z. části. Tyto zlomy porušují souvrství otnangu a karpátu epigeneticky a jejich stavbu podstatně neovlivňují.

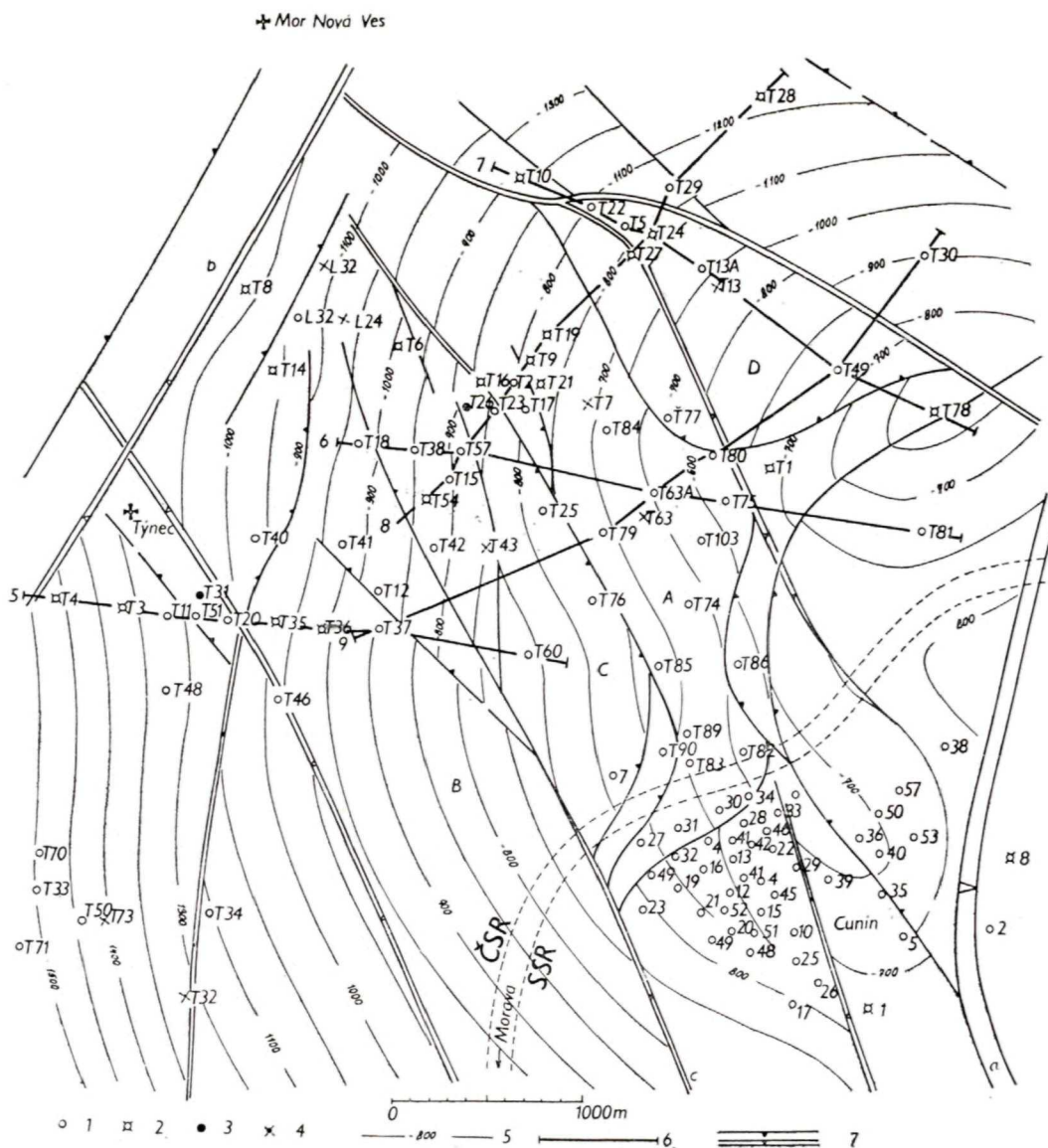
Stavba magurského flyše týnecko-cunínské elevace

Téměř všechny vrty dosáhly povrchu flyše a některé z nich provrtaly i několik stovek metrů jeho svrchních vrstev, jejichž litologii, stratigrafii a zčásti i stavbu řešilo několik autorů (Pesl 1960, Stránek — Eliáš 1957, Stránek — Benešová 1959).

Většina týneckých vrtů navrtala v podloží neogénu svrchní zlínské vrstvy račanské jednotky. Spodní zlínské vrstvy zastihly na povrchu flyše vrty T-28, 30 a v podloží svrchních zlínských vrstev i vrt T-80. V prostoru cunínské ložiska a v j. části týnecko-cunínské elevačního pásma (T-82, 89, 90) byla navrtána šupina bělokarpatské jednotky a v jejím podloží pak zlínské vrstvy račanské jednotky.

Stratigrafie flyše a jeho korelace na

EK diagramech byla podkladem k po- Benešová 1959). Stavba flyše byla inter-
 kusu o řešení jeho stavby (Stráník — pretována jako střídání antiklinálních a

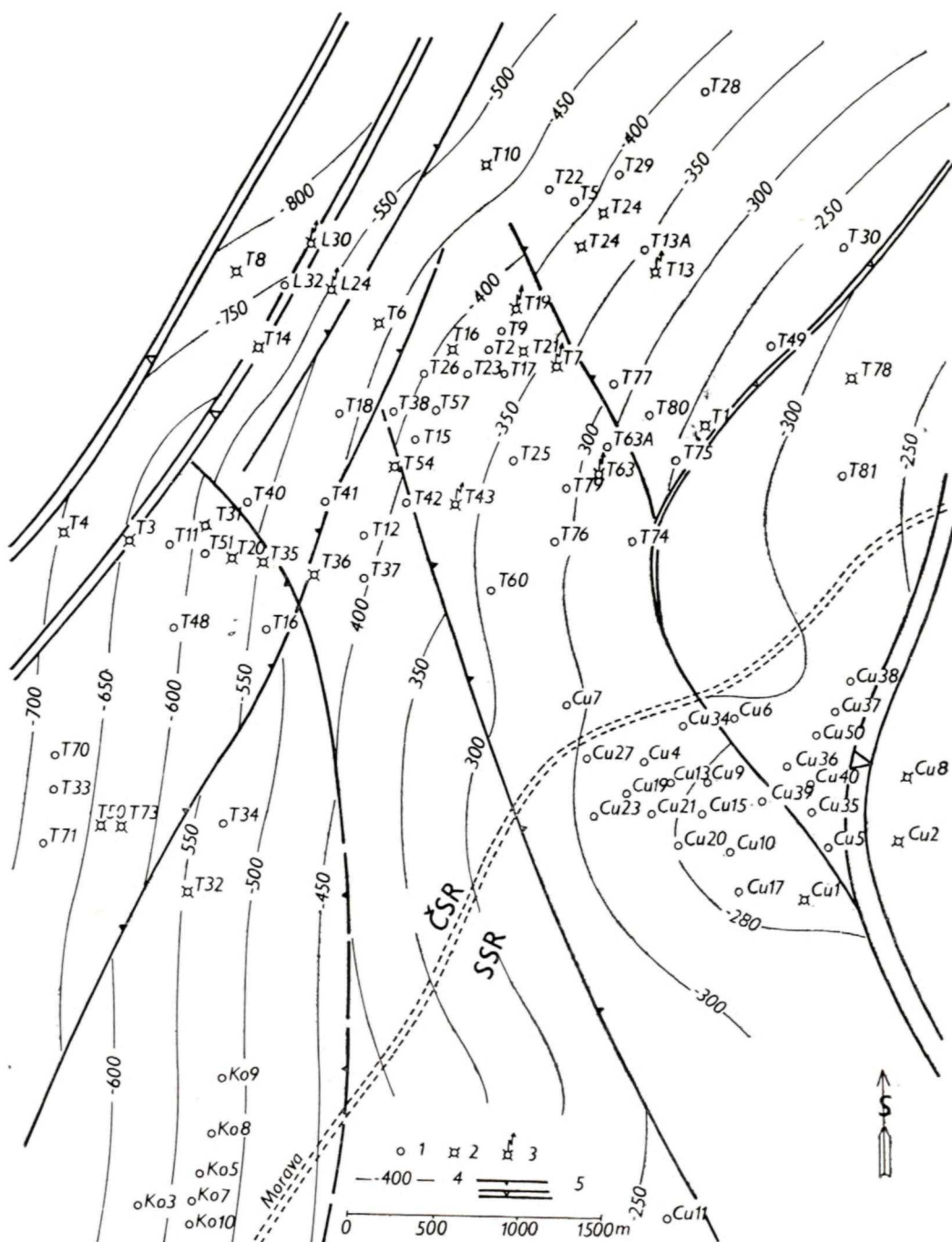


Obr. 1. Strukturální mapa povrchu flyše

1 — pozitivní vrt, 2 — negativní vrt, 3 — mělký vrt, 4 — likvidovaný mělký vrt, 5 — strukturální linie, 6 — geologické řezy, 7 — zlomy, a — gbelsko-hodonínský zlom, b — lužické zlomy, c — cunínský zlom, A — týnecko-cunínské elevační pásmo, B — paralelní elevační pásmo, C — depresní pásmo, D — severní elevační pásmo

Abb. 1. Strukturkarte der Flyschoberfläche

1 — positive Bohrung, 2 — negative Bohrung, 3 — seichte Bohrung, 4 — liquidierte seichte Bohrung, 5 — Strukturlinie, 6 — geologische Schnitte, 7 — Brüche, a — Gbely-Hodonín Bruch, b — Lužice Brüche, c — Cunin Bruch, A — Týnec-Cunin Elevationzone, B — parallele Elevationzone, C — nördliche Elevationzone



Obr. 2. Strukturní mapa rozhraní báden-karpat

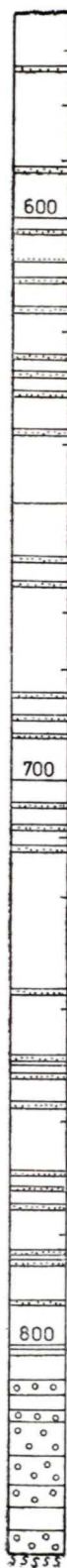
1 — pozitivní vrt, 2 — negativní vrt, 3 — eruptovaný vrt, 4 — strukturální linie, 5 — zlomy

Abb. 2. Strukturkarte der Grenze Baden-Karpat

1 — positive Bohrung, 2 — negative Bohrung, 3 — eruptierte Bohrung, 4 — Strukturlinie, 5 — Brüche

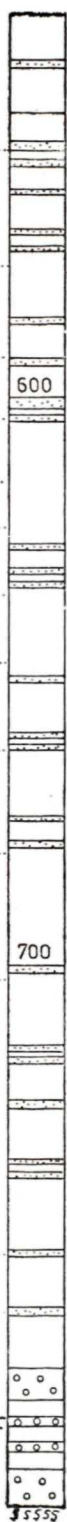
T84

SP Ra



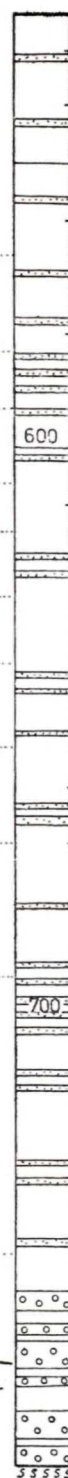
T63A

SP Ra



T 103

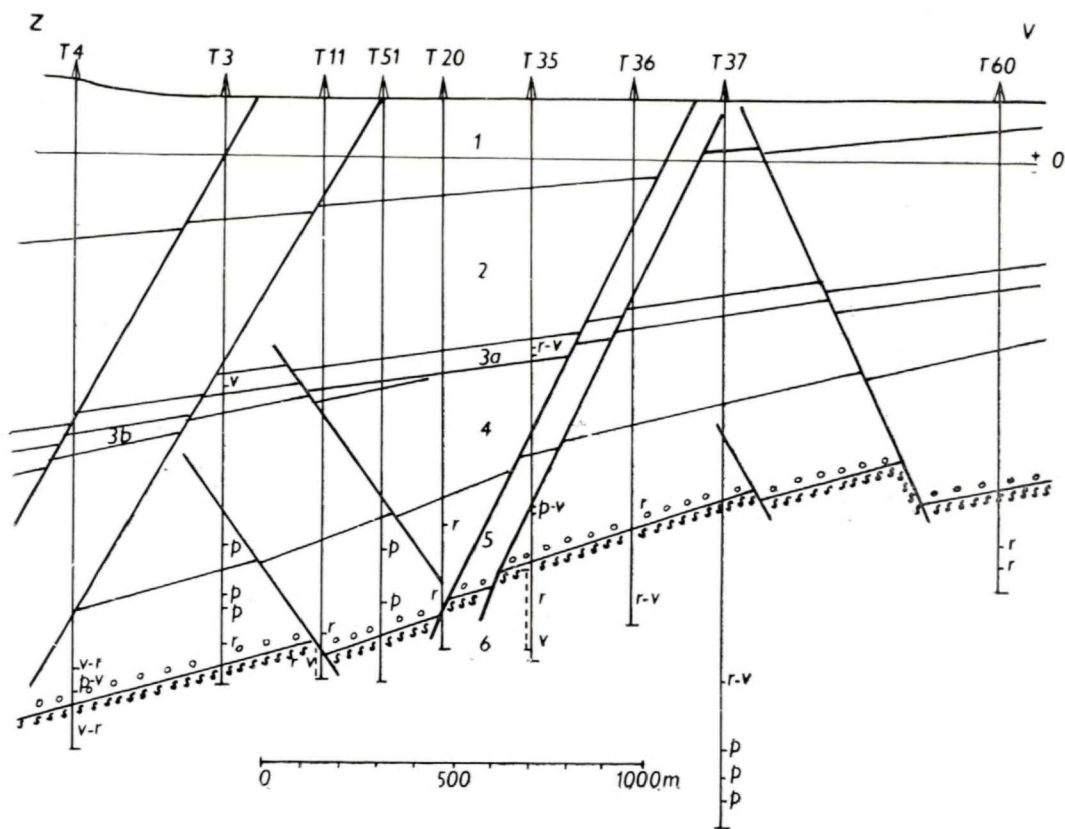
SP Ra

SV. O
D. Osp. o.
u. o.

SSSSS 1

2

3



Obr. 4. Geologický řez neogénem a flyšem vrtů Týnec 4-3-11-51-20-35-36-37-60. Vysvětlivky k obrázkům 4-8

1 — panon, 2 — sarmat, 3a — svrchní bádén, 3b — spodní bádén, 4 — karpat, 5 — otnang, 6 — flyš, r — ropa, v — voda, r-v — ropa s vodou, v-r — voda s ropou, p — plyn, p-v — plyn s vodou, p-r — plyn s ropou, r-p — ropa s plynem, o — bez přítoku, so. — solánské vrstvy

Abb. 4. Geologischer Schnitt durch das Neogen und Flysch der Bohrungen Týnec 4-3-11-51-20-35-36-37-60. Erläuterungen zu den Abb. 4-8

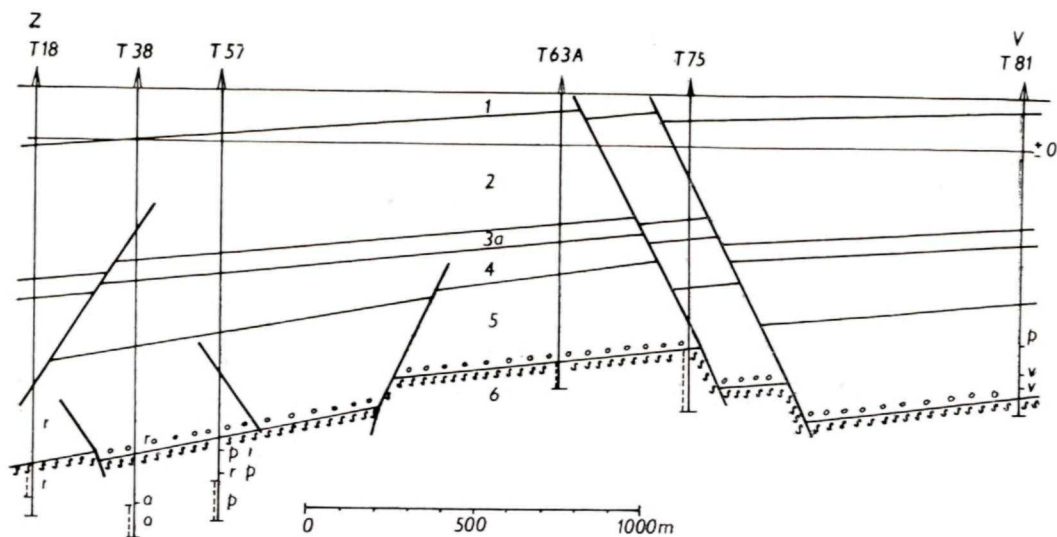
1 — Panon, 2 — Sarmat, 3a — Oberbádén, 3b — Unterbádén, 4 — Karpat, 5 — Otnang, 6 — Flysch, r. — Öl, v — Wasser, r-v — Öl mit Wasser, v-r — Wasser mit Öl, p — Gas, p-v, Gas mit Wasser, p-r — Gas mit Öl, r-p — Öl mit Gas, o — ohne Zufluss, so — Solánschichten

Obr. 3. Korelační schéma elektrokarotážních diagramů souvrství otnangu ve vrcholové části ložiska

1 — povrch flyše, 2 — poloha písku, 3 — slepenec, Ra — odporová křivka, SP — křivka vlastních potenciálů, a — roponosné souvrství spodního otnangu, b — plynonosné souvrství svrchního otnangu, sp. o. — spodní otnang, sv. o. — svrchní otnang

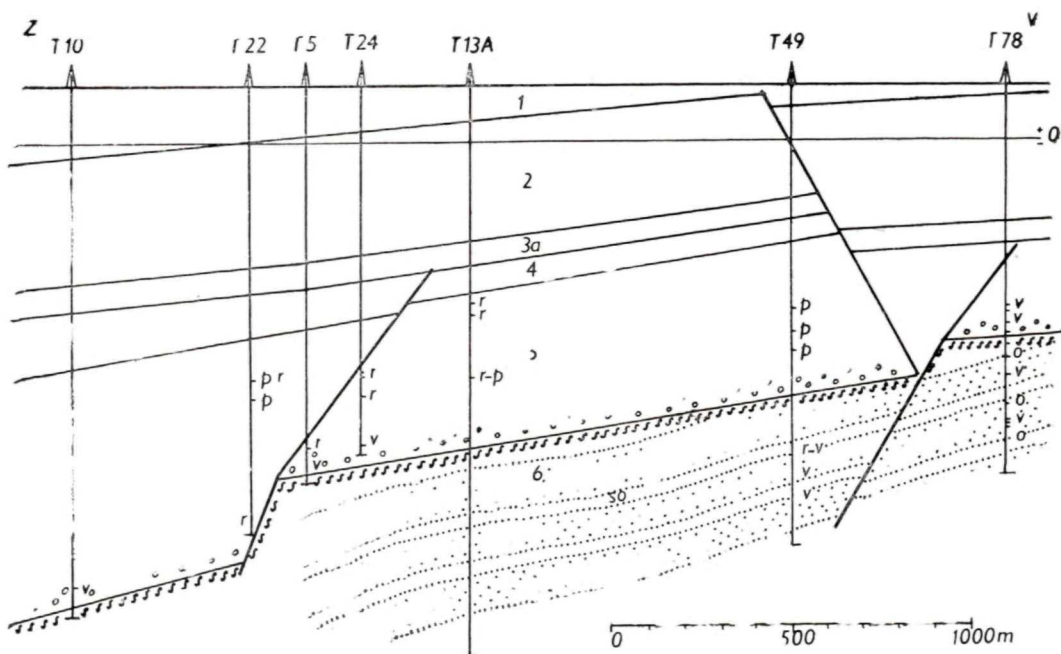
Abb. 3. Korelationschema der Elektrokarottagediagramme der Otnangschichtfolge im Gipfelfeils der Lagerstätte

1 — Flyschoberfläche, 2 — Sandlage, 3 — Konglomerat, Ra — Widerstandskurve, SP — Potentiakurve, a — ölführende Schichtfolge des Unterothnangs, b — gasführende Schichtfolge des Oberothnangs, sp. o. — Unterothnang, sv. o. — Oberothnang



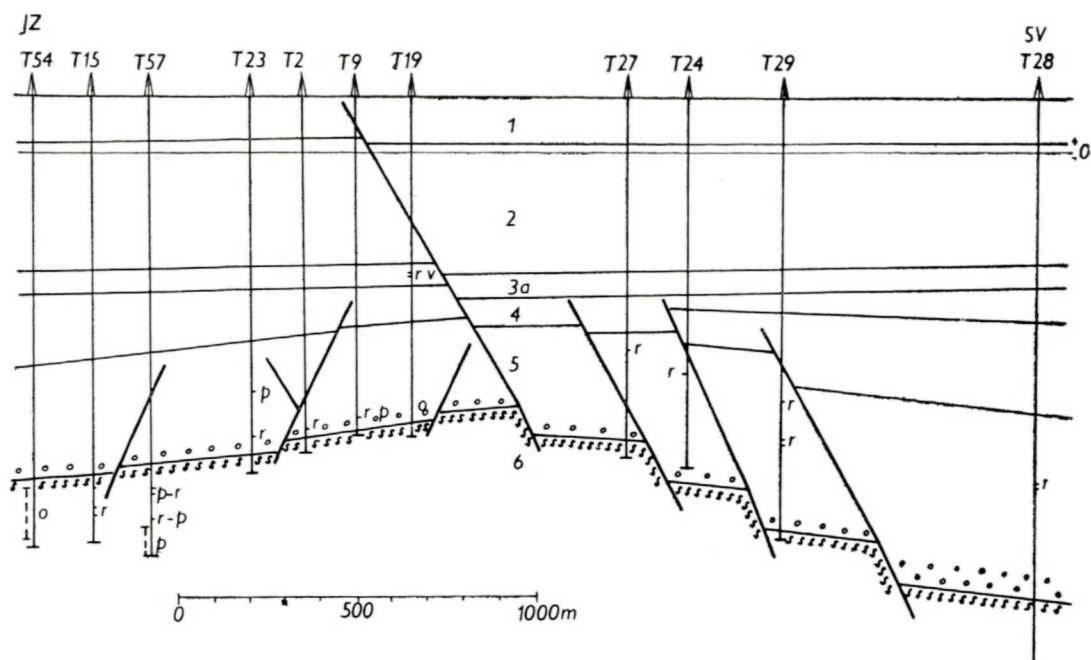
Obr. 5. Geologický řez neogénem a flyšem vrtů Týnec 18-38-57-63A-75-81

Abb. 5. Geologischer Schnitt durch das Neogen und Flysch der Bohrungen Týnec 18-38-57-63A-75-81



Obr. 6. Geologický řez neogénem a flyšem vrtů Týnec 10-22-5-24-13A-49-78

Abb. 6. Geologischer Schnitt durch das Neogene und Flysch der Bohrungen Týnec 10-22-5-24-13A-49-78



Obr. 7. Geologický řez neogénem a flyšem vrtů Týnec 54-15-57-23-2-9-19-27-24-29-28

Abb. 7. Geologischer Schnitt durch das Neogen und Flysch der Bohrungen Týnec 54-15-57-23-2-9-19-27-24-29-28

synklinálních pásem, jejichž vznik byl dán do souvislosti s funkcí neogenních zlomů.

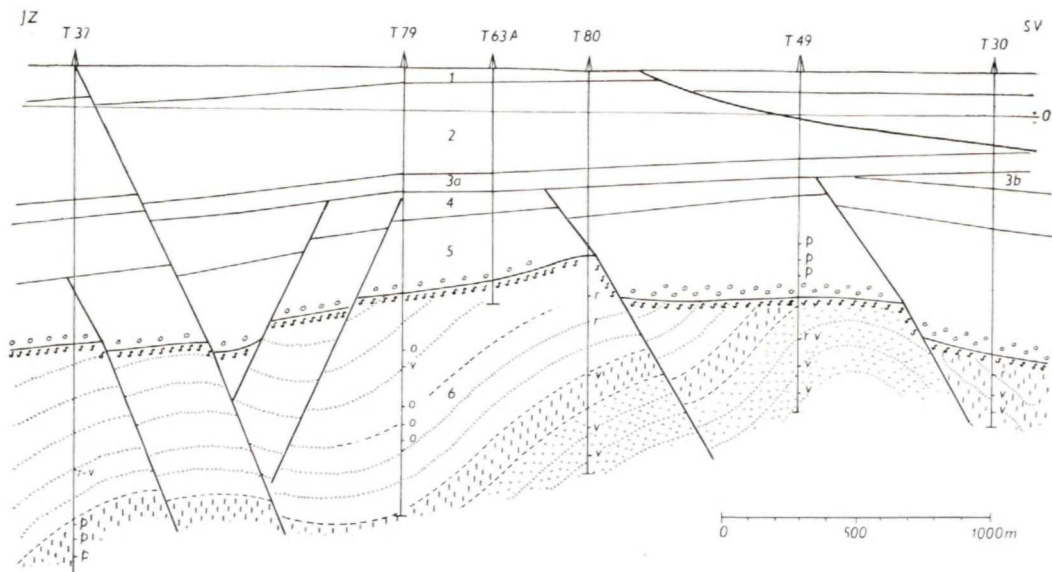
Zjištění zlomové tektoniky souvrství otnangu zpřesňuje představu modelu stavby svrchních souvrství magurského flyše týnecko-cunínské elevace (Bílek 1977b). V EK diagramech flyšových intervalů zlínských i soláňských vrstev blízkých i vzdálenějších vrtů byla potvrzena možnost korelace těchto souvrství a tím i možnost řešení detailní stavby flyše. Konstrukce geologických řezů ukazují, že střídání antiklinál a synklinál ve stavbě flyše koresponduje s elevačními a depresními pásmy ve flyšovém reliéfu a ve stavbě souvrství otnangu vytvořenými účinkem spodnomiocenní zlomové tektoniky.

Stavbu račanské jednotky ve vrcholové týnecké struktury znázorňuje geologický řez (obr. 8). V tomto řezu se

překocená vrása soláňských vrstev příkře noří pod zlínské vrstvy, které šupinou jsou nasunuty do prostoru lokálního vrcholu flyšového reliéfu v prostoru vrtu T-80. Stavba flyše ve vrcholové části týneckého elevačního pásma se ukazuje jako příkře stoupající vrása (s úklony až 50° ve vrtech T-74, 79) s poněkud plošším uložením v jejím vrcholu (ve vrtech T-63A, 75, 103).

Paleogeografický vývoj neogénu

V týnecko-cunínském prostoru transgredovaly bazální vrstvy otnangu na morfologicky členitý denudací a erozí narušený povrch flyše. Transgrese měla postupný charakter. Starší souvrství egenburgského stáří se uložilo v hlubších prostorech spodnomiocenní pánve a týnecko-cunínská oblast byla zanesena postupně mladšími sedimenty otnan-



Obr. 8. Geologický řez neogénem a flyšem vrtů Týnec 37-79-63A-80-49-30

Abb. 8. Geologischer Schnitt durch das Neogen und Flysch der Bohrungen Týnec 37-79-63A-80-49-30

gu. Dokazuje to zjištění, že na lokální vrchol flyše v prostoru vrtu Cunín 6 sedimentovaly vrstvy až nejvyšší, tzv. silikoplacentinové zóny otnangu. Bazální slepence a písky jsou pak nestejného stáří (obr. 3). V elevačních prostorech se uložily slepence a písky menší mocnosti, kdežto do mikulčické deprese byly splaveny jily značné mocnosti promísené písky a vložkami slepenců.

Po uložení bazálních vrstev s nástupem zlomové činnosti se prohloubil sedimentační prostor a ukládaly se jily s četnými opakovanými náplavy vrstviček písků v celém souvrství otnangu. Pohyby po zlomech, provázenými synsedimentárním narůstáním vrstev na klesajících krátech, byly sedimenty otnangu spolu s flyšem rozčleněny do dílčích ker.

Koncem sedimentace otnangu ustala činnost některých zlomů a povrch sedimentů byl zčásti abradován. Na něj transgredovaly bazální písky karpátu. Současně se obnovila zlomová činnost

starších zlomů a prohloubil se sedimentační prostor, v němž se uložily vápnité jily. V mělkých oblastech pánve se uložily i polohy tzv. týneckých písků, vyklíňujících na okraji týnecké oblasti (T 33). V období sedimentace středního karpátu se poklesem podloží neogénu rozšířil sedimentační prostor do j. částí vídeňské pánve.

Štýrská horotvorná fáze zasáhla podstatně do vývoje pánve. V týnecko-cunínské oblasti došlo ke zdvihu flyše a nadložních sedimentů, oblast se stala souší a v hiátu před transgresí bádenského moře značná část sedimentů karpátu byla denudována.

S inverzí flyšového reliéfu, se zdvihem souvrství otnangu a s abrazí sedimentů karpátu souvisí vznik vyšších vrstevních tlaků v těchto útvech (o 15–30 ‰), které byly zjištěny při vrtání a měření v průběhu čerpacích zkoušek a těžby ropy a plynu. V souladu s názory zahraničních odborníků (Hubbert — Rubey 1959, Bradley 1975,

Fertl 1976) se soudí, že současné tlakové poměry ve spodním miocénu a ve flyši tu vznikly v důsledku paleogeografických a tektonických změn v období štýrské orogenetické fáze. V tomto období vystupuje souvrství otnangu a karpátu do podstatně vyšší polohy. Abrazí byla značně snížena mocnost karpátu, na který se pak v podstatně redukováných mocnostech uložily sedimenty bádenu až panonu. Tak byl v podmínkách hydrostatické uzavřenosti původní hydrostatický tlak konzervován ve vyšší strukturní poloze pod pelitickým souvrstvím karpátu (tzv. fosilní tlak). Zjištěné tlakové rozdíly mezi jednotlivými tektonickými krami je možno přičíst snížení vrstevního tlaku erupcemi, těžbou, úniky, ale i propojením vrstev rozdílných poloh dílčích ker.

Důsledkem štýrské orogeneze ve vídeňské pánvi byl vznik mladší tektoniky karpatského směru a nového sedimentačního prostoru, v němž týnecko-cunínská oblast zůstala v mladším miocénu okrajovou oblastí. Sedimentace bádenu až panonu byla provázena ukláňením vrstev z. směrem do poklesávající moravské ústřední prohlubně, poklesy po mladších zlomech a synsedimentárním narůstáním vrstev v ukláňených a poklesávajících krátech. Sedimentaci bádenu v mělkém moři a hloubkové změny dokumentují litotamníové vápence na z. svazích týnecké elevace.

Akumulace ropy a plynu

Průmyslové akumulace ropy a plynu byly zjištěny v souvrství flyše, otnangu, karpátu a ojediněle v obzorech bádenu a spodního sarmatu. V cunínském ložisku byla těžena ropa z puklinových kolektorů povrchu flyše, z bazálních slepenců, písků a propláستkových písků v souvrství spodního otnangu. Doprovodný plyn byl vypouštěn do ovzduší. V týnecké oblasti byly přítoky ropy tě-

ženy několika sondami z různých obzorů ve flyši (T-12, 15, 18, 30, 48, 60, 63A, 75, 80), ve spodním otnangu (T-2, 3, 11, 13A, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 28, 29, 38, 41, 79) a v karpátu (T-33, 34, 70, 71, 72). V několika sondách byly konzervovány obzory ve flyši (T-37, 40, 42, 57, 74, 76), v otnangu (T-7, 22, 25, 26, 40, 46, 49, 51, 76, 81), v karpátu (T-48) a plynový obzor ve spodním sarmatu (L-32). Mimo to v četných obzorech ve flyši a v neogénu se zjistily neprůmyslové přítoky ropy a plynu a velký počet obzorů zejména v souvrství otnangu nebyl vyzkoušen.

I přes množství těžících sond a obzorů byla celková produkce ložiska nízká. Příčinou podřadných těžebních výsledků byla, kromě znehodnocení vysokotlakých obzorů nevhodným výplachem, neznalost produktivních etází a kolektorů otnangu a jejich stavby. Pozitivní obzory ve flyši nebyly pro neznalost, složitost stavby a neúčinnost karotážních metod sledovány.

Poznatky o uložení akumulací ropy a plynu v souvrství flyše a otnangu byly získány otvirkou a těžbou ložiska Cunín (Bílek — Okénka 1971), kde byly samostatně vyčísleny zásoby ropy v puklinových kolektorech povrchu flyše, ve slepencích, v propláстkových pískech nad slepenci a v samostatném obzoru ve spodním otnangu. V nadloží slepenců byly EK měřením registrovány jen ojedinělé malé polohy písků. Průběžným jádrováním větších intervalů souvrství spodního otnangu bylo však zjištěno, že tu jsou četné propláстky a vrstvičky písků nasycené ropou, které běžné elektrokarotážní měření zejména v křivce spontánní polarizace nezaregistrovalo. Tak byl zjištěn až 150 m mocný roponosný interval se souhrnnou mocností kolektorů až 25 m, odečtených z měření mikrosondami ve velkých měřítkách. Produktivita propláстků písků byla prokázána těžbou pomocí

perforovaných kolon.

Ve flyši týnecké oblasti jsou četné produktivní obzory pískovců ve vnitřní stavbě flyše. Jejich produktivita je podmíněna vznikem pastí u zlomů nebo faciálním uzávěrem. Novými vrty (T-84, 103) byly zjištěny zásoby ropy a plynu nejen v kolektorech otnangu, ale i v puklinových kolektorech flyšového povrchu.

V souvrství spodního otnangu týnecko-cunínského elevačního pásma byla novými vrty zjištěna 100–150 m mocná roponosná etáž, jejíž kolektory tvoří bazální slepence a především komplex vrstviček a proplátek písků (obr. 3). Ve svrchním otnangu je ca 50 m mocné pásmo obzůrků a proplátek písků nasycených plynem.

Souvrství otnangu je spodnomiocenními zlomy rozčleněno do dílčích struktur, v nichž akumulace ropy a plynu jsou vázány na vysoké polohy u zlomů. Z hlediska hodnoty zásob je nejvýznamnější týnecko-cunínské elevační pásmo s roponosnou etáží ve spodním otnangu a plynonosnou etáží ve svrchním otnangu.

Analogická produktivní pásma jsou předpokládána na elevační poloklenbě cunínského zlomu. Ve skleslé kře (C) mezi oběma elevačními pásmy (A, B) je rovněž vyvinuto roponosné pásmo ve spodním otnangu a plynonosné pásmo ve svrchním otnangu. V příčném elevačním pásmu (D) přechází roponosná etáž (T-13A) ve vyšších polohách do plynové etáže (T-49). Na svazích mikulčické deprese je ve svrchním otnangu vyvinuto roponosné pásmo ve svrchním otnangu (T-28, 29). V dílčích krátech na svazích elevace (T-40, 46, 48, 81) převládají plynové akumulace.

Vznik ložiska

Rozložení etáží ropy a plynu v profilu souvrství otnangu a obzorů ve flyši

jednotlivých tektonických ker, jejich vztah ke strukturním pastím, rozdílnost kontaktů ropa—plyn—voda a chemismus rop ukazují na složitý vznik ložiska v průběhu paleogeografického vývoje struktury. Složitost vzniku ložiska se jeví v tom, že jednotlivé tektonické fáze se projevily nejen vznikem zlomů a pastí pro akumulace uhlovodíků, ale i migračními pohyby uvnitř struktury.

Rozdílnosti paleotektonického vývoje a kolektorů flyše a otnangu se uplatňují v rozdílném vzniku ložisek ropy a plynu v těchto útvech. Vertikální a horizontální přesuny flyšových příkrovů neumožnily uchování větších obsahů uhlovodíků v matečných horninách flyše. Mimoto pórovitost a propustnost flyšových pískovců je tak nízká, že je nemůžeme považovat za potenciální kolektory ropy a plynu. Dále pukliny v pískovcích, vzniklé při pohybech příkrovů, byly zaceleny kalcitem. Magurský flyš byl před transgresí souvrství otnangu dlouhou dobu souší, takže alespoň ve svrchních souvrstvích flyše nemůžeme předpokládat přítomnost živíc.

Na základě těchto zjištění vznik akumulací živíc ve flyši týnecko-cunínského elevace dáváme do souvislosti s tektonickými pohyby, vznikem kolektorů ve flyši a sedimentací neogénu. Tektonickými pohyby počátkem sedimentace otnangu vznikly zlomy, kterými byly ve flyši vytvořeny migrační cesty pro vertikální migraci uhlovodíků z hlubších souvrství flyše nebo až z podflyšových útvarů. Současně vznikly pukliny v obzorech pískovců, které změnilly nepropustné pískovce v kolektory živíc. Počátek migrace uhlovodíků uvažujeme po překrytí flyše dostatečnou mocností neogenních vrstev, které svojí hmotností vyvolaly primární migrační procesy. Druhotnou migraci uhlovodíků do svrchních vrstev flyše podmínily tlaky

nadložních neogenních vrstev, ponoření flyše do hloubky a zvýšené teploty.

Přítomnost flyšových rop byla prokázána v bazálních vrstvách otnangu. Od neogenních rop se odlišují chemismem a hmotností. Paleogenní ropy jsou lehké až velmi lehké, parafinické na rozdíl od neogenních nafténických, těžších, málo parafinických až neparafinických rop (Šimánek 1965). Migračními cestami ve flyši jsou pukliny v obzorech pískovců a vertikální pukliny podél zlomů, které byly sledovány také na výchozech paleogénu (Plička 1970).

Přítomnost průmyslových akumulací živců ve flyši svědčí také o možnosti migrace uhlovodíků z mezozoických hornin pod flyšem (Dolenko 1955). Vezmeme-li v úvahu velikost zjištěných zásob uhlovodíků v neogénu vídeňské pánve vzhledem k objemu matečných hornin, pak v souladu se závěry Pagáče (1974) musíme uvažovati o dotaci živců z podneogenních formací. Tím je možno vysvětlit extrémní živičnost neogénu vídeňské pánve.

Jiným způsobem vznikly akumulace uhlovodíků v sedimentech otnangu, neboť vysoký obsah organické hmoty v matečných jílech byl zdrojem její přeměny na ropu a plyn. Uhlovodíky vznikly brzy po uložení organických látek v sedimentech. Tlakem nadložních vrstev byly uhlovodíky vytlačovány do četných drobných poloh a vrstviček písků, které se uložily v celém pelitickém profilu souvrství otnangu.

Tektonické pohyby, poklesy po zlomech a úklony vrstev v průběhu sedimentace otnangu vyvolaly migrační pohyby uhlovodíků do vyšších poloh struktury. Migračními cestami byly obzúrky a proplástky písků. Zlomové pohyby rozčlenily strukturu na dílčí kry a pasti, v nichž se akumulovala u zlomů produktivní pásma uhlovodíků. Akumulace uhlovodíků v čočkovitých pískách dokazují jejich autochtonní pů-

vod (Dlabač — Mořkovská 1957).

Koncem sedimentace otnangu ustaly migrační procesy a část souvrství byla abraďována. Po transgresi karpátu se obnovily poklesové pohyby po některých zlomech a v důsledku sedimentárního stlačení hmotností sedimentů se obnovily migrační procesy. Pokračující zlomové pohyby v průběhu sedimentace spodního karpátu diferencovaly dále strukturu a posunuly jednotlivé kry do vzájemných poloh s jejich produktivními pásmy uhlovodíků. V období tektonického klidu hmotností nadložních sedimentů a diagenéz kolektorů byla zčásti přerušena jejich hydrodynamická souvislost a ustal pohyb živců.

Štýrská fáze vrásnění se projevila zdvihem struktury a následující abraďí povrchu karpátu. Úklony vrstev v období sedimentace bádenských vrstev zintenzivnily migrační pochody zejména v z. části struktury, kde do zlomových pastí na okraji elevace namigrovaly především plyny. V karpátu při z. okraji elevace (T-33) došlo k obrácení vrstevního úklonu a živice se akumulovaly ve vyklíňujících pískách.

V období sedimentace bádena a spodního sarmatu vznikly ještě v pastích u mladších zlomů nevýznamné akumulace ropy a plynu v litavských vápencích a v čočkovitých pískách.

Závěr

Zjištěním charakteru stavby spodního miocénu, flyše a jejich produktivních obzorů byly získány podklady k obnovení průzkumu akumulací ropy a plynu týneckého ložiska. Z hlediska nových výsledků je významné vyřešení zlomové a vrstevní stavby otnangu. Novými vrty byly v souvrství otnangu zjištěny shodné ložiskové poměry jako v cunínském ložisku. Ve spodním otnangu bylo prokázáno proplástkové ropo-

nosné souvrství a jeho akumulace ropy byly uvedeny do těžby. Ve svrchním otnangu bylo ověřeno plynonosné pásmo propláštěkových obzorů.

Na základě těchto výsledků byly vypočteny zásoby ropy a plynu v souvrství otnangu a flyše celého ložiska. Jeho geologické zásoby jsou ekonomicky významné, takže jejich ověření a využití pomůže zajistit plánovanou těžbu ropy v další pětiletce. Výsledky nových vrtů s dobrými přítoky ropy s plynem prokázaly i efektivnost těžby tohoto ložiska (Rajec 1977). Současná vrtní technika, technologie vrtního výplachu a možnosti ověřování pozitivitu nadějných obzorů otnangu a flyše v průběhu vrtání mohou zajistit kvalitní otvorku a uvedení ložiska do těžby.

Recenzoval I. Pagáč

LITERATURA

- Bílek, K. 1963: Výsledky a perspektivy průzkumu gbelsko-cuninské oblasti. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 64 s.
- Bílek, K. 1965: Výsledky a perspektivy průzkumu gbelsko-cuninské oblasti a ložiska Cunín. *Manuskript — Geofond*, 60 s.
- Bílek, K. — Okénka, J. 1971: Výpočet zásob nafty ložiska Cunín. *Manuskript — Geofond, Bratislava*, 108 s.
- Bílek, K. 1972: Nová ložiska ropy a plynu v okolí obce Gbely. *Mineralia slov.*, 4, s. 161—172.
- Bílek, K. 1974: Ložiska ropy a plynu v slovenskej časti viedenskej panvy. *Mineralia slov.*, 6, s. 399—498.
- Bílek, K. 1976: Perspektivy dalšího průzkumu a těžby týneckoé oblasti. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 94 s.
- Bílek, K. 1977a: Ložiska ropy a plynu v neogénu a ve flyši týnecko-cuninské oblasti. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 150 s.
- Bílek, K. 1977b: Ložiska ropy a plynu ve flyšovém podloží neogénu týnecko-cuninské oblasti Vídeňské pánve. *Zemní plyn a nafta*, 12, č. 4.
- Bradley, S. J. 1975: Abnormal Formation Pressure. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 70, p. 957—973.
- Buday, T. — Menčík, E. — Špička, V. 1967: Tektogeneze vnitrohořských depresí z hlediska stavby a reliéfu podloží Vídeňské pánve. *Rozpr. Čs. Akad. věd*, 77, č. 6, Praha.
- Dlabač, M. — Mořkovská, V. 1957: Výzkum akumulace nafty a plynu ve Vídeňské pánvi. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 267 s.
- Dolenko, G. N. 1955: Uslovija obrazovaniya neftjanyh zalezey Venskogo bassejna. *Materialy diskuzii po probleme proischozheniya i migracii nefti*. Kijev, Izd. AN. USSR, s. 238—246.
- Fertl, W. H. 1976: Abnormal Formation Pressures. *Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam — Oxford — New York*, p. 382.
- Hubbert, M. K. — Rubey, W. W. 1959: Role of Fluid Pressure in Mechanics of Overthrust Faulting. Overthrust Belt in Geocynklinal Area of Western Wyoming in Light of Fluid Pressure Hypothesis. *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 70, p. 167—206.
- Jiříček, R. 1975: Spodní miocén ve Vídeňské pánvi. *Manuskript — archiv Nafty Gbely*, 26 s.
- Kolesík, M. 1948: Zpráva o výsledku strukturálních vrtů na území mezi Hodonínem a Lanžhotem. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 4 s., 1 př.
- Němec, F. et al. 1956: Zhodnocení dosažených výsledků průzkumných prací, těžební otvorky a těžby v oblasti Mor. Nová Ves s návrhy na další postup. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 83 s.
- Pagáč, I. 1974: Poznámky ku genézi živíc v západných Karpatoch. *Materiály z II. celoslovenskej geologickej konferencie — sekcia živíc*. SGÚ Bratislava, s. 343—347.
- Pesl, V. 1960: Litologické a stratigrafické zhodnocení flyšového podloží na poli Týnec. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 90 s.
- Plička, M. 1970: Drobná puklinová tektonika a prvky detailního vrásnění ve flyši Západních Karpat. *Zbor. geol. Vied, Rad ZK*, 13, s. 7—35.
- Rajec, M. 1977: Geologicko-ekonomické predpoklady rentability prieskumu na živice v týnečkej oblasti. *Zemný plyn a nafta*, roč. 1977, č. 2, s. 125—131.
- Stráňík, Z. — Eliáš, M. 1957: Zpráva o geol. výzkumech podloží neogénu vnitroalpé pánve vídeňské. *Zpráva ÚÚG, Praha*, 57 s.
- Stráňík, Z. — Benešová, E. 1959: Geologie flyše v podloží neogénu v oblasti Týnec. *Zpráva ÚÚG, Praha*, 2 s.
- Šimánek, V. 1965: K otázce geneze ropy a ropných ložisek v čs. části Vídeňské pánve. *Sbor. geol. věd, ř. LG, sv. 6, Praha*.
- Špička, V. 1954—1955: Výroční geologické zprávy oblasti Týnec za rok 1953 (21 s.), za rok 1954 (26 s.). *Manuskripty — archiv MND Hodonín*.

Špička, V. 1956: Geologické zhodnocení dosavadní vrtní činnosti v oblasti Mor. Nová Ves. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 66 s.

Špička, V. 1957: Příspěvek ke stanovení hranice sarmatu a svrchního tortonu oblasti Brodské—Kostice—Týnec—Lužice—Hodonín. *Manuskript — archiv MND Hodonín*, 16 s.

Die Lagerstätte von Erdöl und Gas Týnec-Cunín Gebietes des Týnec-Cunín Elevation im Wiener Becken Týnec-Cunín Gebietes

KAMIL BÍLEK

Im Raume zwischen den Gemeinden Moravská Nová Ves, Týnec und Kopčany (Abb. 1) wurde im Jahren 1951—1962 die Bohrerkundung des unteren Miozäns auf dem unterliegenden Elevationsrelief des Magura Flysches der Einheit Račanská durchgeführt. Mit den Bohrungen von denen manche nach Flysch vertieft sind, wurden industrielle Zuflüsse von Öl und Gas im unteren Miozän, Karpat und im Flysch festgestellt. Fast die Hälfte der Bohrungen wurden in Folge der Eruption, Havarien und Negativität liquidiert.

Im Jahren 1962—1964 wurde das Bohren und Erdölförderung aus ekonomischen Gründen eingestellt, und zwar auf Grund der niedrigen Förderergergebnissen und der Preise des Erdöls, was ekonomische Resultat negativ gestaltet.

Unteres Miozän hat überwiegend pelitische Entwicklung lokal mit den Basalkonglomeraten. Das Erdöl wurde aus sandigen Linsen in Konglomeraten aus einzelnen kleinen Sandhorizonten gefördert. Im oberen Teile der Schichtfolge wurden lokale Akkumulationen von Gas eröffnet. Auch im Flysch sind die produktiven Horizonte von Rohöl und Gas wie im inneren Aufbau so auch in den Schichten der Flyschoberfläche festgestellt.

Die entdeckten produktiven Horizonte im unteren Miozän und im Flysch wurden fazielle Sandlinsen festgestellt. Da der Aufbau des unteren Miozäns und der produktiven Horizonte nicht gelöst wurde, so wurde auch die Perspektivität der weiteren Erforschung und der Förderung untergeordnet gehalten.

Die Auswertung der Erforschungsarbeiten und Förderungsresultate, welche auf Grund der Erkenntnisse der Lagerstätte Cunín durchgeführt wurde, hat die neuen Ansichten auf den Aufbau des unteren Miozäns, Flysch und auf die Lagerstätte von Erdöl und Gas gebracht (Abb. 3).

Das untere Miozän und Flysch ist durch zahlreiche Brüche in NW Richtung gestört, deren Tätigkeit im unteren Miozän oder Karpat endet und vereinzelt im Baden allmählich

aufhört (Abb. 5—8). Die jüngere Tektonik in NNW Richtung durchdringt epigenetisch den Karpat und das untere Miozän.

Am Ende der Karpatsedimentation geht es zur Inverzion des Flyschreliefs, zur Entstehung der Týnec-Cunín Elevation. Der Karpat ist teilweise denudiert und das Baden in der Randentwicklung transgrediert auf die ausgeglichene Oberfläche des Karpats (Abb. 4). Das untere Miozän ist durch die untermiozäne und jüngere badene Tektonik zu Teilstrukturen geteilt (Abb. 2).

Der unterliegende Flysch der Einheit Račanská bildet eine Decke mit dem Kern der Soláň Schichten (Paleocen bis unteres Eocen) im Relief des Querrückens am Rande der Mikulčice Depression und der Schuppe der Zlín Schichten (Abb. 8).

Die Erdöl und Erdgasvorkommen im unteren Miozän sind vor allem an die mit den Brüchen begrenzte Elevationstrukturen geknüpft. Die Bitumine im Flysch befinden sich in den Spalten des Flyschreliefs und in den Spaltenzonen, welche die Brüche begleiten. Ausserdem sind auch im inneren Flysch in Spalten der Sandsteine Bitumine akkumuliert, welche durch die Flyschbewegungen entstanden sind.

Die Kollektoren des Rohöls und Gas im unteren Miozän sind einerseits Sandlinse im Konglomeraten andererseits die sandigen Zwischenschichten an den Schichtflächen der Tone und dünne Sandeinlagen.

Die Teillagerstätten von Rohöl und Gas im unteren Miozän sind durch den Schichtendruck aus bituminösen Tönen und durch die Migration des Bitumens in die Elevationstrukturfallen entstanden. Im unteren Teile des Profils in den Zwischenlagen befindet sich Rohöl und im oberen Teile Gas. Auf Grund des untermiozänen und flyschenen Aufbaus sind die produktiven Flächen geteilt und die Vorräte von Rohöl und Gas bewertet.

Die höheren Schichtendrucke im unteren Miozän (15 %) sind Resultate der Mächtigkeitsverminderung der oberliegenden Forma-

tionen im Laufe der paleogeographischen Entwicklung des Miozäns. Auf Grund der neuen Erkenntnisse über den Aufbau des unteren Miozäns, des Flysches und auf Grund der Sicherstellung der produktiven Horizonte wird die Erkundung dieses Gebietes herges-

tellt, deren Resultate durch die ungenügende Bohrtechnologie seiner Zeit entstellt wurden. Die Rückvergütung des Investitionsmittels ist durch höhere Preise gesichert.

Preložil autor

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Metódy matematickej štatistiky v geochemii

Seminár na túto tému usporiadala geochemická skupina Slovenskej geologickej spoločnosti v Bratislave 26.—27. februára 1981. Na seminári boli nasledujúce referáty:

E. Plško — J. Medveď: **Hodnotenie vplyvu chyby analytického postupu na rozloženie obsahu stopových prvkov v geologických materiáloch** (Bratislava 26. 2. 1981)

Referát obsahoval návrh spôsobu umožňujúceho zhodnotiť vplyv chyby analytického postupu na rozloženie obsahu stopových prvkov v geologických materiáloch.

Na bohatom experimentálnom materiáli sa dokázalo, že rozloženie stopových prvkov v horninách a mineráloch, ako aj chybu analytických výsledkov spektrochemicky stanovených prvkov možno s dostatočnou mierou zhody, opísať logaritmicky normálnym modelom.

Podľa logaritmicky normálneho modelu rozloženia chyby spektrochemického stanovenia stopových prvkov možno hodnotiť štandardnú odchýlku kolísania logaritmu hodnoty koncentrácie na základe výsledkov paralelných meraní vykonaných na rozličných vzorkách toho istého typu sledovaného materiálu použitím rovnice

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log c_i - \log c_1)^2}{n-1}}$$

kde c_1 — koncentrácia zistená na i -tej vzorke v prvom a c_2 v druhom paralelnom meraní, p — celkový počet vzoriek súvisiacich s počtom meraní n vzťahom $2p = n$.

Štandardná odchýlka, charakterizujúca celkový rozptyl logaritmu hodnoty koncentrácie v celom sledovanom súbore daného typu vzoriek a zahrňajúca rozličné geochemické vplyvy, ktoré sa uplatnili jednak pri ich vzniku a jednak počas ich existencie (tlak, teplota, pH a pod.), ako aj príslušná chyba analytického stanovenia sa zisťuje pomocou známeho vzťahu

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p \left(\log \frac{c_i}{c_g} \right)^2}{2p}}$$

V súhlase so zákonom o sčítaní chýb je uvedený celkový rozptyl (s^2) pri stochastickej nezávislosti jednotlivých zložiek zložený z rozptylu (s_e^2) spôsobeného geochemickými faktormi a charakterizujúceho hľadaný čistý rozptyl daného prvku v sledovanom materiáli a rozptylu spôsobeného analytickým postupom (s_l^2).

$$s^2 = s_e^2 + s_l^2$$

Z uvedenej rovnice potom možno stanoviť štandardnú odchýlku kolísania logaritmu hodnoty koncentrácie nezafaženej príslušnými chybami analytického stanovenia.

Tento korekčný postup sa využil na zistenie parametrov rozloženia stopových prvkov stanovených spektrochemicky v kyslých, bazických a ultrabazických horninách z rozličných lokalít Západných Karpát.

Zistilo sa, že štandardné odchýlky stanovení (s_l) sú oveľa menšie ako štandardné odchýlky charakterizujúce celkový rozptyl (s), a preto vlastný rozptyl (s_e) daných prvkov v sledovaných horninách prakticky nekresťujú, čo potvrdzuje veľmi dobrá zhoda hodnôt s a s_e . Na základe toho možno vyvodit záver, že použité spektrochemické analytické metódy sú na dosiahnutie požadovaných geochemických uzáverov dostatočne presné. Použitie presnejších analytických postupov, resp. požiadavky ďalšieho spresnenia použitých spektrochemických postupov, už nevedie k spresneniu výsledkov zodpovedajúcich celkovému zámeru, a preto z vedeckého, ale ani ekonomického nie sú účelné, lebo nové informácie neposkytujú.

Podrobnejší opis uvádza práca E. Plško — J. Medveď 1981: The influence of the analytical error on the distribution of trace elements in geological materials. Geol. zbor, Geologica Carpath. (Bratislava), (v tlači).