





SBORNIK GEOLOGICKÝCH VED
JOURNAL OF GEOLOGICAL SCIENCES

**hydrogeologie,
inženýrská geologie**

**hydrogeology,
engineering geology**

18

Publikace Ústředního ústavu geologického,
nositele Řádu republiky a Řádu práce

Vědecký redaktor

RNDr. JÁN JETEL, CSc.

Diskuse o pracích se konala na poradním sboru vědeckého redaktora
dne 24. dubna 1984

© Ústřední ústav geologický, 1986

SBORNIK GEOLOGICKÝCH VĚD
JOURNAL OF GEOLOGICAL SCIENCES

**hydrogeologie,
inženýrská geologie**

**hydrogeology,
engineering geology**

18



VYDAL ÚSTŘEDNÍ ÚSTAV GEOLOGICKÝ
V AKADEMII, NAKLADATELSTVÍ ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD,
PRAHA 1986



OBSAH

Hašek V. - Obr F. - Přichystal A. - Verner M.: Application of geological and geophysical methods in archaeological research at Abusir. — Uplatnění geologických a geofyzikálních metod při archeologickém výzkumu v okolí Abúsfru	149
Michalíček M.: Geochemie hlubinných vod a plynů střední Moravy. — Геохимия глубинных вод и газов центральной Моравии	51
Šamalíková M.: Využití stereoelektronogramů pro inženýrskogeologickou charakteristiku horninového prostředí. — SEM application for engineering-geological characteristics of the rock massifs	9



Sbor. geol. věd	Hydrogeologie, inž. geologie, 18	Str. 9—50	17 obr.	10 tab.	24 příl.	Praha 1986 ISSN 0036-5289
--------------------	-------------------------------------	--------------	------------	------------	-------------	------------------------------

Využití stereoelektronogramů pro inženýrskogeologickou charakteristiku horninového prostředí

SEM application for engineering-geological characteristics of the rock massifs

Milena Samalíková¹

Předloženo 15. července 1983

Šamalíková M. (1986): Využití stereoelektronogramů pro inženýrskogeologickou charakteristiku horninového prostředí. — Sbor. geol. Věd, Hydrogeol., inž. Geol., 18, 9—50. Praha.

V ý t a h : Práce podává přehled o využití a příklady stereoelektronogramů v inženýrské geologii. Obsahuje seznam až dosud provedených prací a stručný popis použité metody. Příklady stereoelektronogramů jsou vybrány z prací o zvětvávání granitoidů, inženýrskogeologické charakteristice ploch nespojitosti v krystaliniku, možnosti použití kameniva pro sypané hráze a inženýrskogeologické charakteristice oslabení hornin krystalinika.

¹ Katedra geotechniky FAST VUT, Brno, Barvičova 85, 662 37 Brno

Úvod

Inženýrskogeologická charakteristika horninového prostředí podává obraz o hornině jako základové půdě i jako stavebním materiálu. Má-li inženýrský geolog dát projektantům spolehlivou předpověď o kvalitě hornin, musí často využívat i méně běžné, popř. časově a pracovně náročné zkušební a dokumentační metody. Jednou z nich je elektronová stereomikroskopie (dále jen SEM — scanning electron microscopy, synonyma v češtině: REM — rastrovací elektronová mikroskopie a ŘEM — řádkovací elektronová mikroskopie). SEM se používá pro charakteristiku mikrostruktury horninové hmoty a v poslední době v kombinaci s elektronovou mikroanalýzou pro stanovení hlavních prvků v jednotlivých bodech zkoumaného vzorku. Předložená práce shrnuje poznatky o využití SEM v oblasti mikrostruktury hornin (silikátů), a to v dosud nejširším publikovaném rozsahu. Využití SEM v inženýrské geologii je výhodné zejména k dokumentaci změn mikrostruktury zrn minerálů i základní hmoty při studiu pevnostních a přetvárných charakteristik hornin. Velké uplatnění SEM je při

stanovení typu hydrosilikátových reziduí a jejich objemových změn, a to nejen v soudržných zeminách, ale i ve skalních horninách. Dále je možno SEM s výhodou použít pro studium a inženýrskogeologické hodnocení povrchu ploch nespojitosti horninového masívu, smykových ploch na sesuvech i uměle vytvořených ploch porušení, které vznikají v průběhu zatěžovacích a tlakových zkoušek. Široká je možnost využití SEM pro hodnocení kvality dekoračního kamene a stavebního kameniva pro různé účely.

Stereoelektronogramy uvedené v této práci představují ukázky ze souboru v Československu dosud nepublikovaných příkladů hydrosilikátových reziduí skalních hornin krystalinika, které byly pořízeny v rámci výzkumů v posledních desíti letech. Jsou uvedeny příklady inženýrskogeologické charakteristiky hornin z přehradních míst u Josefova Dolu v krkonošsko-jizerském masívu a z Dalešic v moravské části moldanubika.

Výsledky těchto prací byly postupně zveřejňovány v rámci akcí pořádaných Mezinárodní inženýrskogeologickou asociací (International Association of Engineering Geology — IAEG).

Metoda SEM byla poprvé použita pro inženýrskogeologické účely v Československu autorkou v roce 1972. Teprve v dalších letech začala být více využívána i zahraničními inženýrskými geology.

V poslední době se začíná s využíváním SEM pro kontrolu pórovitosti injektáží zpevněných nesoudržných zemin, dále pro vyhodnocení povrchu zrn tekoucích písků a při zjišťování vztahu stupně tektonického oslabení hornin a výsledků geofyzikálního měření (Šamaličková 1982a, Hašek - Šamaličková 1983).

Práce je určena inženýrským geologům a pracovníkům z oboru mechaniky hornin, zabývajícím se studiem vlastností hornin a horninových masívů.

1. Princip elektronové stereomikroskopie

Principem použité metody SEM je, že ostře zfokusovaný svazek elektronů přebíhá periodicky po vzorku pomocí rastru podobného televiznímu rastru. Obraz je sledován na obrazovce s dlouhým dosvitem. Svazek elektronů z elektronové trysky je fokusován třemi elektronovými čočkami (kondenzory). Mezi druhou a třetí čočkou je periodicky odchylován systémem odchylovacích cívek tak, aby přebíhal po povrchu vyšetřovaného vzorku. Při dopadu na vzorek se vybudí sekundární elektrony, které jsou odsávajícím elektrickým polem přitahovány ke kolektoru. Intenzita proudu registrovaného kolektorem je v každém okamžiku dána emisními vlastnostmi té části povrchu, na niž elektronový svazek dopadá. Signál se obvykle zesiluje násobičem elektronů a za ním zapojeným zesilovačem. Takto zesíleným signálem se řídí jas paprsku obrazovky, jejíž rastr je synchronizován s rastrem mikroskopu. Na stínítku obrazovky se vytvoří

obraz povrchu vzorku, odpovídající rozložení koeficientu sekundární emise.

Rozlišovací schopnost tohoto přístroje je omezena jednak tím, že průměr řád-
kujícího elektronového svazku nelze učinit libovolně malým, jednak tím, že se
při dopadu primárních elektronů do jednoho bodu vytvoří sekundární elektrony
v určité oblasti kolem místa dopadu. K vytvoření kontrastu je třeba, aby na
vzorek dopadl dostatečný počet primárních elektronů. Čím větší je proudová
hustota elektronového svazku a čím kratší je pozorovací doba, tím menší prvek
je ještě možno zobrazit. Výhodou SEM proti elektronovému mikroskopu je, že
umožňuje dokumentovat i pórovité a objemově nestálé hmoty při zvětšení až
100 000×. Pro pozorování byl použit mikroskop typu Cambridge Stereoscan 250
ve Výzkumném ústavu stavebních hmot v Brně.

Chemické analýzy, kvalitativní spektrální analýzy a rtg. analýzy* minerálů
prováděl Ústav nerostných surovin, Kutná Hora, DTA analýzy laboratoř katedry
geotechniky VUT, Brno a chemické analýzy hornin Geologický průzkum, n. p.,
Ostrava, závod Brno.

2. Přehled a zhodnocení dosavadního využití SEM v inženýrské geologii

Stereoelektronogramy jsou uváděny především v pracích, které se zabývají
studiem mikrostruktury zemin. Nejčastěji je pomocí SEM dokumentována změna
struktury jílu vlivem mechanických a chemických činitelů, což je pochopitelné,
poněvadž v tomto oboru existuje návaznost na využívání elektronového mikro-
skopu pro studium jílových nerostů. Další skupinou prací, v nichž je SEM vy-
užívána, je studium agregátů. I tyto práce mají svoji tradici ve stavebnictví.
Možnost dokumentovat elektronovým mikroskopem změny betonové směsi
během jejího tuhnutí byla využívána deset let před použitím SEM. Proto tyto
práce, jejichž hlavním představitelem je E. J. Gillott (v letech 1973—1980),
jsou i v samém začátku využívání SEM v inženýrské geologii na poměrně vel-
mi dobré úrovni. I když studium agregátů je ve srovnání se studiem mikrostruk-
tury zemin v poslední době na druhém místě, vznikla vzhledem k praktické
potřebě nutnost zabývat se znovu touto problematikou. Proto se v rámci IAEG
konalo v roce 1984 v Nice Mezinárodní sympozium, které bylo zaměřeno pouze
na problematiku IG charakteristiky agregátů.

Rozvoj a využití SEM v inženýrské geologii vyvolaly práce, které se zabývaly
hodnocením pevnostních vlastností skalních hornin. Nutnost dokonale charakte-
rizovat tvar a rozsah jílových reziduí, která způsobují ztrátu pevnosti hornin
přímo donutila autory využívat SEM. Dosud se zatím poměrně málo prací za-
bývalo studiem mikrostruktury hmoty pro kontrolu technologických postupů
při zpracování a úpravě zemin, nebo pro kontrolu injektáže. Nejnovější práce

*Všude, kde je v práci uvedena rtg. analýza, jde o rentgenovou difrakční analýzu.

Tabulka 1

Přehled využití SEM v inženýrské geologii

rok	změny mechanických vlastností hornin	zvětvávání	studium agregátů	technologie
1973	Barden L. Mc Gown A. Collins A.		Gillott J. E. Swenson E. G.	
1974	Samalíková M. Barton M. E.	Samalíková M. Zolotarev G. S.	Hartley A. Gillott J. E. Gončarova L. Kiprina G. A. Baranova V. I. Pantakova M. P. Dragowski A. Kaczyński R. Mynnin W. A. Woronkiewič S. D.	Cotecchia V. Ginetti L. Melidoro G. Krizek R. J. Edil T. B. Ozaydin K.
1975	Matsuo S. Sawa K. Wolters R.	Grabowska-Olszewska B.	Gillott J. E. Hartley A.	
1977	Tuncer E. R. Lohnes R. A.	Mc Gown A. Derbyshire E.	Samalíková M.	
1978	Irfan T. Y. Dearman W. R.	Osipov V. I. Sokolov V. N. a) Yoshinaka R. Onodera T. Vidalie J. P. Le Roux A.	Dearman W. R. Baynes F. J. Irfan T. Y. Le Roux A. Gillott J. E.	Heraud H. Le Roux A. Restituto J. Le Roux A. Gillott J. E.

Sergejev M.
Grabovska-Olszewska B.
Osipov V. I.
Sokolov V. N.
Czurda K.
Osipov V. I.
Sokolov V. N.
b)

Yong R. N.
Sethi A. J.
Booy E.
Dascal O.

Ondrášik R.
Samalíková M.
Samalíková M.

Gillott J. E.
Dusseault M. B.
Morgenstern N. R.
Dusseault M. B.
Morgenstern N. R.

Gillott J. E.
French W. J.
Crammond N. J.
Baker A. F.
Poole A. B.

Samalíková M.

1980

Gonzales de Wallejo L. I.
Jimenez Salos A.
Leguey Jimenez S.
Wang Y. L.
Xiao L. S.

Qu Yongxin
Xu Bing
Shi Mengxiang
Xu Xiaolan
Onodera F. T.
Prateep D.
Moštanskij V. A.
Parabučev I. A.
Samalíková M.
Hašek V.

1981

1982 Samalíková M.

autorky naznačují, že i v této oblasti bude mít SEM poměrně velké uplatnění (Studium mikrostruktury písků zpevněných DUKOLEM. Archiv katedry geotechniky, VUT, Brno).

Jak vyplývá z časového přehledu autorů v tabulce 1, kteří použili ve svých pracích SEM pro inženýrskogeologickou charakteristiku horninového prostředí, datují se první práce do let 1973 a 1974. Jak vyplývá z časového přehledu využití SEM v inženýrské geologii v tabulce 1, je možno práce rozdělit do několika tematických skupin.

2.1 Studium změn mikrostruktury ve vztahu k mechanickým vlastnostem skalních hornin

První práce tohoto druhu byly publikovány na 2. kongresu IAEG v roce 1974 a v rámci mezinárodního symposia IAEG v témže roce. Š a m a l í k o v á (1974a,b,c) se zabývala vlivem stupně zvětrání na pevnost, objemovou hmotnost, hodnotu rychlosti šíření podélných ultrazvukových vln a nasákavost v granitoidních horninách. Dokumentovala změny způsobené hydrolyzou živců a limonitizací a na čtrnácti snímcích publikovala změnu mikrostruktury novotvarů. Jako první kombinovala dokumentaci SEM s výsledky DTA a rtg. analýzy.

Z o l o t a r e v (1974) použil jeden snímek k dokumentaci terciérních jílu. B a r t o n (1974) uvedl ve své práci zabývající se vlastnostmi měkkých pískovců jeden obrázek o zvětšení $600\times$. M a t s u o a S a w a (1975) zjišťovali odolnost zrn křemene a živce z rozvětralé žuly a dokumentovali vznik mikrotrhlinek v těchto zrnech rozpadem vzorku po pádu z výše 1,2 m. W o l t e r s (1975) sledoval vliv orientace delších os křemene podél smykové plochy v pískovci a v uhlí na pevnost těchto hornin. Smykovou plochu dokumentoval jedním obrázkem.

T u n c e r a L o h n e s (1977) studovali zvětralinu čedičů z Havaje a Portorika, v témže roce Š a m a l í k o v á dokumentovala procesy, které způsobují sesuvy na tektonických liniích v krystaliniku. D e a r m a n , B a y n e s a I r f a n (1978) uvedli snímky „zdravých“ a „nezdravých“ zrn minerálů a jejich poměr použili k vyjádření mikropetrografického indexu — I_p . Jedná se o studii chemicky zvětralého granitu z Anglie. Jejich práce se velmi podobá práci autorky z roku (1974c). Š a m a l í k o v á v témže roce použila SEM k vysvětlení ztráty pevnosti kameniva, tvořeného šedými pararulami, na sypané hrázi v Jirkově v Krušných horách a O n d r á š i k a Š a m a l í k o v á (1979) publikovali souhrnnou zprávu o inženýrskogeologickém výzkumu zvětrávání s ukázkami stereoelektronogramů autorky. V rámci mezinárodního symposia ISRM o oslabených horninách dokumentovali Q u Y o n g x i n et al. (1981) strukturu jílu z trhlin, které vznikly bobtnáním andezitu. O n o d e r a a P r a t e e p (1981)

použili SEM k dokumentaci struktury jílovců z lignitových dolů v severním Thajsku. Sledovali strukturní změny v řezech různě orientovaných k vrstevnatosti jílovců. Moščanskij a Parabučev (1981) se zabývali strukturou křídý a slínovce. Šamalíková a Hašek (1981) demonstrovali smykovou tektonickou plochu a její porušení trhlinou druhého zlomového systému.

Šamalíková (1982b) uvedla v rámci 4. mezinárodního kongresu IAEG charakteristické typy reziduí, které vznikají na plochách nespojitosti v krystaliniku.

2.2 Studium změn mikrostruktury zemin

První práce navazují na tradici popisu mikrostruktury jílu v mechanice zemin pomocí normálního elektronového mikroskopu. Nejčastěji je sledována změna struktury zemin (kolaps) vlivem zvýšení vlhkosti nebo změnou chemismu prostředí. Novější práce sovětských autorů jsou zaměřeny na studium mikrostruktury jílu různé geneze.

Barden, McGown a Collins (1973) studovali kontakty zrn v písku, spraši a jílu.

Moščanskij a Parabučev (1974) sledovali vliv aridního a humidního klimatu na strukturu slínu z okolí Eufratu a uvedli příklad dolomitizace. V témže roce Grabovska-Olszewska dokumentovala strukturu spraše z Polska.

McGown a Derbyshire (1977) se zabývali mikrostrukturou základní hmoty tillu.

Yoshinata a Onodera (1978) sledovali vztah tlakové pevnosti na vlhkost neogenních jílovitých zemin a změnu struktury demonstrovali na čtyřech obrázcích. Vidalie a Le Roux (1978) studovali strukturu organické hmoty z jílu. Sergejev et al. (1978) publikovali snímky mikrostruktury zemin různé geneze. Czurda (1978) sledoval vliv struktury jílu na vznik smykové plochy při tlakové a tahové zkoušce. Osipov a Sokolov (1978) sledovali změnu struktury mořských jílu vlivem výměny iontů, změn pH a koncentrace solí.

Gillott (1979), který se jinak hlavně zabýval studiem povrchu zrn kameňiva v agregátech, studoval mikrostrukturu hmoty senzitivních jílu z Kanady, Aljašky a Norska. Na snímcích dokázal, že základní hmota všech senzitivních jílu je kvalitativně stejná, ale poměrně řídké je obalení primárních minerálů, křemene a živce jílovou hmotou. V témže roce Osipov a Sokolov (1979) sledovali snímky mikrostruktury mořského, jezerního, ledovcového a ledovcovo-jezerního jílu. Dusseault a Morgenstern (1979) dokumentovali povrch zrn hlavních minerálů písku ve vztahu k jejich pevnosti a pórovitosti.

Gonzales de Vallejo, Jimenez Salos a Leguey Jime-

nez (1981) dokumentovali zeminy z oblasti La Laguna na Tenerife a Wang a Xiao (1981) uvedli jeden snímek smykové plochy s jílovitou výplní o zvětšení 200 \times .

2.3 Studium agregátů

Je soustředěno především na studium objemových změn a koroze kameniva v betonu. Gillott společně se Swensonem (1973) uveřejnili snímky, které znázorňovaly změny drob z Islandu a Kanady vlivem expanze.

Gončarova et al. (1974) studovaly strukturu popílku z tepláren a Dragowski et al. (1974) sledovali povrch částic popílku a zrn karbonátů. Gillott (1974) pokračoval ve studiu expanze kameniva v betonu. Tentokrát se zabýval expanzí fylitů, drob, dolomitů a vápenců. Uvedl snímek sádrovce a pyritu. Hartley (1975) studoval geologické faktory, ovlivňující povrch agregátů pro silniční účely.

Vliv NaCl a CaCl na kamenivo pro silniční účely studoval rovněž Gillott (1978), který se speciálně zaměřil na sledování rozrušování zrn kalcitu a dolomitu. Heraud, Restituto a Le Roux (1978) dokumentovali povrch zrn krystalických vápenců v agregátech.

2.4 Studium změn mikrostruktury vlivem technologických procesů

V této oblasti existuje zatím málo prací. Cotecchia, Ginetti a Melidoro (1974) sledovali změnu struktury jilu během konsolidace sesuvu teplotou.

V dosud nepublikované práci se v roce 1982 autorka začala zabývat problémem ověření pórovitosti injektáží zpevněných tekoucích písků (archív katedry geotechniky VUT, Brno).

3. Využití stereoelektronogramů pro inženýrskogeologické studium chemického zvětrávání jako příčiny oslabení hornin

Proces chemického zvětrávání lze charakterizovat jako reakci hornin, které jsou v litosféře v relativní rovnováze na vliv atmosféry, hydrosféry a biosféry. Podle platných termodynamických zákonů je možno vyjádřit proces zvětrávání jako ztrátu volné energie jednoho systému a popř. vzrůst volné energie druhého systému. Z inženýrskogeologického hlediska je možno chemické zvětrávání dělit v souladu s dělením podle Kellera (1957) na konstruktivní a destruktivní.

Konstruktivní typ zvětrávání zahrnuje veškeré procesy, které vedou ke změně petrografického složení hornin a projevují se konstruktivní tvorbou hydrosilikátových reziduí. Tento proces z hlediska vzniku nového systému se může projevit přírůstkem nové, volné energie. Zpravidla při něm nedochází k celkovému rozpadu horniny a při některých laboratorních zkouškách, např. nasákavosti a propustnosti pro vzduch, se to může projevit zdánlivě příznivě, jak dokázal Ondrášek (1970). Příkladem konstruktivního zvětrávání je vznik jílových reziduí v krystaliniku. Destruktivní typ zvětrávání je charakterizován pouze ztrátou energie systému, což často vede ke změně podmínek napjatosti horninového masívu a zpravidla se projevuje vznikem trhlin, drcením horniny a vznikem klastického rezidua. Nemusí se projevit změnou v chemickém složení horniny. Příkladem je rozpad hornin účinkem mrazu, vody a ledu a uvolňování horninových bloků vlivem reziduálních tektonických sil po inženýrském zásahu do horninového masívu.

Ke ztrátě pevnosti horninových masívů dochází velmi často kombinací obou typů zvětrávání.

Zvětrávání hornin představuje významnou změnu v horninovém masívu, která vede k jeho oslabení. Z tohoto hlediska je studium zvětrávání pro stavební praxi velmi důležité.

3.1 Příklad využití SEM pro inženýrskogeologickou charakteristiku zvětrávání žuly na přehradním profilu u Josefova Dolu

Přehradní profil je na řece Kamenici asi 750 m pod soutokem potoků Blatný a Velká Kamenice. Základovou půdou je šedorůžová liberecká žula krkonošsko-jizerského masívu. Vyrostlice tvoří K-živce, jehož zrna dosahují až 6 cm a menší zrna oligoklasu. Hornina je porfyrická, středně až hrubě zrnitá. Je složena z křemene, K-živce, oligoklasu a biotitu. Akcesorická jsou rudní zrnka, apatit, titanit, zirkon, muskovit, amfibol a granát. Druhotné jsou sericit, epidot a chlorit. V tlakově deformovaných polohách se projevuje limonitizace, která proniká od ploch nespojitosti až do štěpných mikrotrhlinek žilců.

Žulový masív je v těchto místech silně tektonicky porušen. Nejvýrazněji se uplatňuje saxonská radiální tektonika, která probíhá podle starších linií. Výrazné jsou linie SZ—JV se sklonem 80° k JZ, linie SV—JZ se sklonem 75—80° k SZ a dále směr S—J se sklonem 80° k Z. Mimo tyto plochy nespojitosti je žulový masív rozpukán ve smyslu Cloosových puklin „L“. Jsou to pukliny proměnlivého směru s nízkým sklonem 10—20°.

Žulový masív je zvodnělý. Jednak je vyvinut mělký horizont podzemních vod v hloubce mezi 2—5 m, který je vázán na povrchová klastická rezidua, jednak proud podzemní vody, který je v hloubce kolem 40 m a pravděpodobně cirku-

luje mezi jednotlivými údolími. Chemismus podzemní vody je kyselý s pH kolem 4,5 a vyšším obsahem CO_2 . Vody jsou proto slabě agresivní a zejména rozrušují horninové součásti bohaté na Ca. Vykazují stopy radioaktivity.

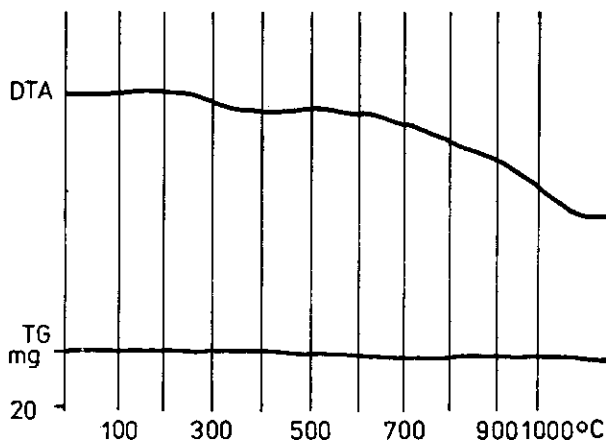
Z hlediska mechanických vlastností lze v horninovém masívu rozlišit: pevné masívní polohy, rozpukané polohy s makroskopicky nezávětralými minerály, závětralé a částečně limonitizované polohy, měkké až rozložené polohy, které mají až kašovitou konzistenci a plochy nespojitosti.

Hlavní příčinou rozpadu a oslabení žuly v kašovitou hmotu je hydrolyza živců. Pro její ověření byla separována zrna draselných a sodnovápenatých živců z pevných, závětralých a rozložených poloh, byl proveden chemický rozbor, rtg., DTA a TG analýza těchto zrn a štěpné plochy zrn byly dokumentovány pomocí SEM. Výsledky těchto rozborů byly vyhodnoceny ve vztahu k mechanickým vlastnostem jednotlivých poloh horninového masívu.

3.1.1 Pevné polohy

Jsou tvořeny šedorůžovou porfyrickou žulou. Průměrné hodnoty polních zkoušek: modul pružnosti E (ze zatěžovací zkoušky) 15 000 MPa, modul přetvárnosti $E_0 = 7000\text{--}8000$ MPa. Průměrné hodnoty laboratorních zkoušek: objemová hmotnost $\rho = 2700 \text{ kg.m}^{-3}$, rychlost podélných ultrazvukových vln $V_p = 4000\text{--}5600 \text{ m.s}^{-1}$, nasákavost = 0,79 % a pevnost v tlaku = 120–150 MPa.

Chemické složení draselného živce, který byl potvrzen rtg. analýzou, je v tabulce 2. Z průběhu DTA a TG analýzy (obr. 1) vyplývá, že zde nastaly změny vyvolané přítomností tepelně aktivních látek.



1. Křivka DTA a TG draselného živce, Josefův Důl, pevná žula

Tabulka 2

Chemické složení a výsledek spektrální analýzy draselného živce z pevných a zvětralých poloh žuly, Josefův Důl [%]

	pevné polohy	zvětralé polohy
SiO ₂	65,13	65,37
TiO ₂	0,08	0,16
Al ₂ O ₃	17,93	17,56
Fe ₂ O ₃	0,21	0,68
FeO	0,06	0,06
MnO	st.	st.
MgO	st.	st.
CaO	0,81	0,41
Na ₂ O	3,17	2,57
K ₂ O	11,46	11,63
ztráta žiháním	0,54	0,96
ztráta sušením	0,11	0,21
XO %	Al, Si	Al, Si
X %	K, Na	K, Na
0,X %	Ba, Ca, Fe, Sr	Ba, Ca, Fe, Sr, Ti
0,0X %	Mg, Ti	Mg
pod 0,0X %	Cu, Ga, Mn, Ni, Pb, Zr	Be, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni, Pb, Sn, V, Y, Yb, Zr
problematické negativní	B, Be, Cr, Hg, Li, Sn, Y, Yb, Zn Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Gs, In, Mo, Nb, P, Sb, Sc, Ta, Te, Tl, U, W	Zn, B, Hg, W Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Ge, In, Li, Mo, Nb, P, Sb, Sc, Ta, Te, Tl, U

Výsledky stereoelektronogramů jsou v příloze I. Na obrázku 1 je snímek štěpné plochy neporušeného draselného živce. Na obrázku 2 je detail téhož zrna, který znázorňuje štěpnou plochu vnitřní části trhliny z obrázku 1 a na obrázku 3 je detail této štěpné plochy. Všechny tři snímky představují příklad neporušené štěpné plochy draselného živce. Rozbor plagioklasu z pevných poloh již prokázal příměs jílového minerálu.

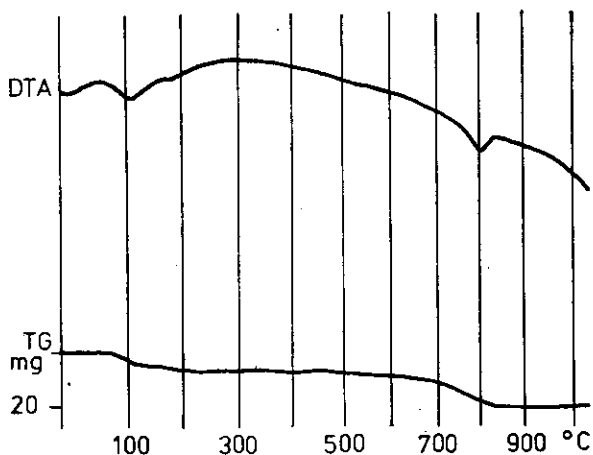
Chemická analýza, kterou bylo prokázáno 5,40 % CaO a 7,07 % Na₂O v tabulce 3, odpovídá oligoklasu (E. Fediuková 1983 — ústní sdělení). Na DTA křivce (obr. 2) lze sledovat endotermní reakci kolem 200 °C, jejíž průběh nasvědčuje přítomnosti jílového nerostu montmorillonitového typu a dále příměs jemně rozptýleného kalcitu, jehož reakce vzhledem k velmi jemné formě je posunuta až na 800 °C. Obě změny jsou patrné i z úbytku na váze na křivce TG. Přítomnost montmorillonitu byla ověřena rtg. analýzou.

Výsledky stereoelektronogramů jsou v příloze II. Na obrázku 1 je znázorněna štěpná plocha oligoklasu, na níž lze rozlišit jednak málo narušené části plochy, jednak počínající narušování a narůstání hydrátů v blízkosti mikrotrhlinek. Na obrázku 2 je detail mikrotrhlinky s novotvary a na obrázku 3 je detail málo

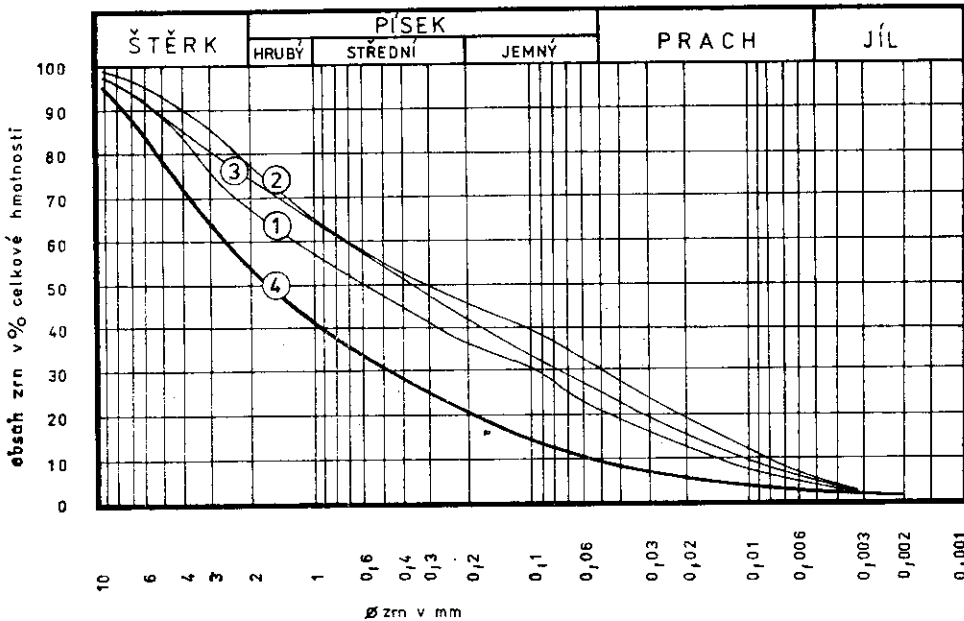
Tabulka 3

Chemické složení a výsledek spektrální analýzy oligoklasu z pevných a zvětralých poloh žuly, Josefův Důl [%]

	pevné polohy	zvětralé polohy
SiO ₂	59,23	57,64
TiO ₂	0,16	0,27
Al ₂ O ₃	21,25	24,21
Fe ₂ O ₃	0,37	1,91
FeO	0,11	0,16
MnO	0,01	st.
MgO	0,16	1,14
CaO	5,40	0,53
Na ₂ O	7,07	2,44
K ₂ O	1,70	6,73
ztráta žíháním	3,88	4,34
ztráta sušením	1,10	1,82
XO %	Al, Si	Al, Si
X %	Ca, Na	K, Na
0, X %	Fe, K, Mg, Sr	Ca, Fe, Mg, Ti
0,0X %	Ba, Ga, Mn, Ti	Ba, Sr
pod 0,0X %	B, Be, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, V, Yb, Zr, Y	B, Be, Co, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni, Pb, Sc, Sn, V, Y, Yb, Zr
problematické negativní	Ag, Li, W, Zn As, Au, Bi, Cd, Co, F, Ge, Hg, In, Mo, Nb, P, Sb, Sc, Ta, Te, Tl, U	Li, Zn Ag, As, Au, Bi, Cd, Ge, Hg, In, Mo, Nb, P, Sb, Ta, Te, Tl, U, W



2. Křivka DTA a TG oligoklasu, Josefův Důl, pevná žula



3. Zrnitost eluvia (1, 2, 3) a klastického rezidua (4) žuly, Josefův Důl

porušené části plochy. Ve srovnání s detailem neporušené plochy z obrázku 3 na příloze I je patrné, že plocha je částečně narušena hydrolyzou a systém štěpných mikrotrhlin zde vymizel.

3.1.2 Rozpukané polohy s makroskopicky nevětralými minerály

Jsou petrograficky shodné s předcházejícími, ale rozpukání poněkud snižuje hodnotu rychlosti šíření ultrazvukových vln. Byly většinou zjištěny hodnoty kolem 4000 m.s.^{-1} . S tím souvisejí i nepatrně nižší hodnoty E_d . Modul přetvárnosti E_0 se v nižších oborech zatížení téměř neliší od modulů neporušené horniny. Rozdíl nastal až při vyšším zatížení. Přehled výsledků zatěžovací zkoušky pevné a rozpukané horniny je v tabulce 4 (výsledky jsou uvedeny podle zkoušek Geotestu, n. p., Ostrava).

Tabulka 4

Výsledky zatěžovací zkoušky pevné a rozpukané liberecké žuly, Josefův Důl (podle Geotestu, n. p., Ostrava)

typ horniny	modul přetvárnosti v oboru zatížení				modul pružnosti MPa
	0–1	0–2	0–3	0–4 MPa	
pevné polohy	8000	6900	7900	8300	15 000
rozpukané polohy	8000	7600	6600	6300	15 000

3.1.3 Zvětralé a částečně limonitizované polohy

Tvoří ostře ohraničené části v masívu. Jejich mocnost je proměnlivá (zpravidla do 10 m). Pro ověření změn jejich chemického složení byly analyzovány vzorky eluvia, které přecházelo do zvětralých poloh. Na obrázku 3 jsou charak-

Tabulka 5

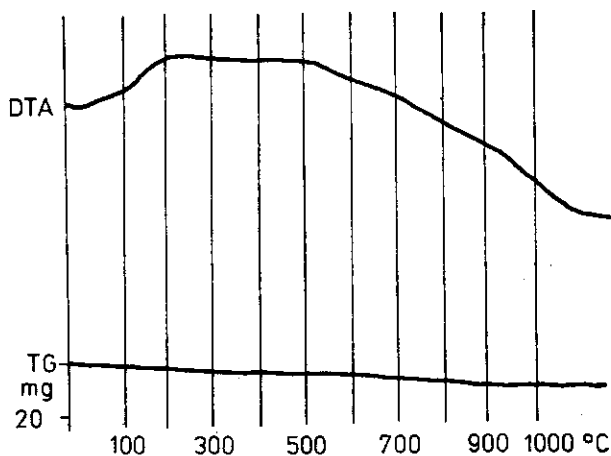
Chemické složení eluvia žuly z kopané sondy K-116, Josefův Důl [%]

hloubka: m	0,33	0,43	0,60	0,75	1,01	1,03
SiO ₂	69,89	69,83	69,06	72,18	68,80	70,43
Al ₂ O ₃	15,19	14,85	16,48	14,38	15,50	15,10
Fe ₂ O ₃	2,48	2,24	1,66	1,68	2,69	1,57
FeO	0,96	1,04	0,49	0,92	0,78	1,52
TiO ₂	0,56	0,54	0,37	0,44	0,57	0,49
MnO	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
CaO	0,51	0,47	0,51	0,68	0,50	0,80
MgO	0,86	0,80	0,57	0,71	0,86	0,95
K ₂ O	3,00	3,00	5,65	3,82	3,25	3,57
Na ₂ O	1,65	1,74	2,16	2,28	1,87	2,97
ztráta žháním	4,74	5,20	2,50	2,29	5,04	2,07

teristické křivky zrnitosti, kterými bylo prokázáno, že vzorky z hloubky 0,33, 0,43 a 0,60 m představují typické eluvium, které podle Konty (1973) lze charakterizovat jako polyklastické eluvium, složené z 25–32 % kamínků, 49 % úlomků psamitů, 21–32 % částic aleuritů a 2 % pelitů. V hloubce 0,75 m je ostrá hranice mezi eluviem a zvětralými polohami žuly, kdy polyklastické reziduum je složeno ze 45 % kamínků, 45 % úlomků psamitů a pouze 8 % aleuritů a 2 % pelitů. Analýzy byly provedeny ze vzorků, odebraných z kopané sondy v místě, kde zvětralé polohy byly zastíženy na povrchu a jejich výsledek je v tabulce 5. Z těchto rozborů je prokázáno, že není podstatná změna v chemismu horniny v průběhu jejího mechanického rozpadu. Hodnoty mechanických vlastností zvětralých poloh jsou podstatně nižší než vlastností poloh rozpukaných. Modul přetvárnosti $E_0 = 2800$ MPa, objemová hmotnost $\rho = 2400$ kg.m⁻³, rychlost podélných ultrazvukových vln, $V_p = 2000$ – 3000 m.s⁻¹ a pevnost v tlaku nepřekračuje hodnotu 50 MPa.

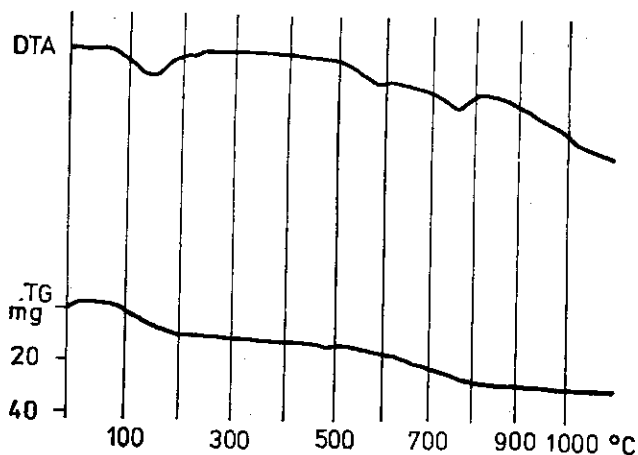
Draselné živce, separované z těchto zvětralých poloh, neprokázaly změnu v chemické analýze (tab. 2). Rovněž průběh DTA a rtg. analýzy se podstatně neliší od průběhu křivek draselného živce, separovaného z pevných poloh (obr. 4). Přestože těmito metodami nebyly prokázány změny, byly pomocí SEM dokumentovány krystalky křemene v mikrotrhlkách draselného živce a částečná limonitizace na okrajích zrn. Na obrázku 1 v příloze III je znázorněna křemenná výplň mikrotrhlky a na obrázcích 2 a 3 jsou detaily z okraje mikrotrhlky.

4. Křivka DTA a TG
draselného živce, Jose-
fův Důl, zvětralá žula



kde křemenné krystalky jsou již částečně povlečeny limonitem. V příloze IV na obrázku 1, 2 a 3 je znázorněna limonitizace, a to na obrázcích 1 jako detail z obrázku 3 v příloze III, na obrázcích 2 a 3 jako souvislé povlaky na bazální ploše v okolí mikrotrhlíky. Vzhledem k tomu, že okraj separovaného zrna byl rezavě zabarven, je existence limonitových povlaků jasně prokázána, i když z chemického rozboru ani z křivky DTA nelze tuto změnu stanovit. Jedná se o ledvinité amorfní povlaky hydroxidu železa. Pouze v jednom případě bylo pomocí SEM ověřeno narušování povrchu živcového zrna formou osamocených voštinových agregátů. Podle srovnání s jinými stereoelektronogramy jde pravděpodobně i v tomto případě o limonit (příloha V, obrázky 1, 2 a 3).

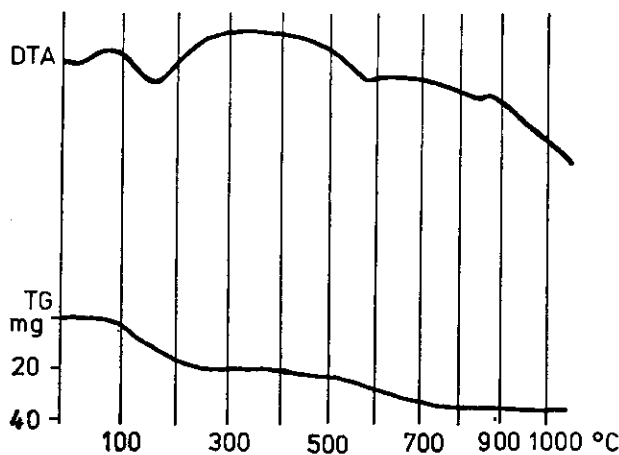
Rozbor oligoklasu separovaného ze zvětralých poloh prokázal, že vlivem hydrolýzy v procesu zvětvávání nastala změna v chemismu (tab. 3), když hodnota CaO klesla na 0,53 % a hodnota Na₂O na 2,44 %. Rtg. analýzou byl stanoven oligoklas jako hlavní nerost, příměs slídy, křemene a ortoklasu. Linie 1,509 nm prokázala přítomnost montmorillonitu. Výsledek rozboru DTA a TG, který je na obrázku 5, prokázal, že při 220 °C nastala endoprodleva, která charakterizuje jílový nerost a endoprodleva kolem 570 °C prokázala příměs křemene. Přesto teprve stereoelektronogramy podaly jasný důkaz o množství novotvarů hydrosilikátových reziduí. Bylo prokázáno postupné šíření novotvarů podle mikrotrhlínek v různých stádiích hydrolýzy. Narůstání novotvarů je znázorněno v příloze VI na obrázcích 1, 2 a 3, kde můžeme sledovat postupné překrývání původního povrchu zrna hydráty. SEM byl prokázán lístkovitý charakter nové jílové hmoty. V příloze VII na obrázcích 1 a 2 je znázorněno celkové překrytí povrchu zrna oligoklasu jílovými novotvary, které se vyvíjejí od mikrotrhlínek a postupně narušují celé zrno. Struktura nově vytvořené hmoty je znázorněna v detailu na obrázku 3 v příloze VII.



5. Křivka DTA a TG oligoklasu, Josefův Důl, zvětralá žula

3.1.4 Rozložené polohy měkké až kašovitě konzistence

Jsou vyvinuty jako nepravidelné polohy uvnitř masívu. Byly zastiženy vrty až v hloubce kolem 40 m, kdy výnos jádra klesl pod 17 0/0. Pravděpodobně jsou vázány na křížení zlomových systémů, které vedou podzemní vodu s pH kolem 4,5 a vyšším obsahem CO₂. Jsou šedozelené až šedobílouřezové; v základní kašovitě hmotě lze dobře oddělit zrna křemene od částečně rozložených zrn různých živců a zelenobílé základní hmoty. Z těchto poloh byly jednotlivé součásti separovány a proveden jejich komplexní rozbor. Z DTA křivky (obr. 6)



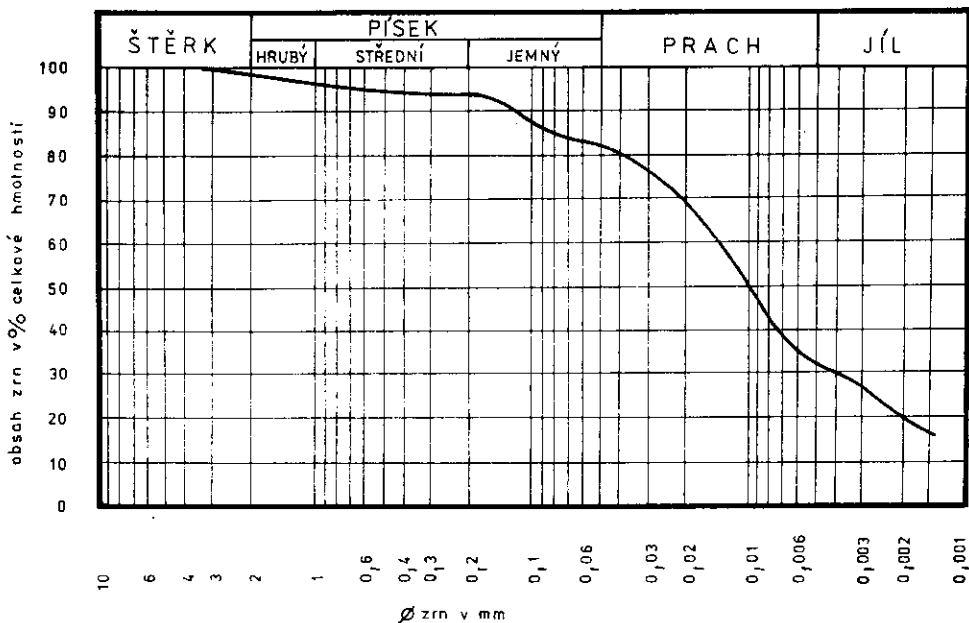
6. Křivka DTA a TG bíloželené hmoty, Josefův Důl, kašovitá poloha žuly

břloželené hmoty je vidět, že se jedná již o typickou, jílovou hmotu, jejíž složení bylo rtg. analýzou určeno takto: jako hlavní minerály byly stanoveny křemen, muskovit, ortoklas a montmorillonit. Chemické složení této hmoty je v tabulce 6. Bylo prokázáno, že úbytek nenastal jen u hodnoty CaO, ale i u hodnoty Na₂O, která klesla na 0,68 ‰. Rovněž narůžovělá hmota měla jílový charakter, rtg. analýzou byl stanoven jako hlavní ortoklas s příměsí minerálu ze skupiny slíd. Jejich chemický rozbor je rovněž uveden v tabulce 6. Ve svahu řeky Kamenice byla zjištěna poloha bílých, měkkých jílu, které prokázaly tyto vlastnosti: vlhkost w = 23 ‰, index plasticity I_p = 13,1, mez tekutosti w_l = 39,9 ‰, mez plasticity w_p = 26,8 ‰. Podle křivky zrnitosti na obrázku 7 se jedná o čistý jíl, který se skládá z 80 ‰ z částic o průměru pod 0,04 mm a 32 ‰ částic o průměru pod 0,005 mm. Podle výsledku DTA (obr. 8), a to jak průměrného vzorku, tak i jemné frakce, se jedná o materiál, který pochází ze zvětralých živců a který obsahuje poměrně vysoké procento křemene.

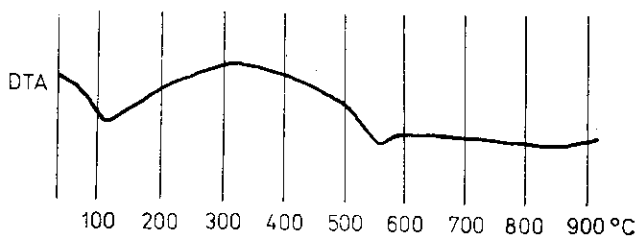
Tabulka 6

Chemické složení a výsledek spektrální analýzy růžové a zelenobílé hmoty z kašovitých poloh žuly, Josefův Dál [‰]

	růžová hmota	zelenobílá hmota
SiO ₂	65,06	64,90
TiO ₂	0,19	0,55
Al ₂ O ₃	17,60	18,56
Fe ₂ O ₃	1,03	2,40
FeO	0,06	0,17
MnO	st.	st.
MgO	0,36	0,99
CaO	0,63	0,68
Na ₂ O	0,95	0,68
K ₂ O	10,97	6,00
ztráta žiháním	2,52	4,32
ztráta sušením	0,95	3,47
X0 ‰	Al, Si	Al, Si
X ‰	Ka	K
0,X ‰	Ba, Ca, Fe, Mg, Na, Sr, Ti	Ca, Fe, Mg, Na, Ti
0,0X ‰		Ba, Sr
pod 0,0X ‰	B, Be, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni, Pb, Sn, V, Y, Yb, Zr	B, Be, Co, Cu, Ga, Mn, Ni, Pb, Sc, Sn, V, Y, Yb, Zr
problematické negativní	W, Zn Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Ge, Hg, In, Li, Mo, Nb, P, Sb, Se, Ta, Te, Tl, U	Li, Zn Ag, As, Au, Bi, Cd, Ge, Hg, In, Mo, Nb, P, Sb, Ta, Te, Tl, U, W



7. Křivka zrnitosti bílého jílu, Josefův Důl



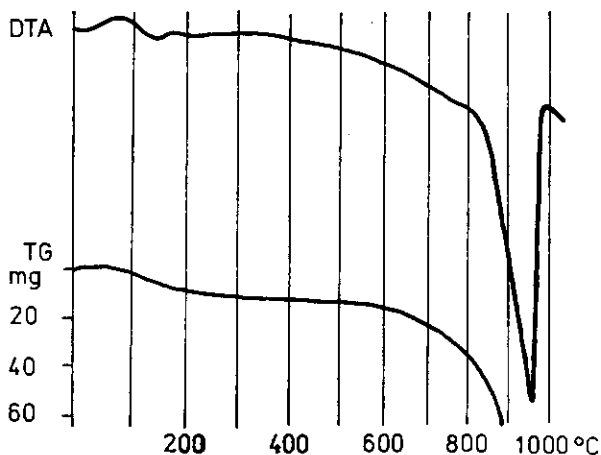
8. Křivka DTA bílého jílu, Josefův Důl

3.1.5 Plochy diskontinuity

Jsou dány hlavními tektonickými liniemi a vnitřním rozpukáním masívu. Některé z hlavních puklin jsou vyplněny bílou hmotou, jejíž složení bylo ověřeno rtg. analýzou, DTA a TG. Jako hlavní nerost byl stanoven kalcit, jako vedlejší oligoklas a křemen (obr. 9). Chemická analýza, která je uvedena v tabulce 7, prokázala 37,46 % CaO.

Z výsledků celkového zhodnocení studia zrn živců pro inženýrskogeologickou charakteristiku zvětrávání žuly z Josefova Dolu byl prokázán postupný rozklad

9. Křivka DTA a TG
výplně pukliny, Jose-
fův Důl



oligoklasu vlivem hydrolyzy. Ztráta CaO nastala již během změn v částečně navětralé hornině. Stereoelektronogramy byla potvrzena tvorba montmorillonitového hydrosilikátového rezidua jako hlavního produktu zvětrávání a jako hlavní příčina ztráty pevnosti.

Tabulka 7

Chemické složení a výsledek spektrální analýzy výplně pukliny
z vrtnu J-102, hloubka 45 m, Josefův Důl [%]

SiO ₂	21,03
TiO ₂	0,20
Al ₂ O ₃	5,97
Fe ₂ O ₃	0,77
FeO	0,08
MnO	0,03
MgO	0,66
CaO	37,46
Na ₂ O	1,22
K ₂ O	0,78
ztráta žháním	31,46
ztráta sušením	1,22
X0 %	Al, Ca, Si
X %	
0,X %	Fe, K, Mg, Mn, Na
0,0X %	Sr, Ti
pod 0,0X %	B, Ba, Be, Cr, Cu, Ga, Ni, Pb, Y, Yb, Zr
problematické	Ag, Cd, Sn, V, Zn
negativní	As, Au, Bi, Co, F, Ge, Hg, In, Li, Mo, Nb, P, Sb, Sc, Ta, Te, Tl, U, W

3.2 Příklad využití SEM pro inženýrskogeologické vyhodnocení ploch nespojitosti skalních svahů v blanenském granodioritu

V rámci úpravy a rekonstrukce železniční tratě Brno—Česká Třebová v úseku Brno—Blansko byla provedena celková revize skalních svahů. Skalní odřez u Adamova, 125 m dlouhý a 27 m vysoký, a skalní odřez u Blanska, 120 m dlouhý a 33 m vysoký, byly dlouhodobě sledovány a byla ověřena stabilita jejich stěn. Oba svahy jsou tvořeny granodioritem blanenského typu brněnského masívu. Granodiorit je šedý až šedorůžový, hypidiomorfně zrnitý, obsahuje podle modální analýzy 44,2 % plagioklasů bazicity $Ab_{80}An_{20}$, 13 % draselných živců, 27,4 % křemene, 11,2 % biotitu, 3,5 % amfibolu a 0,7 % akcesorií. Biotit je místy chloritizován. V granodioritu jsou čočky amfibolicko-biotitického dioritu, které obsahují až 10 % magnetitu.

V obou skalních svazích je granodiorit silně tlakově deformován a částečně i druhotně rozpučen. Horninový masív je suchý, ale dokonale propustný, především podle puklin a tektonických pásem. Z hlediska mechanických vlastností lze rozlišit pevné polohy, hustě rozpučené polohy, polohy klastických reziduí a plochy nespojitosti.

3.2.1 Pevné polohy

Jsou tvořeny všesměrnou masívní horninou, jejíž pevnost v prostém tlaku je 200 MPa, objemová hmotnost $\rho = 2700 \text{ kg.m}^{-3}$ a rychlost šíření podélných ultrazvukových vln $V_p = 5000 \text{ m.s}^{-1}$.

Biotitová zrna z těchto poloh jsou nezávětralá, a jak je patrné na stereoelektronogramu v příloze VIII, obrázek 1, nemají stopy novotvarů chloritu. Rovněž zrna plagioklasu, která jsou znázorněna stereoelektronogramy v příloze IX na obrázku 1 a 2 jsou poměrně čistá, bez reziduí.

3.2.2 Hustě rozpučené polohy

Jsou sice tvořeny ostrohrannými bloky kvazipevné horniny, jejichž průměr je 0,5 m, avšak pevnost hornin z těchto bloků je značně nižší než pevnost hornin z pevných poloh. Zpravidla nepřesahuje hodnotu 150 MPa. Rovněž objemová hmotnost $\rho = 2600 \text{ kg.m}^{-3}$ je nižší a rychlost šíření podélných ultrazvukových vln dosahuje průměrné hodnoty $V_p = 3000 \text{ m.s}^{-1}$.

Stereoelektronogramy biotitických zrn prokázaly, že biotit v těchto polohách začíná být chloritizován (příloha VIII, obrázky 2 a 3) a plagioklasová zrna se

začínají pokrývat hydráty, které mají charakter jílovité hmoty. Podle zkušebností s elektronogramy z jiných lokalit vzniká takovéto uspořádání hydrosilikátového rezidua, je-li přítomen sericit. Snímky plagioklasů jsou v příloze IX na obrázcích 3 a 4.

3.2.3 Polohy klastických reziduí

Jsou zpravidla silně limonitizované a vyskytují se nejen při povrchu, ale hlavně v různých místech uvnitř masívu. Jejich pevnost v prostém tlaku, pokud se podaří získat zkušební tělíska, nepřesahuje 40 MPa, jejich objemová hmotnost ρ je pod 2300 kg.m^{-3} a rychlost podélných ultrazvukových vln V_p nepřesahuje hodnotu 1300 m.s^{-1} .

3.2.4 Plochy nespojitosti

Jsou nejdůležitějším prvkem pro inženýrskogeologické hodnocení brněnského masívu. Pevné polohy jsou prostoupeny pouze hlavními puklinami, které probíhají ve směrech SV—JZ, se sklonem $40\text{--}60^\circ$ k JV, S—J se sklonem $60\text{--}80^\circ$ k V a V—Z s proměnlivým sklonem k J. Hlavní pukliny ve směru S—J jsou často vyplněny epidotem, který dosahuje mocnosti až několika cm. Tyto pukliny představují oslabená místa masívu, což bylo potvrzeno např. závalem v průběhu rekonstrukce tunelu čís. 4 (příloha X, obr. 2) a uvolňováním bloků ze skalní stěny v Blansku (příloha X, obr. 1). Chemické složení výplně epidotizovaných puklin z obou uvedených míst je v tabulce 8. Byl prokázán vysoký obsah CaO a Fe_2O_3 .

Tabulka 8

Chemické složení výplně puklin s epidotem v granodioritu, na železniční trati Brno—Blansko [%]

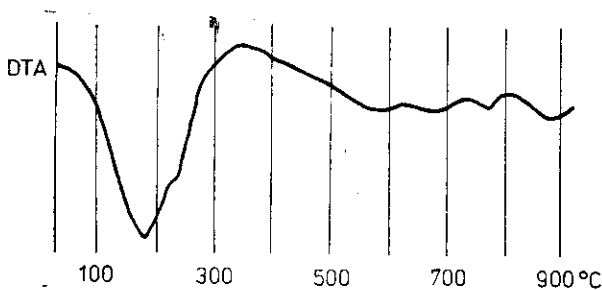
	skalní odřez		tunel 3 (zával)	
	Blansko	V-1	V-2	V-3
SiO ₂	54,47	55,97	58,24	60,63
Al ₂ O ₃	18,78	11,88	17,27	16,99
Fe ₂ O ₃	6,67	4,25	5,23	4,82
FeO	0,25	0,68	0,61	0,78
TiO ₂	0,62	0,84	0,72	0,42
MnO	0,08	0,14	0,15	0,11
CaO	12,51	9,04	9,39	8,52
MgO	0,47	1,74	1,12	0,82
K ₂ O	1,43	1,44	0,54	0,82
Na ₂ O	2,65	0,74	3,56	3,56
H ₂ O ⁺	0,49	4,56	1,36	2,65
H ₂ O ⁻	0,79	3,16	0,67	0,32

Tabulka 9

Chemické složení výplně pukliny s mylonitem, Blansko [%]

	průměrný vzorek	frakce pod 0,06 mm	frakce nad 0,06 mm
SiO ₂	61,37	52,21	67,09
Al ₂ O ₃	15,60	18,16	13,63
Fe ₂ O ₃	2,54	3,93	2,34
FeO	1,84	2,85	1,72
TiO ₂	0,77	1,29	0,64
MnO	2,94	2,80	2,80
CaO	4,53	6,25	3,63
MgO	0,08	0,14	0,08
K ₂ O	2,34	3,98	2,30
Na ₂ O	1,95	1,45	2,05
ztráta žháním	4,96	6,32	3,61

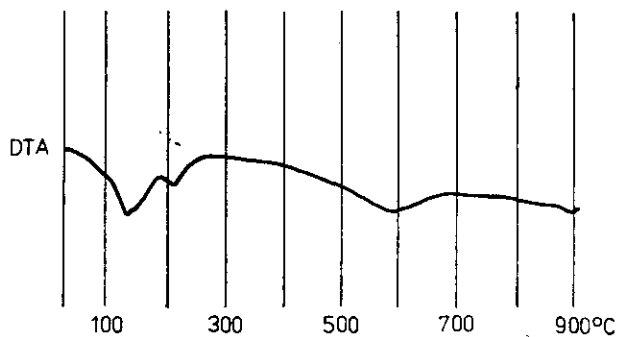
Dalšími významnými oslabenými plochami jsou tektonické linie s mylonity. Probíhají ve směru V—Z a SV—JZ. Mylonity jsou zpravidla šedozelené až bílozelené, při styku s vodou snadno bobtnají. Jejich chemismus byl zjišťován z pukliny skalního odřezu v Blansku (tab. 9). Na rozdíl od puklin s epidotem, je nízká hodnota CaO a Fe₂O₃ a vyšší SiO₂. Z výsledku rozboru DTA na obrázku 10 je patrné obohacení mylonitu o jílové nerosty illit-montmorillonitového



10. Křivka DTA výplně pukliny z mylonitové zóny, Blansko

typu. Separací biotitu a jeho dokumentací pomocí SEM bylo zjištěno úplně překrytí štěpných ploch biotitu chloritem, což je znázorněno v příloze VIII na obrázku 2. DTA křivka chloritizovaného biotitu je znázorněna na obrázku 11.

Třetím typem ploch nespojitosti v blanenském granodioritu jsou limonitizované pukliny. Vznikají většinou oxidací působením vzdušného kyslíku v otevřených trhlinách. Limonitizace se projevuje hlavně na stěnách puklin, zatímco výplň je detritická, obohacená o křemenná zrna. Jak chemická analýza průměrného vzorku i jeho jemné frakce z pukliny ve skalní stěně v Adamově, tak i výsledek DTA z jemné frakce vzorku (obr. 12) potvrzuje přítomnost křemene



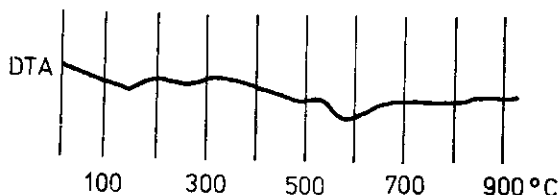
11. Křivka DTA chloritizovaného biotitu z granulioritu, Blansko

endoprodlevou kolem 570 °C. Měření deformace trhlin účinkem mrazu bylo provedeno na skalním odřezu v Blansku. Byla sledována deformace trhlin během zimních a jarních měsíců a vyhodnocena v závislosti na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu. Bylo použito elektrického měřicího snímače značky ITW 301 ve spojitosti s můstkem UM 111. Zápis byl prováděn na zapisovači značky Wareg. Měřicí aparatura byla upravena tak, že koncové hroty invarového měřidla byly upevněny do horniny a navázaly na tyč z taveného křemene, která byla upevněna na invarový hrot na druhé straně trhlinky (příloha XI, obr. 1). Invarové tyče byly zapuštěny a zabetonovány do hloubky 60 cm. Měření bylo provedeno v rozmezí teploty +30 °C až -20 °C. Výsledky tohoto měření jsou znázorněny grafem na obrázku 13. Maximální rozevření trhlinek během 3 měsíců bylo 0,02 mm, které nastalo u tří ze čtyř zkoušených trhlinek. Citlivost deformace trhlin v závislosti na teplotě je největší v rozmezí +5 °C až -5 °C.

Tabulka 10

Chemické složení výplně pukliny s limonitem, Adamov [%]

	průměrný vzorek	frakce pod 0,06 mm	frakce nad 0,06 mm
SiO ₂	66,70	56,90	65,33
Al ₂ O ₃	16,84	22,17	16,42
Fe ₂ O ₃	2,50	3,74	3,00
FeO	0,83	0,35	0,76
TiO ₂	0,32	0,32	0,39
MnO	1,54	3,50	2,10
CaO	1,51	2,02	1,91
MgO	0,10	0,18	0,16
K ₂ O	2,72	1,37	2,26
Na ₂ O	3,35	0,93	2,71
ztráta žháním	3,08	8,37	4,31



12. Křivka DTA limonitizované výplně pukliny, Adamov

Po dlouhodobém sledování bylo zjištěno, že v průběhu dvou let došlo v těchto místech k drcení horniny a vzniku nové trhliny. Studium ploch nespojitosti v blanenském granodioritu je příkladem jednak destruktivního typu zvětrávání, při němž dochází k vytváření nových trhlin, jednak konstruktivního zvětrávání, při němž dochází k tvorbě jílových reziduí v mylonitových zónách, obohacení o jílové minerály v epidotizovaných polohách a k chloritizaci biotitu. Na příloze XI, obrázek 3 je stereoelektronogram, na němž je znázorněn ohyb šupinek biotitu vlivem tlaku při drcení v okolí nově vzniklé trhliny.

3.3 Příklad využití SEM ke studiu oslabení hornin v oblasti vodního díla Dalešice

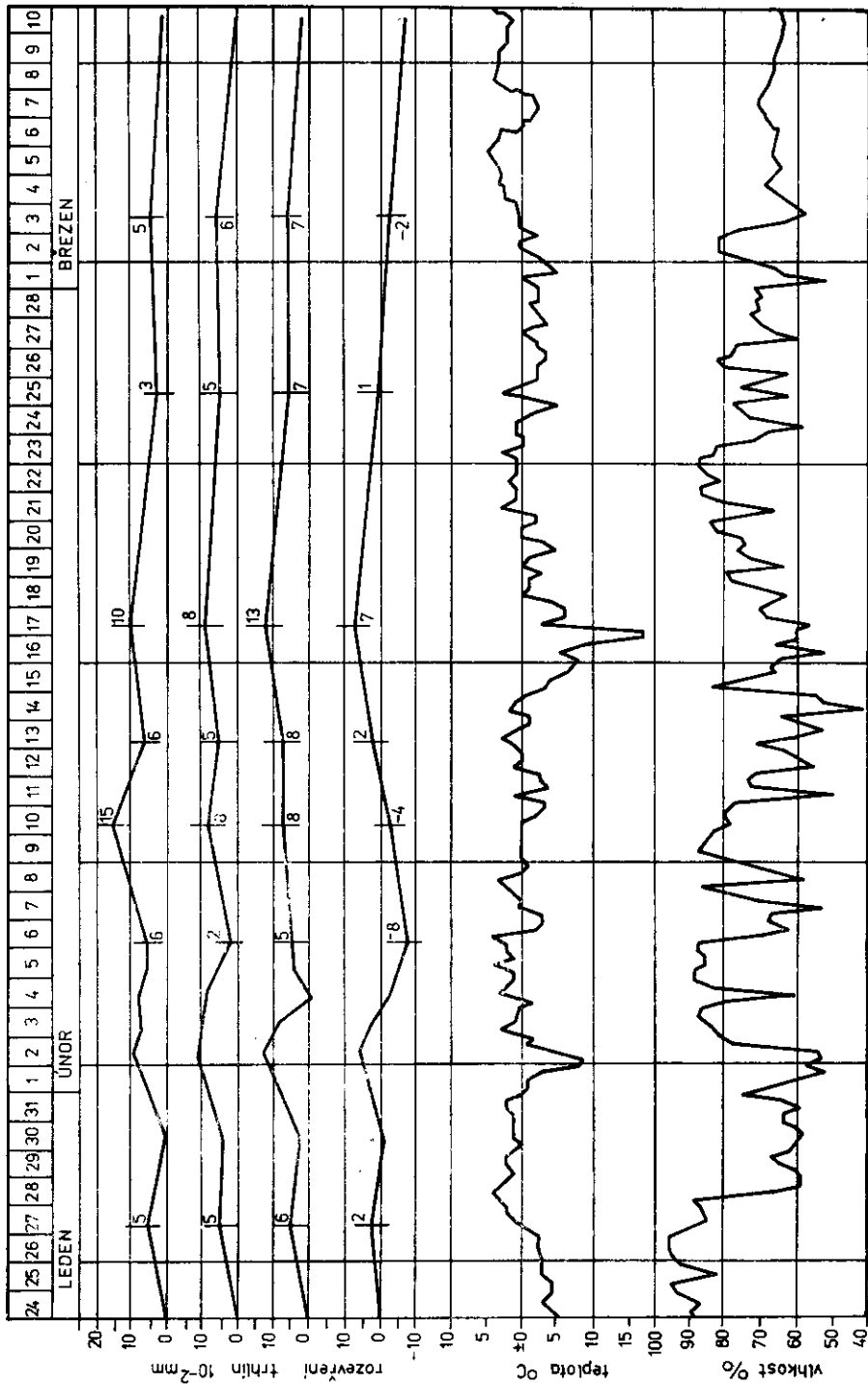
Během výstavby přehrady u Dalešic v moravské části moldanubika došlo k porušení stability skalní stěny v místním lomu u Kramolína, z něhož byl těžěn amfibolit pro sypání hráze. Průzkumnými vrty a dokumentací jejich stěn pomocí vrtného periskopu BP 34 (Š a m a l í k o v á 1975) byly vytypovány oslabené části amfibolitů a migmatitů a dokumentovány SEM. Separace zrn byla obtížná v případě amfibolitů, a proto se některá pozorování prováděla na rozlomené ploše kolmé k břidličnatosti.

V blízkosti smykové plochy sesuvu byly vytypovány čtyři petrograficky odlišné polohy: pevné amfibolity, biotitické amfibolity, migmatity a biotitické ruly. Skalní horniny byly kryty vrstvou eluviálních hlín o mocnosti 2–5 m, jejichž koheze $c = 0,01$ až $0,03$ MPa a $\varphi = 26^\circ$.

3.3.1 Pevný amfibolit

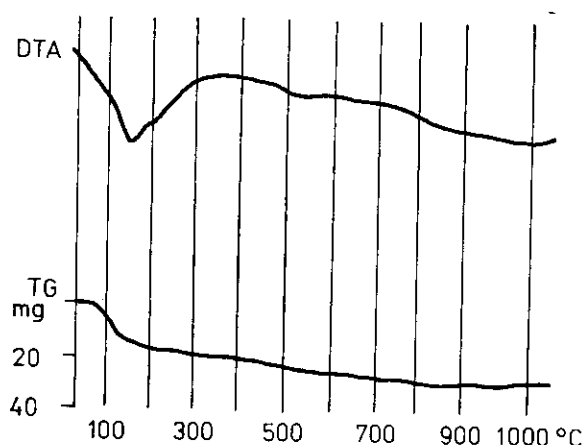
Je složen z amfibolu a plagioklasu jako hlavních minerálů, přídatné jsou pyroxen, biotit, chlorit, magnetit a křemen, akcesorie tvoří titanit, apatit, rutil a granát.

Rtg. analýzou byly v průměrném vzorku z jeho jemné frakce ověřeny amfibol, plagioklas, biotit, chlorit a montmorillonit. Mechanické vlastnosti pevného amfibolitu: objemová hmotnost $\rho = 3000 \text{ kg.m}^{-3}$, nasákavost po 48 h $= 0,33 \%$



13. Měření deformace puklin vlivem mrazu v granodioritu, Blansko

(ČSN 72 1155), odolnost proti mrazu = 0,04 % (mrazuvzdornost – ČSN 72 1156), otlukovost v otlukovém bubnu = 16,9 % (ČSN 72 1175), pevnost v tlaku po nasáknutí = 140 MPa, pevnost v tlaku po vysušení = 180 MPa (ČSN 72 1157), pevnost ve střihu kolmo k foliaci = 40–52 MPa, pevnost ve



14. Křivka DTA a TG frakce pod 0,09 mm amfibolitu, Dalešice

střihu rovnoběžně s foliací = 24–46 MPa, pevnost v tahu kolmo k foliaci = 12–16 MPa, pevnost v tahu rovnoběžně s foliací 16–26 MPa, pevnost v tahu za ohybu = 20–27 MPa, rychlost šíření ultrazvukových podélných vln $V_p = 4500 \text{ m.s}^{-1}$, modul přetvárnosti $E_0 = 20\,000 \text{ MPa}$.

DTA rozbor a úbytek na váze během TG je znázorněn na obrázku 14. Výsledky stereoelektronogramů jsou v příloze XII, kde je znázorněna štěpnost biotitového a amfibolového zrna.

3.3.2 Biotitický chloritizovaný amfibolit

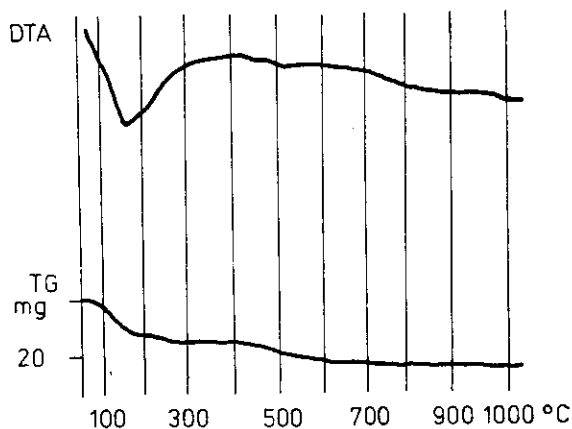
Rtg. analýzou byly stanoveny tyto minerály: amfibol, montmorillonit, chlorit, plagioklas, K-živec a biotit.

Mechanické vlastnosti: objemová hmotnost $\rho = 2600 \text{ kg.m}^{-3}$, nasákavost po 48 h = 0,81 %, odolnost proti mrazu = 0,23 %, otlukovost v otlukovém bubnu = 30–39 %, pevnost v tlaku po nasáknutí 110 MPa, pevnost v tlaku po vysušení = 130 MPa, modul přetvárnosti $E_0 = 18\,000 \text{ MPa}$.

Tektonicky porušené polohy biotitického amfibolitu vykazaly tyto mechanické vlastnosti: objemová hmotnost $\rho = 2500 \text{ kg.m}^{-3}$, nasákavost po 48 h = 1,2 %, odolnost proti mrazu = 0,24 %, modul přetvárnosti $E_0 = 2000–5000 \text{ MPa}$ a rychlost šíření ultrazvukových podélných vln $V_p = 900 \text{ m.s}^{-1}$.

Výsledek DTA a TG je na křivkách na obrázku 15.

15. Křivka DTA a TG frakce pod 0,09 mm chloritizovaného amfibolitu, Dalešice

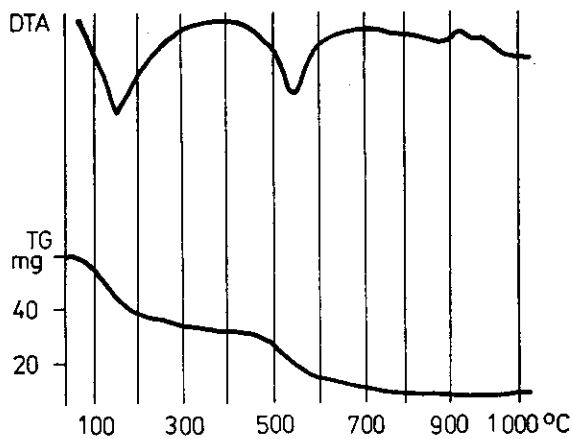


Stereoelektronogramy, znázorňující chloritové novotvary obohacené montmorillonitem, jsou v příloze XIII. Postupné narušování štěpné plochy biotitu chlorit-montmorillonitovým reziduem je v příloze XIV. Podobný rozklad biotitu je uveden v příloze XV.

3.3.3 Přejídná poloha mezi amfibolitem a migmatitem

Na kontaktu amfibolitu a migmatitu byla v hloubce 20 m zastížena výrazná zóna oslabení, jejíž původ pravděpodobně souvisí s metasomatickými procesy. Mechanické vlastnosti této polohy jsou diametrálně odlišné od vlastností obou typů amfibolitů i migmatitu. Poloha je kašovitá a rtg. analýzou bylo ověřeno,

16. Křivka DTA a TG frakce pod 0,09 mm z kontaktu amfibolit—migmatit, Dalešice



že je složena z amfibolu, montmorillonitu, chloritu, kalcitu, biotitu, plagioklasu a křemene.

Výsledek rozboru DTA je na obrázku 16. Z reakce mezi 900 °C a 1000 °C by bylo možno usuzovat na slabé obohacení o kaolinit, který však ani z rtg. analýzy, ani ze stereoelektronogramů nebyl určen. Kromě tvarů typických pro směs montmorillonitu a chloritu byly však nalezeny tyčinkovité tvary, které pravděpodobně náležejí halloysitu. Tyto tvary i celkový charakter struktury hmoty je znázorněn v přílohách XVI, XVII, XVIII a XIX.

3.3.4 Migmatit slabě navětralý

Jako hlavní minerály byly rtg. analýzou stanoveny amfibol, plagioklas, biotit, křemen, montmorillonit a chlorit.

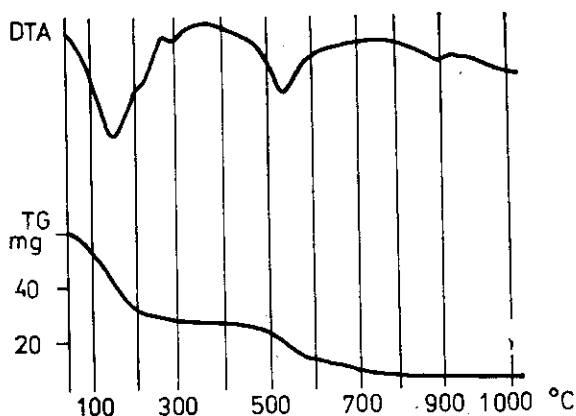
Mechanické vlastnosti: objemová hmotnost $\rho = 2600 \text{ kg.m}^{-3}$, modul přetvárnosti $E_0 = 1000 \text{ MPa}$, rychlost šíření ultrazvukových podélných vln 3000 m.s^{-1} .

Stereoelektronogramy byly pořízeny ze separovaných zrn biotitu a živců. Jsou v příloze XX a XXI. Je znázorněno jednak narůstání novotvarů v mikro dutinkách (příloha XX, obr. 1, 2 a 3), jednak rozrušený povrch živce (příloha XXI, obr. 1, 2 a 3).

3.3.5 Zvětralý migmatit

Rtg. analýzou byly ověřeny amfibol, plagioklas, křemen, biotit, montmorillonit a chlorit.

Mechanické vlastnosti: objemová hmotnost $\rho = 2300 \text{ kg.m}^{-3}$, nasákavost = 0,80 %, pevnost v tlaku po nasáknutí = 70 MPa, rychlost šíření ultrazvu-



17 Křivka DTA a TG frakce pod 0,09 mm zvětraleho migmatitu, Dalešice

kových podélných vln $V_p = 600 \text{ m.s}^{-1}$. Výsledek rozboru DTA je na obrázku 17. První důležitá endotermní reakce nastala v rozmezí 160–170 °C a další nepatrná kolem 220 °C. Druhá významná endotermní reakce nastala mezi 450–600 °C a třetí kolem 900 °C. Rovněž lze pozorovat slabou exotermní reakci mezi 900 a 1000 °C.

Přítomnost montmorillonitu byla ověřena rtg. analýzou glykolováním vzorku.

Z výsledku stereoelektronogramů v příloze XXII na obrázcích 1 a 2 je možno sledovat tlakovou deformaci biotitového zrna a na obrázku 3 nově vzniklou směs rezidua chloritu a montmorillonitu ve formě povlaků na okrajích štěpných lupínek biotitového zrna. V příloze XXIII je na obrázcích 1 a 2 dokumentováno celkové rozrušení živce a na obrázku 3 detail mikrostruktury rezidua složeného z montmorillonitu a chloritu.

V příloze XXIV je uveden způsob možnosti inženýrskogeologické dokumentace mikrostruktury horniny ve vztahu k jejím mechanickým vlastnostem na příkladu vyhodnocení amfibolitu z Dalešic.

4. Závěr

Metodu SEM je možno doporučit jako jednu z doplňujících metod inženýrskogeologického hodnocení horninových masívů. Je možno ji využít nejen k ověření výskytu novotvarů jílových nerostů, které jsou příčinou ztráty pevnosti a které vlivem techniky přípravy výbrusů nejsou petrografickou mikroskopií vždy spolehlivě určeny, ale i k dokumentaci povrchu ploch diskontinuity, mikrostruktury ohlazů na tektonických plochách a ke stanovení mikrotrhlinatosti a výplně mikropórů.

SEM kombinovaná s DTA a rtg. analýzou je rychlá a dostatečně průkazná a její výhodou je i možná kombinace s elektronovou mikroanalýzou.

K tisku doporučila E. Fediuková

Literatura

- Baker A. F. - Poole A. B. (1980): Cement hydrate development at opal-cement interfaces and alkali-silica reactivity. — *Quart. J. Engng. Geol.*, 13, 249–254. London.
- Barden L. - McGown A. - Collins K. (1973): The collapse mechanism in partly saturated soil. — *Engng. Geol.*, 7, 49–60. Amsterdam — New York.
- Barton M. E. (1974): Soft sandstones: Geotechnical properties and sensitivity to moisture changes. — 2nd Int. Congr. IAEG, IV, Sao Paulo.
- Cotecchia V. - Ginetti L. - Melidoro G. (1974): First consolidation tests in depth with high temperatures of clay soil in Italy. — 2nd. Int. Congr. IAEG, IV, Sao Paulo.
- Czurda K. (1978): Effect of environment dependant features of clays on shear and tensile strength. — 3rd. Int. Congr. IAEG, 1, 139–149. Madrid.

- Dearman W. R. - Baynes F. J. - Irfan T. Y. (1978): Engineering grading of weathered granite. — *Engng Geol.*, 12, 345—374. Amsterdam — New York.
- Dragowski A. - Kaczyński R. - Mymrin W. A. - Weronkiewicz S. D. (1974): The effect of carbonate slime content on construction properties of thermal power station ashes. — 2nd Int. Congr., IAEG, IV. Sao Paulo.
- Dusseault M. B. - Morgenstern N. R. (1979): Locked sands. — *Quart. J. Engng Geol.*, 12, 117—132. London.
- Edil T. B. - Krizek R. J. (1974): Quantitative dependence of strength on particle orientation of clay. — *Int. Symp. IAEG*, 76—85. Moskva.
- French W. J. - Crammond U. J. (1980): The influence of serpentinite and other rocks on the stability of concretes in the Middle East. — *Quart. J. Engng Geol.*, 13, 255—280. London.
- Gillott J. E. (1974): Relationship between origin and microstructure of rocks and soils to engineering behaviour. — *Int. Symp. IAEG*, 279—288. Moskva.
- (1978): Effect to deicing agents and sulphate solutions on concrete aggregate. — *Quart. J. Engng Geol.*, 11, 177—192. London.
- (1979): Fabric, composition and properties of sensitive soils from Canada, Alaska and Norway. — *Engng Geol.*, 14, 149—171. Amsterdam — New York.
- (1980): Properties of aggregates affecting concrete in North America. — *Quart. J. Engng Geol.*, 13, 289—304. London.
- Gillott J. E. - Swenson E. G. (1973): Some unusual alkali-expansive aggregates. — *Engng Geol.*, 7, 181—196. Amsterdam — New York.
- Gončarova L. V. - Kuprina G. A. - Baranova V. I. - Panukova M. P. (1974): A study of strengthening processes in dispersed soils stabilized with fly ashes of thermal power station. — 2nd Int. Congr. IAEG, IV. Sao Paulo.
- Gonzales de Vallejo L. I. - Jimenez Salos L. A. - Leguey Jimenez S. (1981): Engineering geology of the tropical volcanic soils of La Laguna, Tenerife. — *Engng Geol.*, 17, 1—18. Amsterdam — New York.
- Grabowska-Olszewska B. (1975): SEM analysis of microstructure of loess deposits. — *Bull. IAEG*, 11, 45—48. Krefeld.
- Hartley A. (1975): A review of the geological factors influencing the mechanical properties of road surface aggregates. — *Quart. J. Engng Geol.*, 7, 69—100. London.
- Hašek V. - Šamalíková M. (1983): Inženýrskogeologické hodnocení trasy štolového přivaděče vody Víř-Brno. — *Sbor. geol. Věd, Hydrogeol., inž. Geol.*, 17, 129—143. Praha.
- Heraud H. - Restituito J. - Le Roux A. (1978): Les marnes de Limagne. — 3rd Int. Congr. IAEG, 1, 179—190. Madrid.
- Horský O. (1971): Josefův Důl - II. etapa. — *Závěrečná zpráva, Geotest*, n. p., Brno.
- Hrouda F. (1971): The magnetite fabric of some massive and mylonitized granodiorites of the most northern part of the Brno massif. — *Čas. Mineral. Geol.*, 16, 37—45. Praha.
- Hrouda F. - Janák F. - Štelcl J. (1968): Zur petrophysikalischen Charakteristik einiger Granodiorite des Brünner Massivs. — *Gerlands Beitr. Geophys.*, 77, 6, 473—486. Leipzig.
- Irfan T. Y. - Dearman W. R. (1978): The engineering petrography of a weathered granite in Cornwall, England. — *Quart. J. Engng Geol.*, 11, 233—244. London.
- Keller V. D. (1957): Principles of chemical weathering. — Lucas Brothers Publ. Los Angeles.
- Konta J. (1973): Kvantitativní systém reziduálních hornin, sedimentů a vulkanoklastických usazenin. — Univerzita Karlova, Praha.

- Le Roux A. (1978): Détermination de l'altériorité des marnes. — 3rd Int. Congr. IAEG, 1, 84—90. Madrid.
- Matsuo S. - Sawa K. (1975): Studies of the crushability of decomposed granite soil grains. — Bull. IAEG, 11, 71—76. Krefeld.
- McGown A. - Derbyshire E. (1977): Genetic influences on the properties of tills. — Quart. J. Engng Geol., 10, 389—410. London.
- Moščanskij V. A. - Parabučev I. A. (1974): Formirovanije inženerno-geologičeskich svojstv mergeľno-meľovych porod v uslovijach litogeneza aridnogo tipa. — Bull. IAEG, 11, 55—60. Krefeld.
- Moščanskij V. A. - Parabučev I. A. (1981): The nature of strength and deformability of weak carbonaceous rocks. — Proc. of the Int. Symp. on Weak Rock, 228—232. Tokyo.
- Ondrášik R. (1970): Inž. geol. výskum hornín v kóre zvetrávania na Slovensku. — Výzk. zpráva. Bratislava.
- Ondrášik R. - Šamalíková M. (1979): Inžinierskogeologický výskum zvetrávania hornín. — IG štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. — Veda. Bratislava.
- Onodera F. T. - Prateep D. (1981): Dependence of mechanical properties to the texture and water content of weak rock. — Proc. Int. Symp. on Weak Rock, 314—319. Tokyo.
- Osipov V. I. - Sokolov V. N. (1978): A study of the nature of the strength and deformation properties of clay soils with the help of the scanning electron microscope. — Bull. IAEG, 17, 91—94. Krefeld.
- (1978): Structure formation in clay sediments. — Bull. IAEG, 18, 83—90. Krefeld.
- Qu Yongxin - Xu Bing - Shi Mengxiang - Xu Xiaolan (1981): The engineering geological problems of swelling rocks in the underground construction. — Proc. Int. Symp. on Weak Rock, 228—232. Tokyo.
- Salines J. L. - Montoto M. - Ubach A. (1978): Corrélations pratiques entre les caractéristiques pétrographiques et les propriétés physiques des granulats routiers — 3rd Int. Congr. IAEG, 1, 288—306. Madrid.
- Sergejev M. Y. - Grabowska-Olszewska B. - Osipov V. I. - Sokolov V. N. (1978): Types of the microstructure of clayey soils. — 3rd Int. Congr. IAEG, 1, 319—327. Madrid.
- Šamalíková M. (1967): Geotechnický výskum některých skalních zářezů na železniční trati mezi Adamovem a Blanskem. — Sborník Vysokého učení technického. Brno.
- (1970): Inžinýrskogeologický průzkum skalních svahů na železniční trati Brno—Blansko. — Zpravodaj Oborového informačního střediska, 27. Brno.
- (1974a): Zvětrávání blanenského granodioritu. — Knižnice odborných a vědeckých spisů VUT, B 43, 197—204. Brno.
- (1974b): Vlijanije limonitizacii na izmenenije geotechničeskich svojstv granita. — Int. Symp. IAEG, 257—263. Moskva.
- (1974c): Constructive weathering of granite on the dam profile near Liberec, Czechoslovakia. — 2nd Int. Congr. IAEG, IV. Sao Paulo.
- (1975): Inžinýrskogeologická dokumentace vrtů pomocí vrtného periskopu BP-34. — Sborník Přehradní dny, 94—99. Ostrava.
- (1977): Linear weathering crusts as one of the factors giving rise to landslides in crystalline rocks. — Bull. IAEG, 16, 231—233. Krefeld.
- (1979): Zvětrávání kameniva na hrázi v Jirkově. — Acta polytechn., ř. I, 2, 137—144. Praha.

- Samalíková M. (1980): Weathering on some fault lines in crystalline rock massifs. — Bull. IAEG, 21, 11—13. Krefeld.
- (1982a): Oslabené zóny krystalinika v okolí Švarče. — Sborník Geotechnické sympozium, 31—36. Brno.
- (1982b): Prediction of weak zones in metamorphites. — Proc. 4th Int. Congr. IAEG, II, 115 — II. 122. New Delhi.
- Samalíková M. - Habarta J. (1974): Die Messungen und Deformationen im Granitmassiv von Brno. — Z. geol. Wiss., 3, 299—302. Berlin.
- Samalíková M. - Hašek V. (1981): Engineering-geological characteristics of weak zones on tectonic contacts in some metamorphic rocks in Czechoslovakia. — Proc. Int. Symp. on Weak Rock 2, 73—78. Tokyo.
- Tuncer E. R. - Lohnes R. A. (1977): An engineering classification for certain basalt-derived lateritic soils. — Engng Geol., 11, 319—340. Amsterdam — New York.
- Vidalie J. P. - Le Roux A. (1978): Rôle des matières les comportement mécanique des sols. — 3rd Int. Congr. IAEG, 1, 354—362. Madrid.
- Wang Y. L. - Xiao Z. S. (1981): The microstructure and the engineering properties of the mudded shear zone in weak intercalation. — Proc. Int. Symp. on Weak Rock, 320—325. Tokyo.
- Wolters R. (1975): The influence of genetic factors on shear strength. — Bull. IAEG, 11, 13—18. Krefeld.
- Yong R. N. - Sethi A. J. - Booy E. - Dascal O. (1979): Mass instabilities in sensitive Canalian soils. — Engng Geol., 14, 83—104. Amsterdam — New York.
- Yoshinaka R. - Onodera T. (1978): Water retention and physical properties of mudstones. — 3rd Int. Congr. IAEG, 2, 204—214. Madrid.
- Zolotarev G. S. (1974): Formirovanije i fiziko-mechaničeskije svojstva eljuvija v različnyh porodach subtropičeskoj oblasti jugo-zapadnogo sklona Kavkaza. — Int. Symp. IAEG, 289—304. Moskva.

SEM application for engineering-geological characteristics of the rock massifs

(Summary of the Czech text)

Milena Šamalíková

Presented July 15, 1983

The engineering-geological (hereinafter EG) characteristics of a rock environment give us an image of rock both as foundation soil and as a building material. If an engineering geologist has to give the designers a reliable prediction concerning the quality of rocks, he must often use even less common, time and work consuming testing and documentary methods.

One of them is the scanning electron microscopy (hereinafter SEM). The SEM is used for the characteristics of the rock mass microstructure, and recently in combination with electron microanalysis for the determination of the main elements in the individual point of a sample investigated.

The use of the SEM in engineering geology is advantageous mainly for the documentation of microstructural changes of grains in minerals and of matrix when investigating the strength and strain characteristics of rocks. The SEM finds a wide range of application in the determination of a type of hydrosilicate residua and their volume changes not only in cohesive soils but also in rock formations.

The SEM may also be used advantageously for investigation and EG evaluation of surfaces of a rock mass discontinuity or of sliding surfaces on slides and artificially created surfaces which originate in the course of loading and pressure tests. The possibility of using the SEM for the evaluation of the quality of decorative stone building aggregates for various purposes is also wide. Within the scope of the engineering geological classification of crystalline rock massifs, processes of weathering and their products on fault lines and tectonic contacts have been studied with regard to the construction of large dams in the Bohemian Massif region. The fundamental factors influencing the origin and the character of residua and the morphology of mineral grains on the discontinuity surfaces have been pointed out. The individual stages of hydrolysis were studied by means of stereoelectronograms, DTA, X-ray and chemical analyses. Constructive formation of montmorillonite as the main weathering product was verified.

An example of SEM application for EG characteristics of constructive weathering on the dam profile near Josefův Důl

The massif of the Krkonoše-Jizera Mountains, where the water power plant and dam are designed on the river Kamenice near Liberec, consists of porphyritic biotite granite containing phenocrysts of orthoclase having 6 cm maximum grain diameter and smaller grains of oligoclase the latter bordering sometimes the orthoclase. The texture is hypidiomorphic to porphyritic macroscopically of medium up to coarse granularity, of greyish-pink colour; it is composed of quartz, orthoclase, oligoclase and biotite. Accessoric are ore grains, apatite, titanite, zircon, muscovite, amphibole and garnet. Sericite, epidote and chlorite appear as secondary products. The polyclastic residual rocks contain limonite, which penetrates also along the cleavage planes of feldspars.

The granite massif is water-bearing. The ground water is of acidic chemism with pH 4.5 and higher CO₂ content than necessary to maintain the carbonates in solution. The water is weakly aggressive and very liable to decompose the rocks, resp. the minerals rich in carbonates.

On the site of the dam profile, the granite massif is strongly tectonically dislocated. The most conspicuous is the faulting in the Sudetic (NW-SE) directions and the Saxonian radial tectonics.

According to the different geotechnical properties the following zones were differentiated: solid granite, tectonically dislocated granite, limonitized polyclastic residual rocks and decomposed zones of soft up to pasty consistence.

The weathering of plagioclases was studied on one side from solid rocks, on the other side from tectonically dislocated zones. It was impossible to separate plagioclase from orthoclase from the soft zones. The limonitization of polyclastic residual rocks has been a subject of a separate study. The study results have shown, that both the cracked granite zones and the solid rock zones contain unweathered orthoclase. The oligoclase grains of the solid rock zones are exposed to initial hydrolysis, which manifests itself primarily in the neighbourhood of microscopic cracks in the cleavage planes. Oligoclase from tectonically dislocated zones shows an advanced stage of hydrolysis, with newly formed montmorillonite.

The course of differential thermal analysis curves shows, that montmorillonite and dissociated calcite are present in the sample. To this correspond the endothermic reactions of montmorillonite at 200 °C, 570 °C and around 670 °C. The endothermic reaction around 800 °C corresponds to finely dispersed calcite.

The X-ray analysis of powder preparations was carried out by the method of Guinier - de Wolf under the following conditions: 30 kV, 18 A, Cu exp. 8 hours. The measured values were compared with the tabular values according to van der Plas (1966), Micheev (1957) and Brown (1961).

In the albite separated from solid rock the oligoclase and muscovite were

identified as the main components with smaller amount of quartz, calcite and montmorillonite. In the oligoclase separated from tectonically dislocated rock, oligoclase with admixture of orthoclase and montmorillonite was identified.

Evaluation of stereoelectrongrams

The stereoelectrongrams are made in such a way to demonstrate a certain part of the oligoclase cleavage plane.

The figures show the progressive hydrolysis of oligoclase grains, separated from solid granite as well as from the dislocated zones.

Fig. 1, plate II shows the cleavage plane of oligoclase according to (001). The microfissure detail from this position is shown on figs. 2 and 3, where the nearly undisturbed part of the cleavage plane is visible. The oligoclase attacked in the first degree of hydrolysis, concentrates in the neighbourhood of microscopic fissures, where hydrates are formed, whereas the other parts of the surfaces remain still smooth, but already have partly deteriorated cleavage planes. An example of an entirely undisturbed surface of orthoclase is shown of figs. 1—3, pl. I.

The photodocumentation of oligoclase cleavage plane disturbance from tectonically dislocated granite is shown on pls. V—VII. The study of cleavage planes of oligoclase separated from tectonically disturbed zones has confirmed, that a corrosion accumulation of matter and tabular form of new clay minerals take place in both main cleavage directions. A less disturbed surface of cleavage planes remains preserved only in sporadic cases.

From the results mentioned above it may be demonstrated, that oligoclase is decomposed and montmorillonite is formed as the main product of the weathering of granite. As oligoclase is a rock constituent of the investigated granite, its decomposition has influenced essentially the geotechnical characteristics of the rocks in the individual zones:

Rock characteristics	Granite with partially deteriorated oligoclase	Granite with decomposed oligoclase
Density	2600 kg . m ⁻³	2300 kg . m ⁻³
Propagation velocity of longitudinal ultrasonic waves V _p	5000 m . s ⁻¹	2300—1500 m . s ⁻¹
Compressive strength	150—200 Mpa	50—80 MPa

An example of the SEM application for EG evaluation
of rock slopes discontinuity surfaces
in granodiorite in the area of Blansko

Within the frame of the reconstruction of the railway track Brno—Česká Třebová, a general revision of rock slopes was carried out in the section Brno—Blansko. The rock cutoff near Adamov, 125 m long and 27 m high, and the cutoff near Blansko that is 120 m long and 33 m high, were observed for a long time, and the stability of their walls was verified. Both slopes are formed by granodiorite of the Blansko type of the Brno massif.

Granodiorite in both slopes is strongly deformed due to pressure and partly also secondarily fissured. The rock mass is dry but perfectly permeable, preferably along the fissures and tectonic zones.

From the viewpoint of mechanical properties, it is possible to distinguish strong zones, fissured zones, zones of clastic residues and discontinuities.

Strong zones are formed by an all-directional massive rock whose compressive strength is 200 MPa, the density $2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ and the velocity of longitudinal ultrasonic waves $V_p = 5000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. The biotite grains from these zones are not weathered, and as it is visible from the stereoelectrongram on plate VIII (fig. 1), they are free from traces of newly formed chlorite.

The plagioclase grains are shown on stereoelectrongrams on plate IX. Figures 1 and 2 are also relatively pure, free from residua.

Fissured zones are formed by blocks of quasi-strong rock of sharp edges; the diameter of the blocks is usually 0.5 m. The strength of the rock from these blocks is, however, considerably lower than that of the rock from strong zones and does not usually exceed 150 MPa. The density is $2600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ and the $V_p = 3000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Stereoelectrongrams proved that biotite begins to be chloritized (pl. VIII, figs. 2 and 3) and plagioclase begins to be covered with hydrates of clayey mass character. We know from experience with SEM from other locations that such arrangement of hydrosilicate residuum appears if sericite is present.

The photographs are shown in figs. 3 and 4 on pl. IX.

Clastic residua zones are usually strongly limonitized and they occur not only at the surface, but mainly in various places inside the massif. Their compressive strength does not exceed 40 MPa according to available testpieces, their density is below $2300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ and the velocity V_p does not exceed the value $1300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Discontinuities are the most important elements for the EG characteristics. The main fissures in the N—S direction are filled with epidote reaching the thickness of several cm which represent the weak parts of the massif. Tectonic lines with mylonites are also weak and easily swelling. They are enriched with clay minerals of the illite-montmorillonite type. Also total overlap of biotite and

chlorite was observed (pl. VIII, fig. 2). The limonitized fissures represent the third type of discontinuities. They mostly originate through oxidation by air oxygen in open fissures. Their filling is detrital.

An example of SEM application for EG characteristics of linear weathering crusts from Dalešice

In the course of the hydroelectric power plant construction at Dalešice, the slope stability in a quarry was disturbed by a landslide whose sliding zone was situated along the predisposed zone of a linear weathering crust. Petrographically, the area consists of strong amphibolite and of weak amphibolite with chlorite and migmatite of the Moravian branch of the Moldanubian Varied Group.

The density of the strong amphibolite is equal to $3000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, propagation velocity of ultrasonic waves V_p equals $4500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, compressive strength 150 MPa. The amphibolite with chlorite is weaker, the density equals $2600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, V_p equals $1500\text{--}900 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, the compressive strength 70–100 MPa. Initiating chloritization on biotite cleavage plane is shown on plates XIII–XV.

On the contact of amphibolite and migmatite there are significant linear weathering crusts reaching about 40 m deep. They are confined to the contact zones between individual petrographic types and their primary origin is connected with original metasomatism of the rock. Their geotechnical properties are entirely different from those of amphibolites. This became evident from their soft to pasty consistence. In all samples from these weak zones, montmorillonite and chlorite besides essential minerals were identified. In the samples from the contact also kaolinite was found. Crystal morphology of these grains indicated the presence of halloysite (pls. XVI–XIX).

Přeložil J. Auješký

Explanation of tables

Table 1. Application of SEM in engineering geology.

Table 2. Chemical composition and spectral analysis of orthoclase from solid and weathered granite, Josefův Důl.

Table 3. Chemical composition and spectral analysis of oligoclase from solid and weathered granite, Josefův Důl.

Table 4. The results of in situ plate jacking tests of strong and fractured granite, Josefův Důl.

Table 5. Chemical composition of granite eluvium from the pit K-116, Josefův Důl.

Table 6. Chemical composition and spectral analysis of pink and green-white matrix from soft granite, Josefův Důl.

Table 7. Chemical composition and spectral analysis of the joint filling from the borehole J-102, depth 45 m, Josefův Důl.

Table 8. Chemical composition of the joint filling with epidote from granodiorite, Brno—Blansko railway.

Table 9. Chemical composition of the joint filling with mylonite, Blansko.

Table 10. Chemical composition of the joint filling with limestone, Adamov.

Explanation of text-figures

1. DTA and TG of orthoclase, Josefův Důl, solid granite.
2. DTA and TG of oligoclase, Josefův Důl, solid granite.
3. Particle-size distribution of eluvium (1, 2, 3) and clastic residuum (4) from granite, Josefův Důl.
4. DTA and TG of orthoclase, Josefův Důl, weathered granite.
5. DTA and TG of oligoclase, Josefův Důl, weathered granite.
6. DTA and TG of the white-green matrix, Josefův Důl, soft granite.
7. Particle-size distribution of white clay, Josefův Důl.
8. DTA of the white clay, Josefův Důl.
9. DTA and TG of the joint filling, Josefův Důl.
10. DTA of the joint filling from the mylonite, Josefův Důl.
11. DTA of chloritized biotite from granodiorite, Blansko.
12. DTA of the joint filling with limonite, Adamov.
13. Deformation measurement of the joints in granodiorite, Blansko.
14. DTA and TG of the fine fraction from amphibolite, Dalešice.
15. DTA and TG of the fine fraction from chloritized amphibolite, Dalešice.
16. DTA and TG of the fine fraction from contact amphibolite — migmatite, Dalešice.
17. DTA and TG of the fine fraction from weathered amphibolite, Dalešice.

Explanation of plates

Pl. I

1. Undisturbed orthoclase cleavage plane, solid granite, Josefův Důl, $\times 457$.
2. Detail of the same plane, $\times 1822$.
3. Detail of the same plane, $\times 8475$.

Pl. II

1. Oligoclase cleavage plane with montmorillonite in microfissures, solid granite, Josefův Důl, $\times 580$.
2. Detail of the same plane, $\times 1770$.
3. Detail of the same plane, $\times 8550$.

Pl. III

1. Quartz crystals in microfissure of orthoclase, weathered granite, Josefův Důl, $\times 495$.
2. Detail of the microfissure with limonite, $\times 1988$.
3. Detail of the microfissure with limonite, $\times 1988$.

Pl. IV

1. Detail of the microfissure with limonite (section of the same plane from plate III, figs. 1, 2, 3), $\times 9900$.
2. Limonitization of the cleavage plane of orthoclase, weathered granite, Josefův Důl, $\times 2010$.
3. Detail of the same plane, $\times 9975$.

Pl. V

1. Partly deteriorated cleavage plane of orthoclase, weathered granite, Josefův Důl, $\times 460$.
2. Detail of the new formation in the microfissure, $\times 1900$.
3. Detail of the same formation, $\times 9000$.

Pl. VI

1. Oligoclase cleavage plane, starting with formation of tabular clay minerals, weathered granite, Josefův Důl, $\times 435$.
2. Detail of the same plane, $\times 1770$.
3. Detail of the same plane, $\times 4350$.

Pl. VII

1. Type of clay residuum in microfissure of oligoclase, weathered granite, Josefův Důl, $\times 442.5$.
2. Detail of the same plane, $\times 1785$.
3. Detail of the same plane, $\times 8925$.

Pl. VIII

1. Unweathered biotite cleavage plane, solid granodiorite, Blansko, $\times 2000$.
2. Cleavage plane of biotite with chlorite from the mylonite in granodiorite, Blansko, $\times 1980$.
3. Biotite cleavage plane with chloritization, mylonite from granodiorite, Blansko, $\times 2180$.
4. Detail of the same plane, $\times 10,800$.

Pl. IX

1. Plagioclase cleavage plane, solid granodiorite, Blansko, $\times 2280$.
2. Detail of the same plane, $\times 11,400$.
3. Plagioclase cleavage plane, fractured granodiorite, Blansko, $\times 2320$.
4. Detail of the same plane, $\times 11,800$.

Pls. I—IX: SEM photographs: F. Odehnal — selection of photographs: M. Šamaliková

Pl. X

1. Desintegration of the rocks in the upper part of the rock-cut in Blansko. Photograph by M. Šamaliková
2. Rock-fall in the tunnel on the railway Brno—Blansko. Photograph by J. Kvasnička

Pl. XI

1. New cracks deformation measurement, Blansko. Photograph by M. Šamaliková
2. Stress-deformed biotite from granodiorite, Blansko, $\times 2000$.
3. Stress deformation of granodiorite in the vicinity of a new crack, Blansko. Photograph by M. Šamaliková

Pl. XII

1. Cleavage plane of biotite, solid amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same plane, $\times 11,600$.

3. Initial stage of hydrolysis of amphibole, solid amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
4. Microcracks and the grain of amphibole, solid amphibolite, Dalešice, $\times 580$.

Pl. XIII

1. New chlorite with montmorillonite, chloritized amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same plane, $\times 11,400$.
3. Chloritization of biotite, chloritized amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
4. Detail of the same plane, $\times 11,600$.

Pl. XIV

1. Chloritization of biotite, chloritized amphibolite, Dalešice, $\times 540$.
2. Detail of the same plane, $\times 2100$.
3. Detail of the same plane, $\times 10,500$.

Pl. XV

1. Chlorite with montmorillonite, chloritized amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same plane, $\times 10,500$.
3. Another example of chlorite with montmorillonite, chloritized amphibolite, Dalešice, $\times 580$.
4. Detail of the same plane, $\times 10,500$.

Pl. XVI

1. Deteriorated cleavage plane with new hydrates, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same plane, $\times 5500$.
3. Detail of the same plane, $\times 11,000$.

Pl. XVII

1. New hydrates on the grain of amphibole, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same, $\times 2300$.
3. Detail of the same, $\times 9000$.

Pl. XVIII

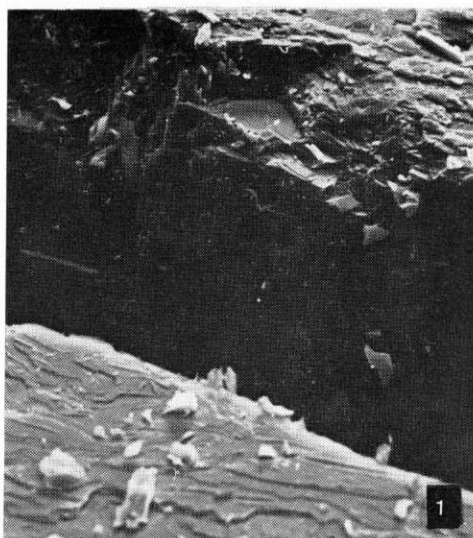
1. New hydrates, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 550$.
2. Detail of the same, $\times 11,000$.
3. Another type of new hydrates, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 550$.
4. Detail of the new hydrates, a section of the central part of fig. 3, $\times 11,000$.

Pl. XIX

1. New "dripstone" forms of hydrates on biotite, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 550$.
2. Detail of the same, $\times 2200$.
3. Detail of the same, $\times 5500$.
4. Detail of the same, $\times 11,000$.

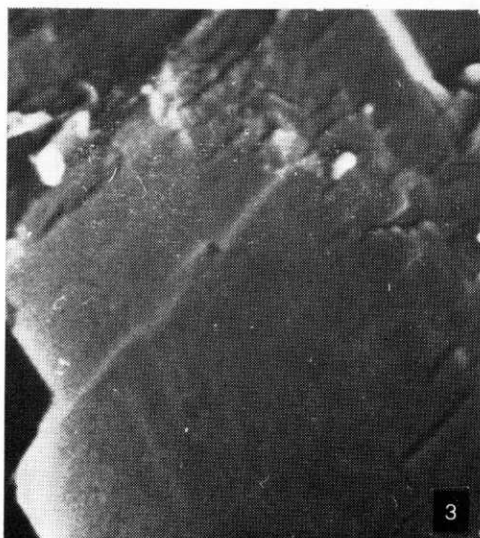
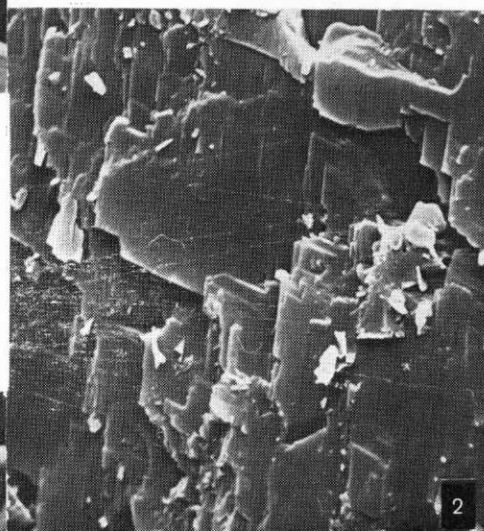
Pl. XX

1. New hydrates in the microcracks, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same, $\times 2300$.
3. Detail of the same, $\times 11,500$.

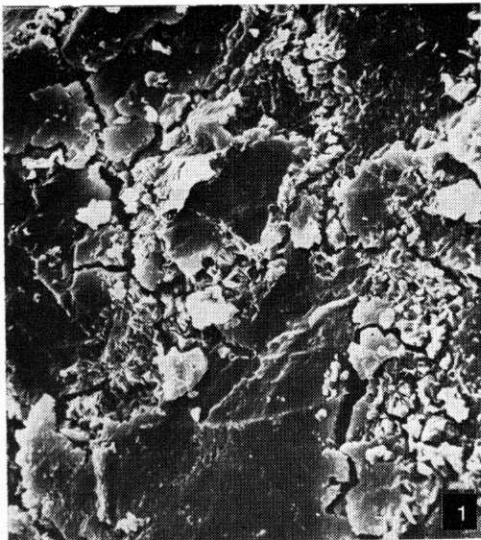


1. Štěpné plochy neporušeného ortoklasu, pevná žula, Josefův Důl, zvětšeno 457 \times

2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 1822 \times

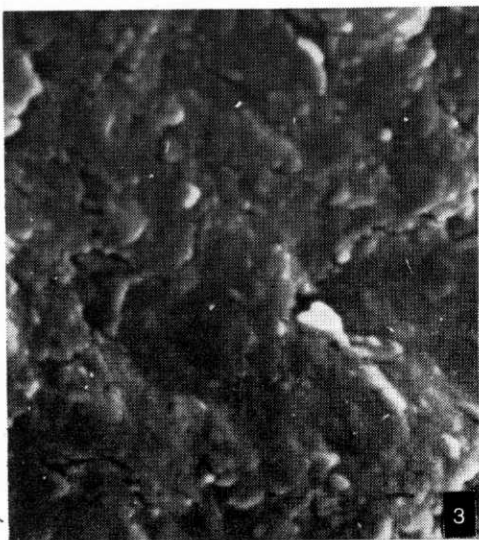
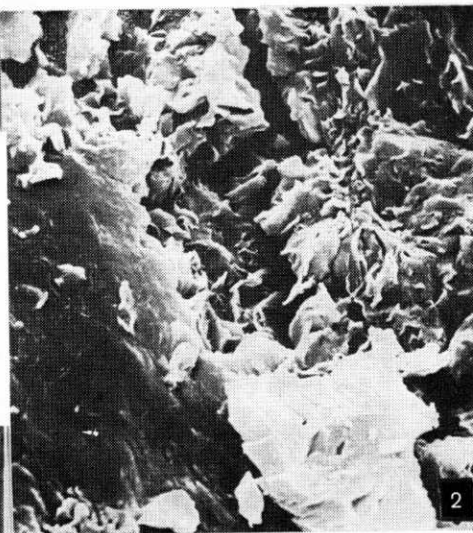


3. Detail z obrázku 2, zvětšeno 8475 \times

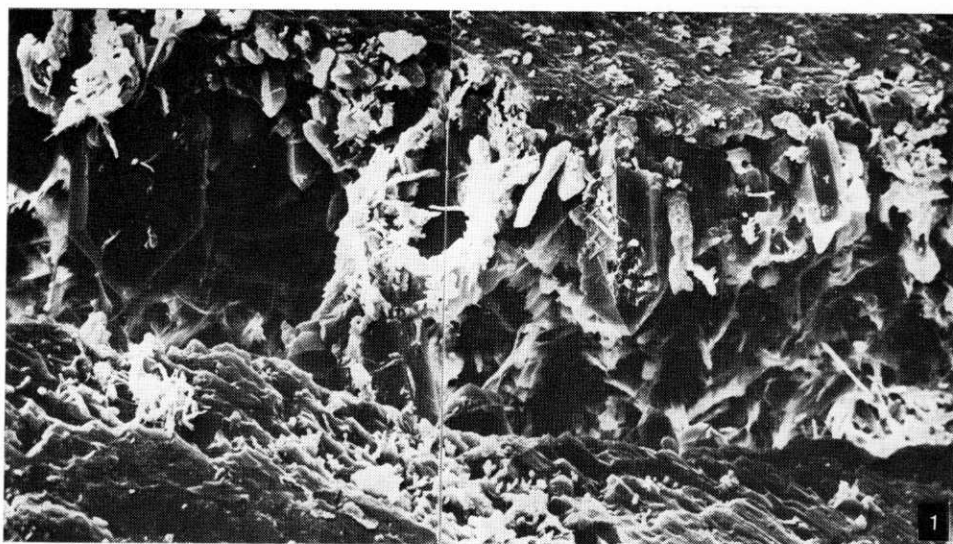


1. Štěpná plocha oligoklasu s novotvarem montmorillonitu v okolí mikrotrhlinek, pevná žula, Josefův Důl, zvětšeno 435 \times

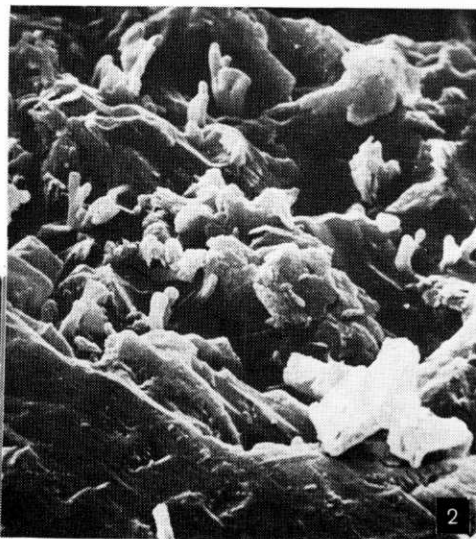
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 1770 \times



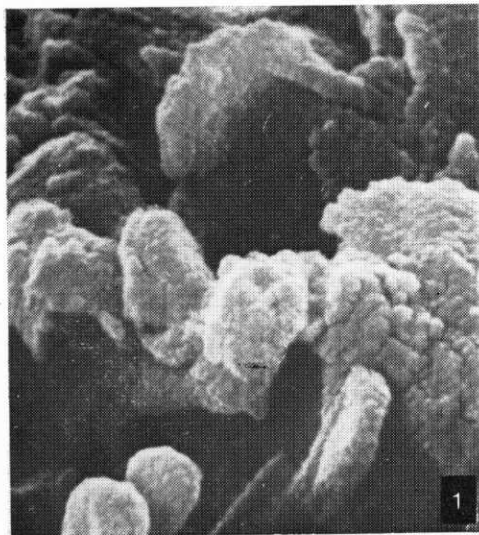
3. Detail z obrázku 1, zvětšeno 8550 \times



1. Křemenná výplň v mikrotrhlince ortoklasu, zvětřalá žula, Josefův Důl, zvětřeno 495 \times
2. Detail z obrázku 1, okraj mikrotrhlinky s částečnou limonitizací, zvětřeno 1988 \times

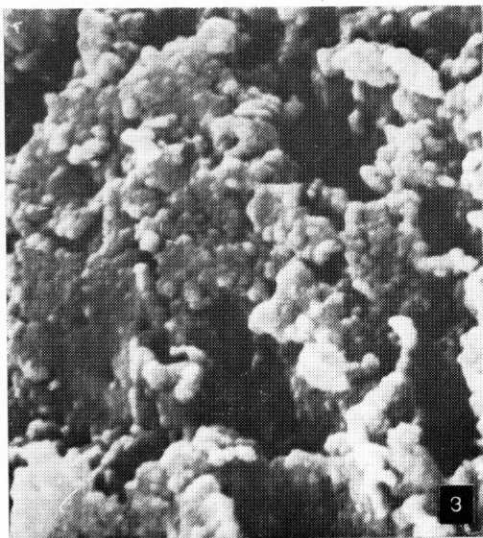
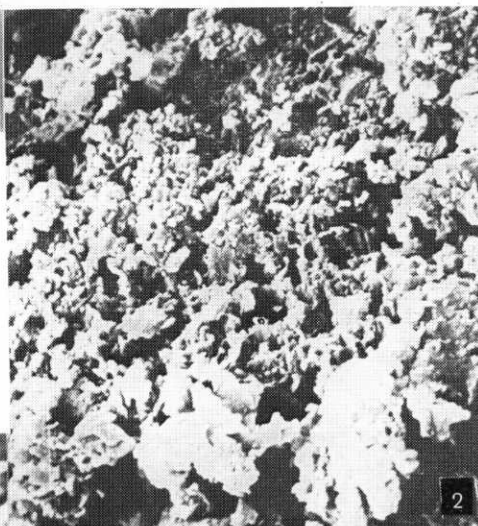


3. Detail z obrázku 1, okraj mikrotrhlinky, zvětřeno 1988 \times

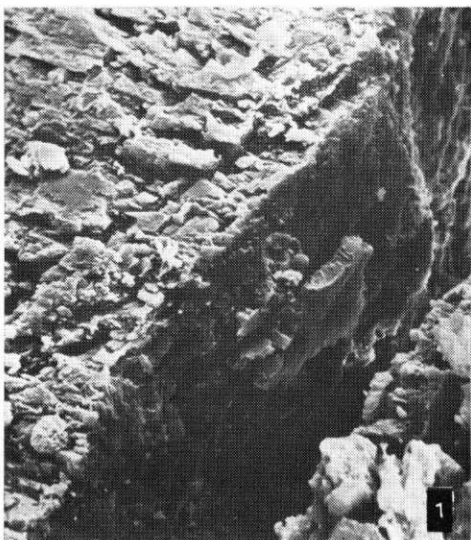


1. Detail limonitizace z obrázku 3 na příloze III, zvětšeno 9900 \times

2. Limonitizace štěpné plochy ortoklasu, zvětralá žula, Josefův Důl, zvětšeno 2010 \times

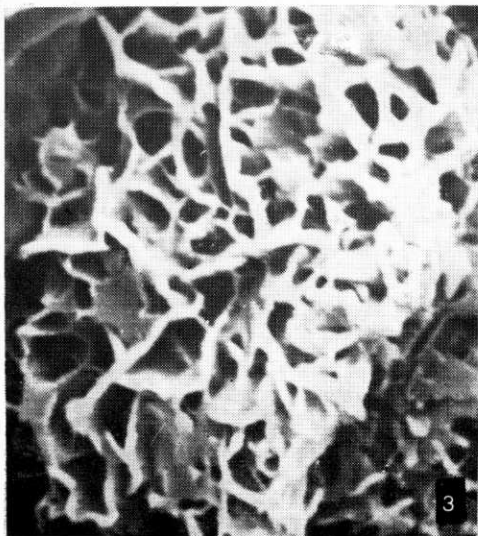
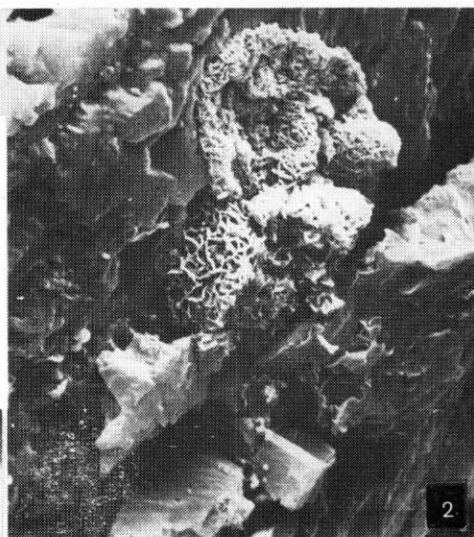


3. Detail z obrázku 2 na příloze IV, zvětšeno 9975 \times

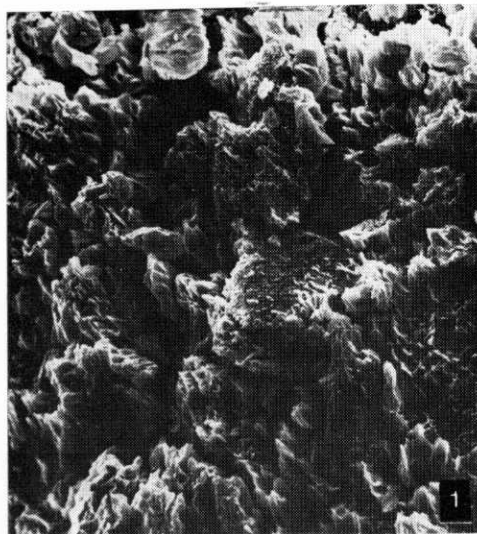


1. Částečně narušený povrch štěpných ploch ortoklasu, zvětralá žula, Josefův Důl, zvětšeno 460 \times

2. Detail novotvaru v mikrotrhlince z obrázku 1, zvětšeno 1900 \times

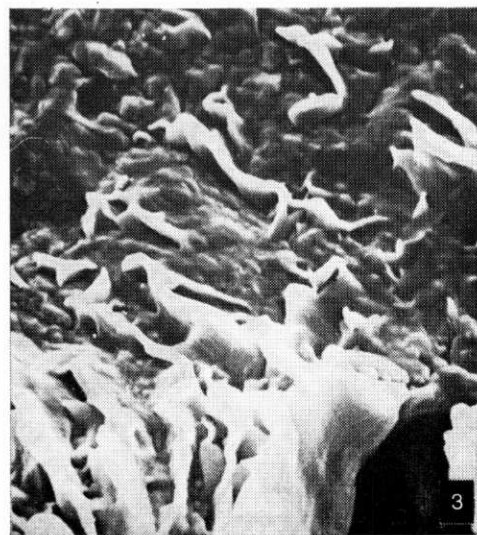
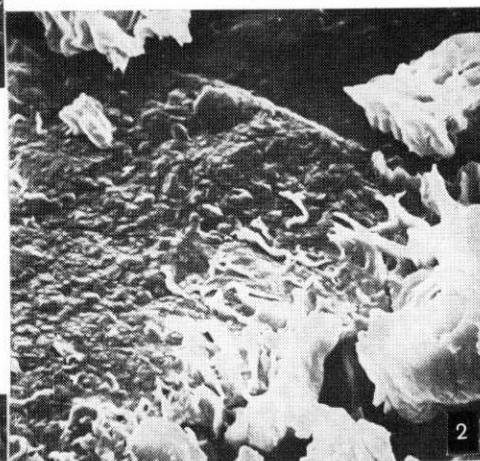


3. Detail struktury novotvaru z obrázku 1 a 2, zvětšeno 9000 \times

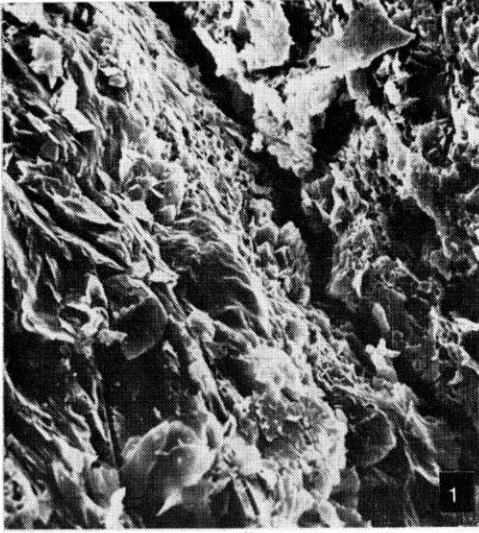


1. Narůstání jílových novotvarů na štěpné ploše oligoklasu, zvětralá žula, Josefův Důl, zvětšeno 435 \times

2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 1770 \times

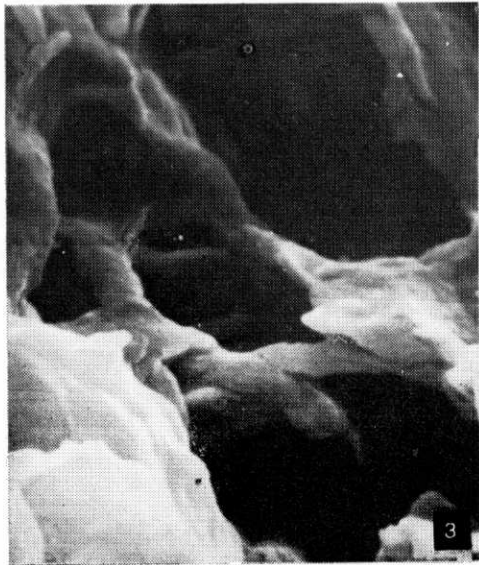
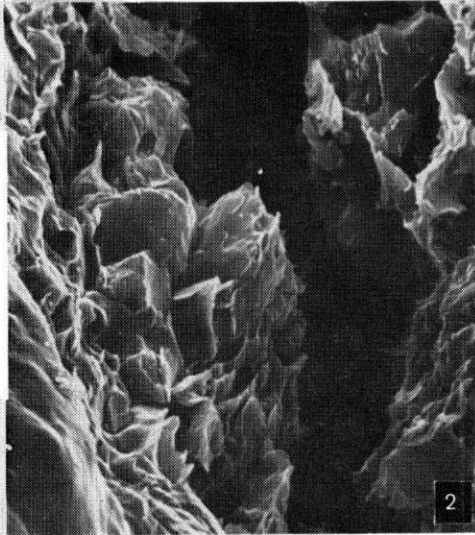


3. Detail z obrázku 1 a 2, zvětšeno 4350 \times

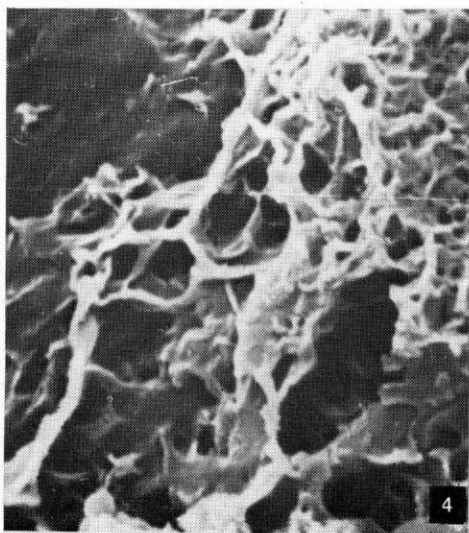
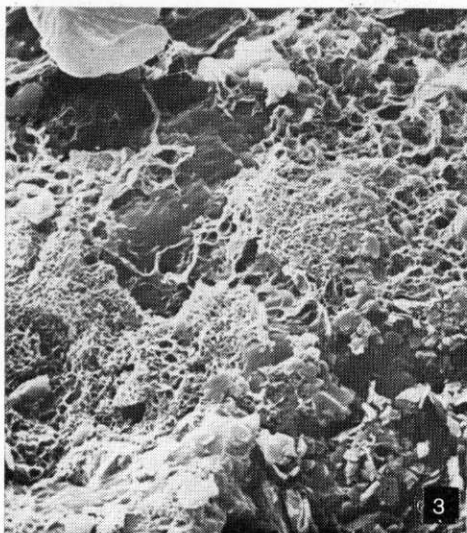
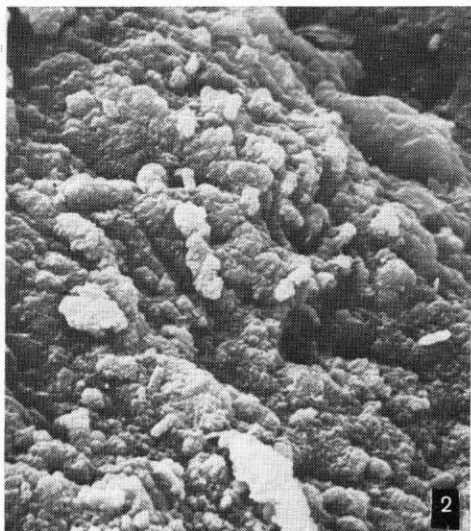
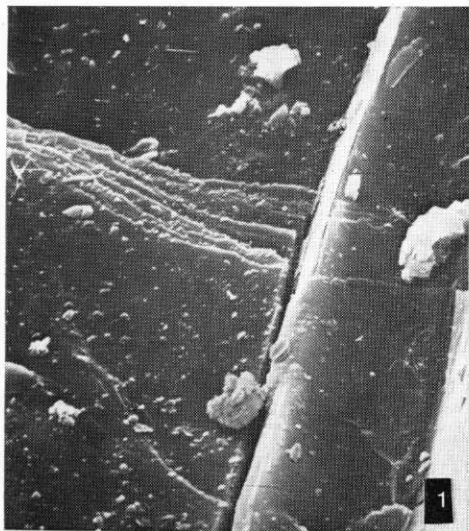


1. Charakter jílové hmoty na štěpné ploše oligoklasu v mikrotrhlince, zvětralá žula, Josefův Důl, zvětšeno 442,5 \times

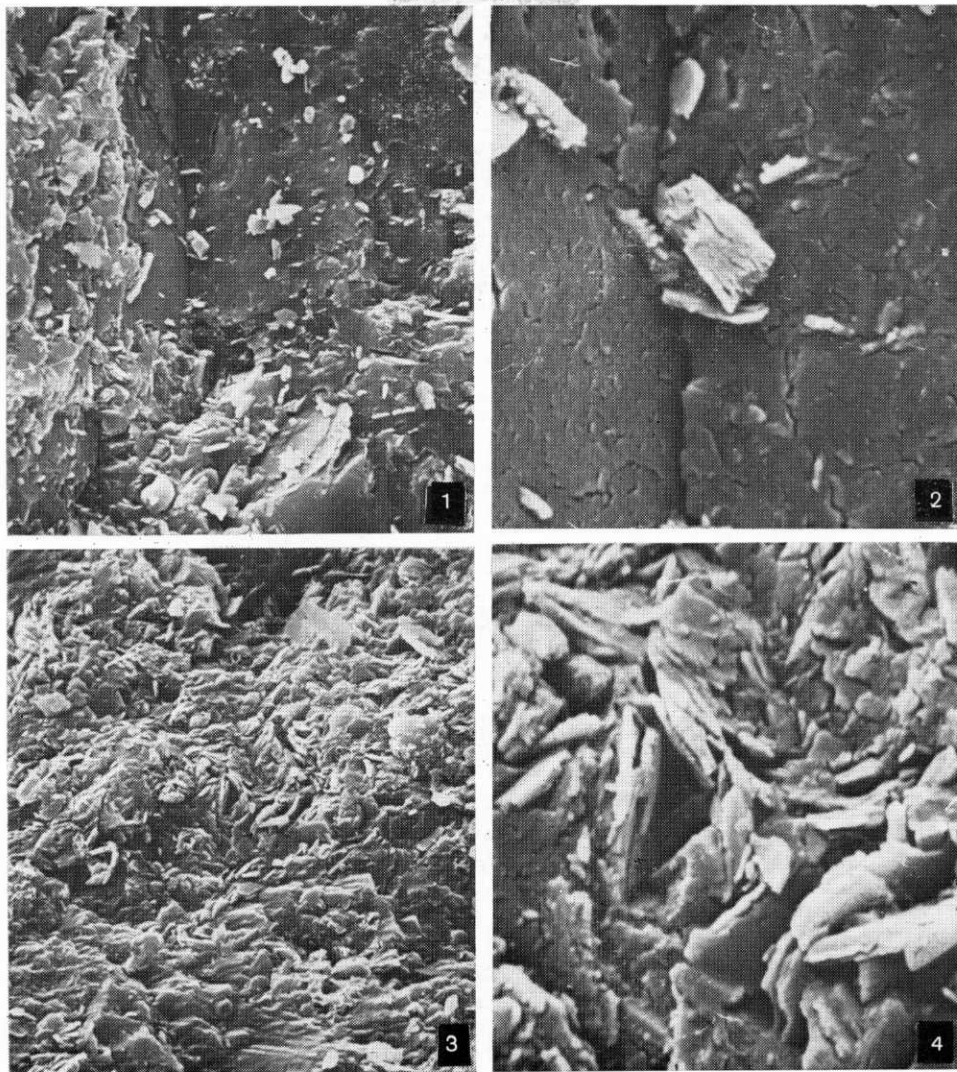
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 1785 \times



3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 8925 \times

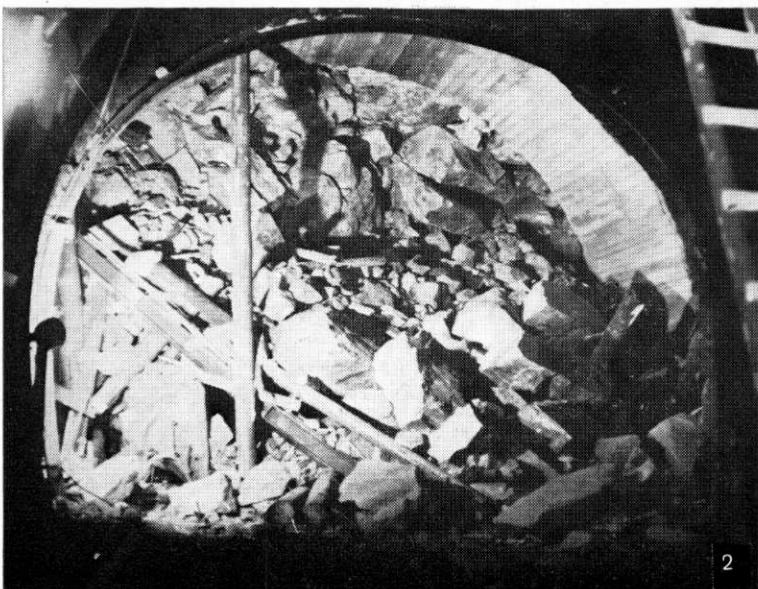


1. Štěpná plocha neovětralého biotitu, pevný granodiorit, Blansko, zvětšeno 2000 \times
2. Chloritizovaná štěpná plocha biotitu, mylonitová zóna v granodioritu, Blansko, zvětšeno 1980 \times
3. Postupná chloritizace štěpné plochy biotitu, mylonitová zóna v granodioritu, Blansko, zvětšeno 2180 \times
4. Detail obrázku 3, zvětšeno 10 800 \times

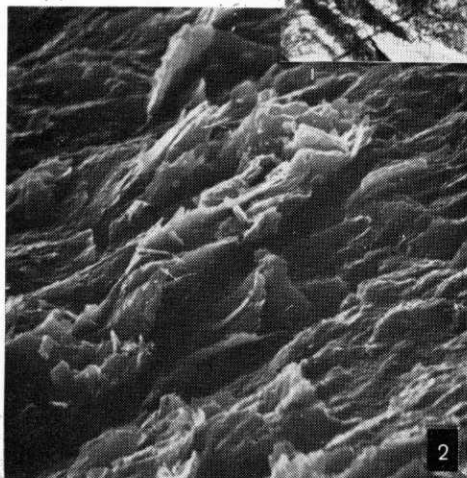
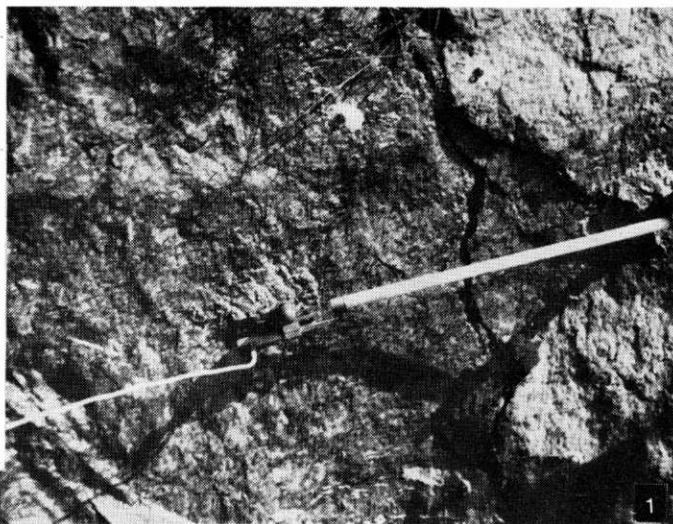


1. Štěpná plocha plagioklasu, pevný granodiorit, Blansko, zvětšeno 2280 \times
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 11 400 \times
3. Rozrušený povrch plagioklasového zrna, hustě rozpukaný granodiorit, Blansko, zvětšeno 2320 \times
4. Detail z obrázku 3, zvětšeno 11 800 \times

Príl. I—IX: SEM foto F. Odehnal — výběr M. Šamaličková

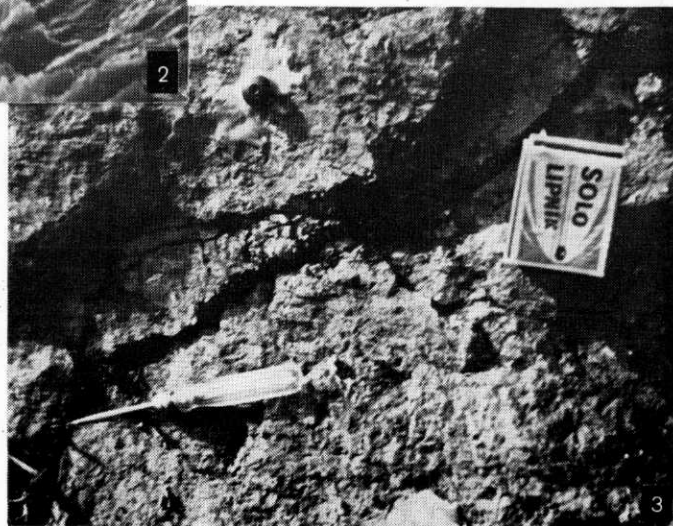


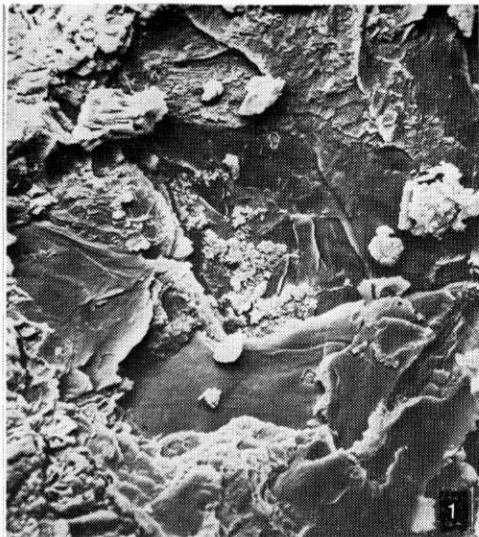
1. Uvolňování bloků v horní části skalního odřezu v Blansku
Foto M. Šamalíková
2. Závál v tunelu 4 na železniční trati Brno—Blansko
Foto J. Kvasnička



1. Měření deformace trhliny pomocí tyče z taveného křemene a měřidla zn. Hottinger Foto M. Šamalíková
2. Stereoelektronogram tlakové deformace biotitu separovaného z tlakově porušené části granodioritu v místě měření, zvětšeno 2000X
3. Tlakově deformovaná část granodioritu v místě nové trhliny

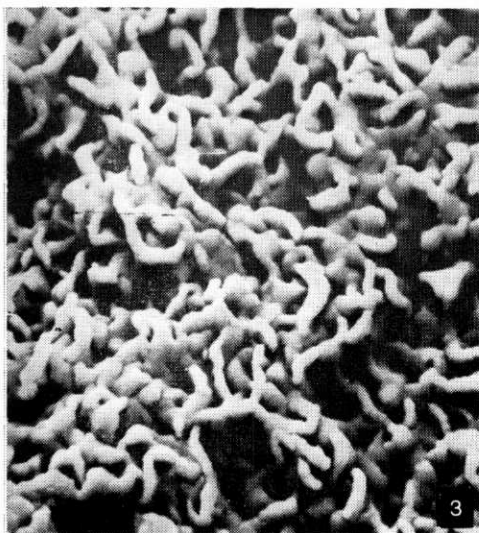
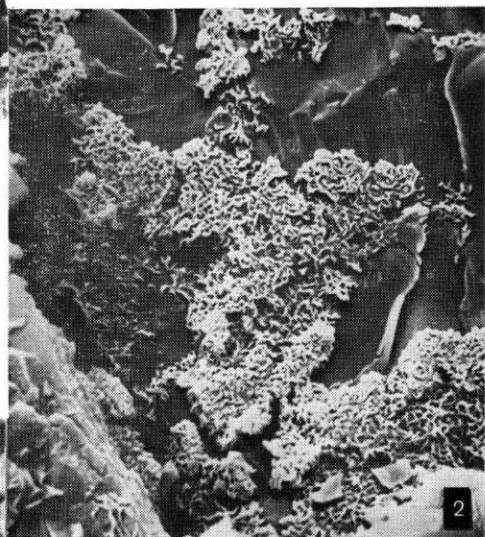
Foto M. Šamalíková



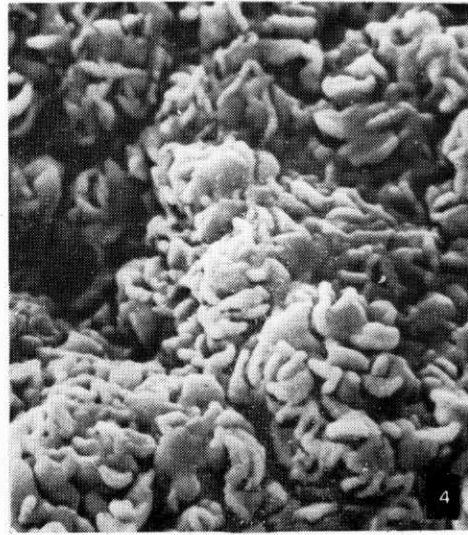
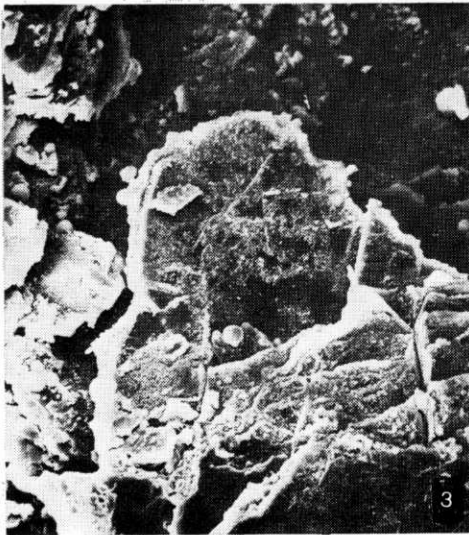
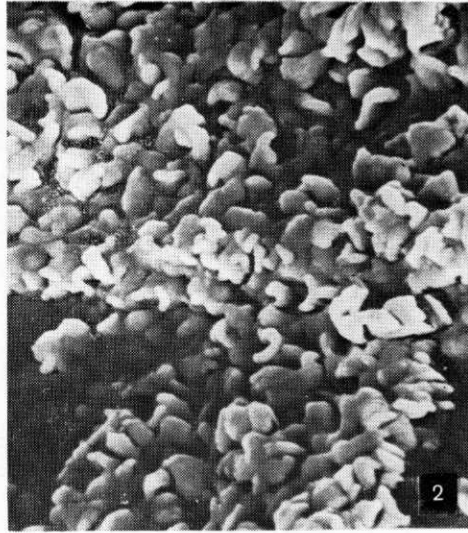
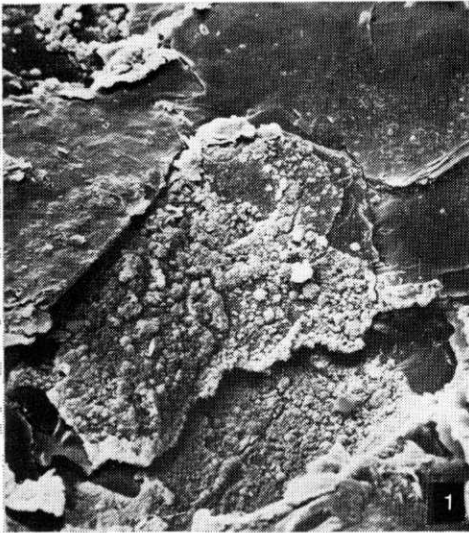


1. Počínající chloritizace na štěpné ploše biotitu, chloritizovaný biotitický amfibolit, Dalešice, zvětšeno 540×

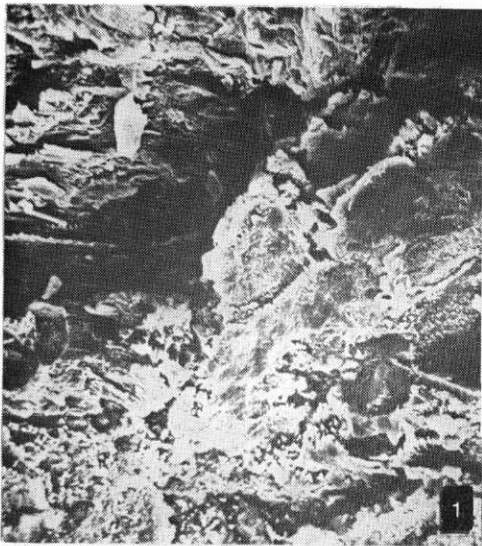
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 2100×



3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 10 500×

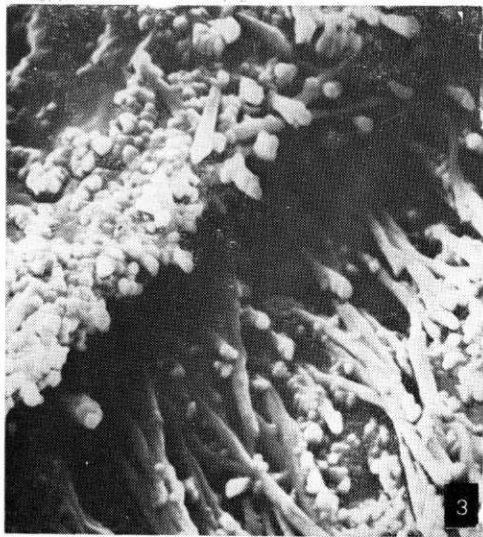
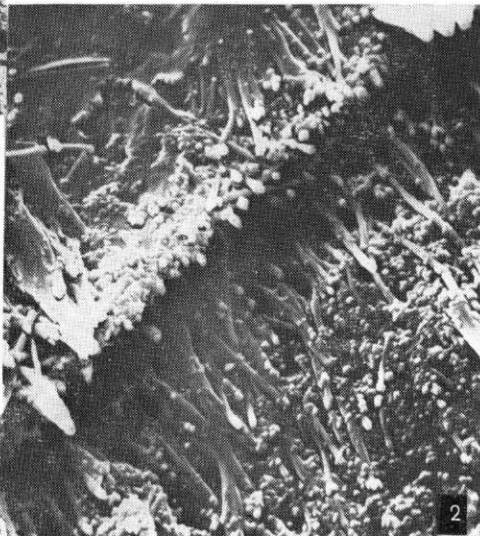


1. Chloritizace biotitu s příměsí montmorillonitu, chloritizovaný biotitický amfibolit, Dalešice, zvětšeno 580 \times
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 10 500 \times
3. Jiný příklad chloritizace biotitu s montmorillonitem, chloritizovaný biotitický amfibolit, Dalešice, zvětšeno 580 \times
4. Detail z obrázku 3, zvětšeno 10 500 \times



1. Celkové narušení povrchu zrn hydráty, kontakt amfibolitu a migmatitu, Dalešice, zvětšeno 580 \times

2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 5500 \times

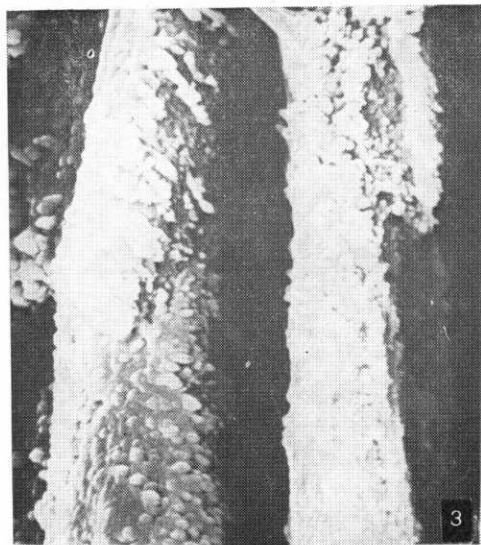
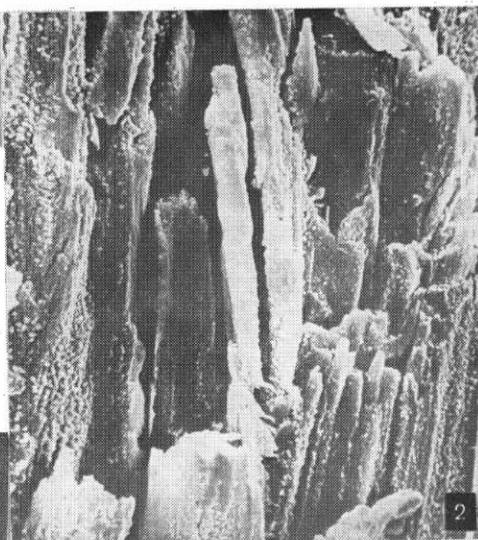


3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 11 000 \times

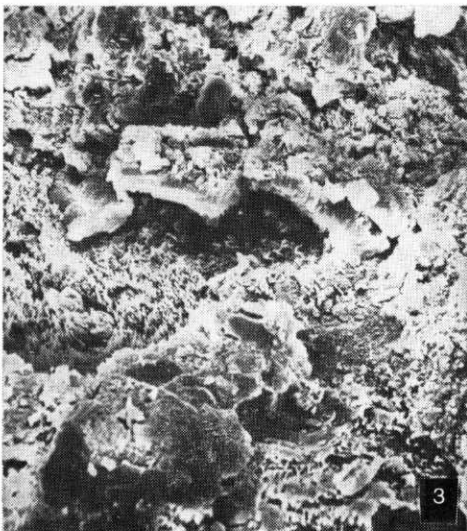
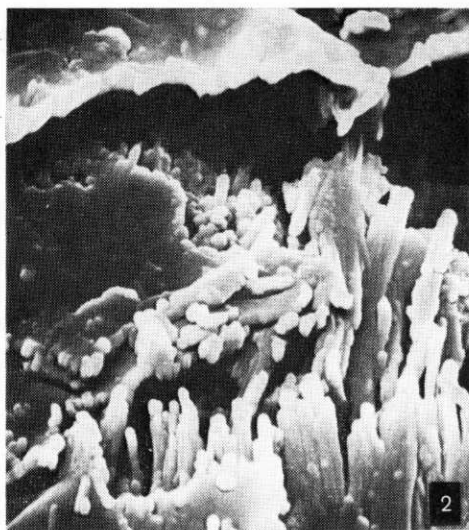
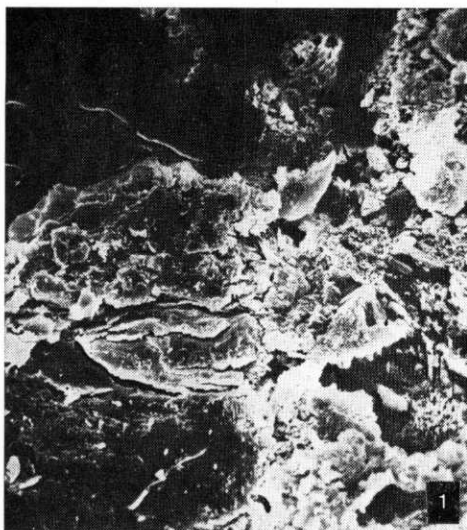


1. Amfibolové zrno s počínajícím rozrušováním a tvorbou hydrátů, kontakt amfibolitu a migmatitu, Dalešice, zvětšeno 580 \times

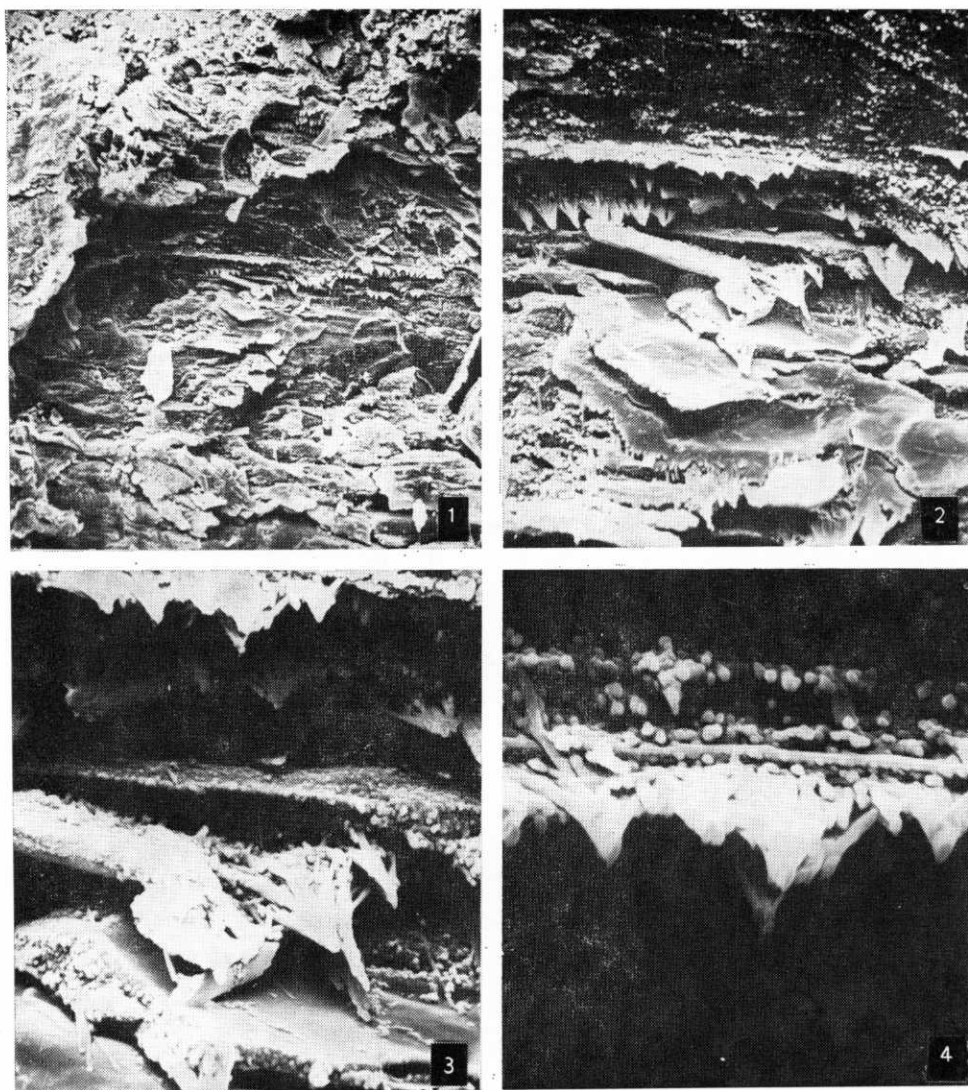
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 2300 \times



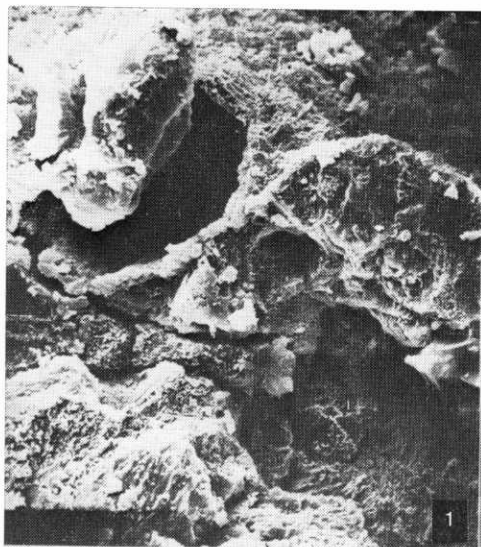
3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 9000 \times



1. Celkové překrytí povrchu zrn hydráty, kontakt amfibolitu a migmatitu, Dalešice, zvětšeno 550 \times
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 11 000 \times
3. Celkové narušení povrchu zrn, kontakt amfibolitu a migmatitu, Dalešice, zvětšeno 550 \times
4. Struktura novotvaru z dutinky ze střední části obrázku 3, zvětšeno 11 000 \times

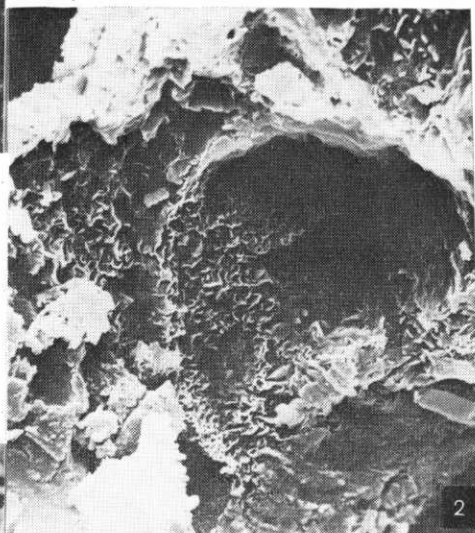


1. Narůstání „krápníkových“ forem novotvarů na okraji biotitových šupinek, kontakt amfibolitu s migmatitem, Dalešice, zvětšeno 550 \times
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 2200 \times
3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 5500 \times
4. Detail z obrázků 1, 2 a 3, zvětšeno 11 000 \times

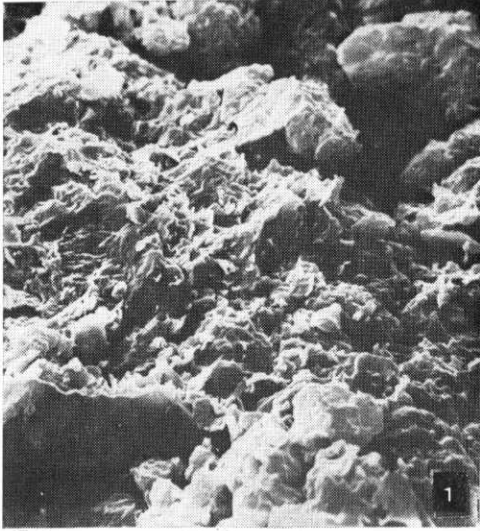


1. Vznik novotvarů v mikrodotinkách, kontakt amfibolitu s migmatitem, Dalešice, zvětšeno 580×

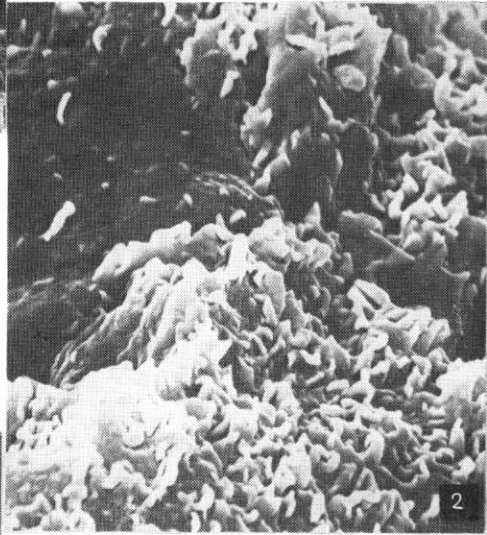
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 2300×



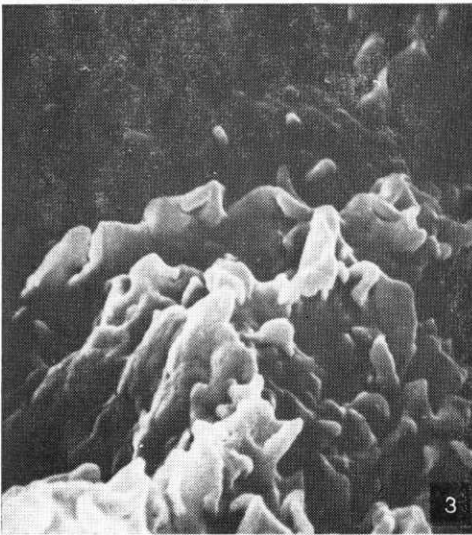
3. Detail z obrázku 3, zvětšeno 11 500×



1. Rozrušený povrch žilce, kontakt
amfibolitu s migmatitem, Dalešice,
zvětšeno 580 \times

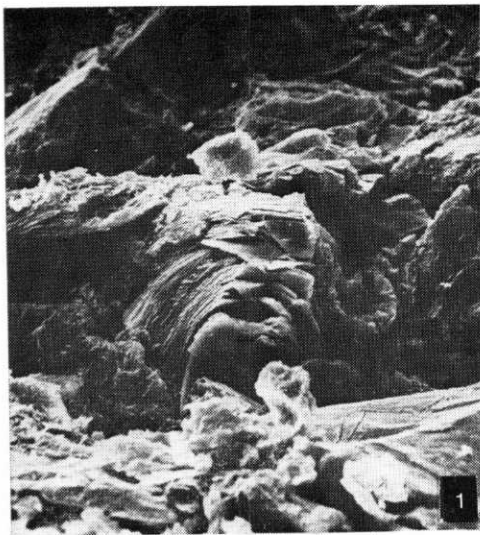


2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 580 \times



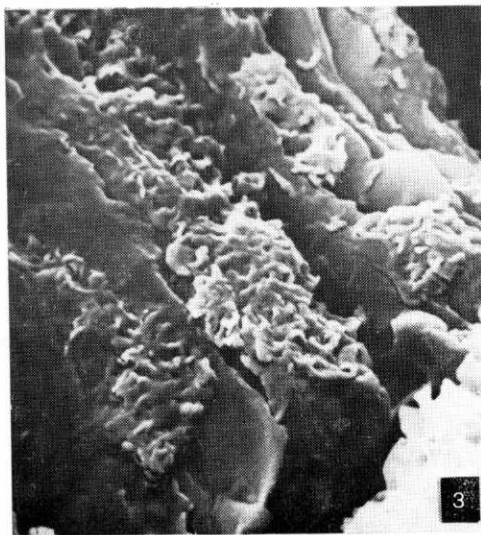
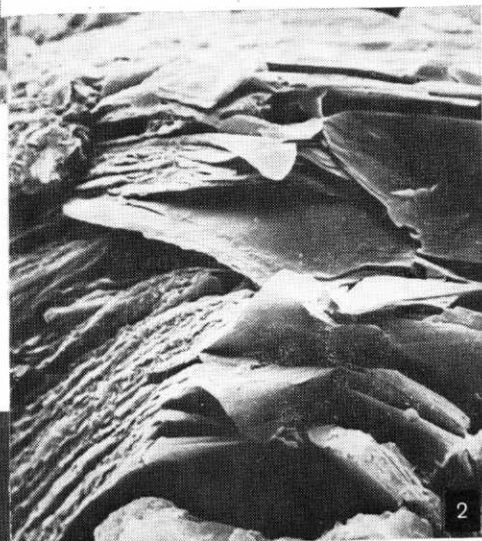
3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno
11 500 \times



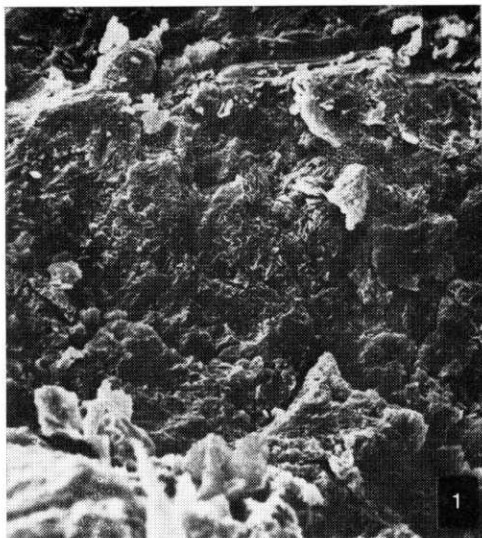


1. Tlakově deformované zrno biotitu, zvětralý migmatit, Dalešice, zvětšeno 550 \times

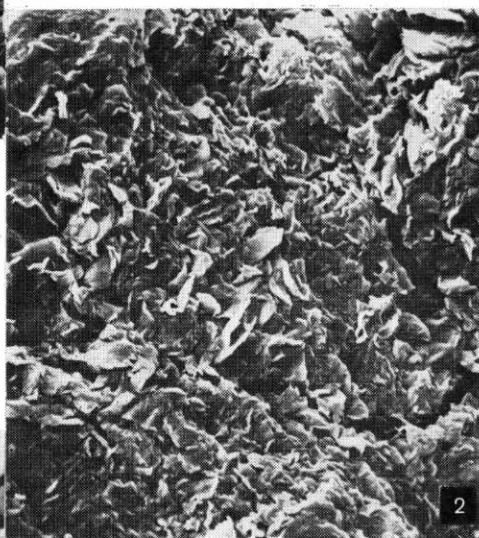
2. Detail z obrázku 1, zvětšeno 2200 \times



3. Povlaky směsi chloritu a montmorillonitu na okraji biotitového zrna z obrázků 1 a 2, zvětšeno 5600 \times



1. Celkově narušené zrno živce, zvětralý migmatit, Dalešice, zvětšeno 580 \times



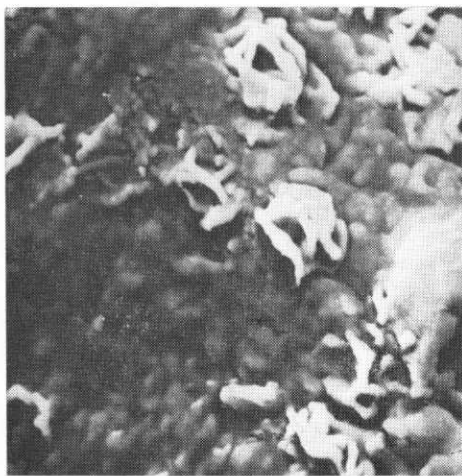
2. Struktura novotvarů z obrázku 1, směs montmorillonitu a chloritu, zvětšeno 2200 \times



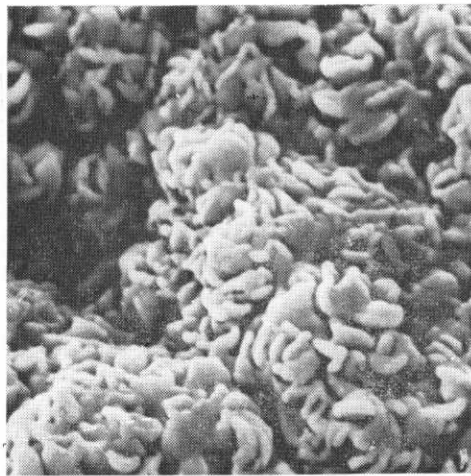
3. Detail z obrázků 1 a 2, zvětšeno 11 500 \times

Vztah geotechnických vlastností a stupně hydrolyzy v amfibolitu z Dalešic

	pevný amfibolit	oslabený amfibolit
objemová hmotnost [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]	2950	2620
nasákavost hmotnostní [%]	0,33	0,81
nasákavost objemová [%]	0,79	1,48
pevnost v tlaku po nasáknutí [MPa]	140	110
smyková pevnost \perp k foliaci [MPa]	40	29
odolnost proti mrazu [%]	0,04	0,23
rychlost šíření seizmických podélných vln [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	4000	1000
odpor [$\Omega \cdot \text{m}$]	5000	250
otlukovost [%]	16,8	39,6

stereoelektronogramy zv. 11 000 \times 

Počínající stadium hydrolyzy na zrně amfibolu, pevný amfibolit



Nové hydráty směsi chloritu a montmorillonitu, oslabený amfibolit

Pl. XXI

1. Deteriorated grain of plagioclase, contact amphibolite-migmatite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same, $\times 5800$.
3. Detail of the same, $\times 11,500$.

Pl. XXII

1. Stress deformation of biotite, weathered migmatite, Dalešice, $\times 550$.
2. Detail of the same, $\times 2200$.
3. Detail of the same with chlorite and montmorillonite, $\times 5600$.

Pl. XXIII

1. New hydrates on the plagioclase, weathered migmatite, Dalešice, $\times 580$.
2. Detail of the same hydrates, a mixture of chlorite with montmorillonite, $\times 2200$.
3. Detail of the same, $\times 11,500$.

Pl. XXIV

Relation between the geotechnical properties and degree of hydrolysis in amphibolite, Dalešice

	solid amphibolite	weak amphibolite
Density [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]	2950	2620
Weight absorption capacity [%]	0.33	0.81
Volume absorption capacity [%]	0.79	1.48
Compressive strength after absorption [%]	140	110
Shear strength \perp to foliation [MPa]	40	29
		0.23
Frost resistance [%]	0.04	
Seismic waves velocity [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	4000	1000
Apparent resistivity [$\Omega \cdot \text{m}$]	5000	250
Los Angeles rock test [%]	16.8	39.6

Stereoelectrongrams $\times 11,000$.

The beginning stage of hydrolysis on the grain of amphibole, solid amphibolite

New hydrates formation of the mixture of chlorite and montmorillonite, weak amphibolite

Pls. XI—XXIV: SEM photographs: F. Odehnal — selection of photographs: M. Samalíková.

**Использование стереоэлектрограмм
для инженерно-геологической характеристики
породной среды**

В работе дается обзор опыта по использованию стереоэлектрограмм и приводятся их примеры в инженерной геологии. Содержится в ней перечень выполненных до сих пор работ и краткое описание примененного метода. Примеры стереоэлектрограмм выбраны из работ по выветриванию гранитоидов, по инженерно-геологической характеристике плоскостей разрыва в кристаллических породах, по возможности использования заполнителей для насыпных плотин и по инженерно-геологической характеристике ослабления плотности кристаллических пород.

Preložil A. Kříž

Sbor. geol. věd	Hydrogeologie, inž. geologie, 18	Str. 51—147	— obr.	4 tab.	2 přil.	Praha 1986 ISSN 0036-5289
--------------------	-------------------------------------	----------------	-----------	-----------	------------	------------------------------

Geochemie hlubinných vod a plynů střední Moravy

Геохимия глубинных вод и газов центральной Моравии

Miroslav Michalíček¹

Předloženo 6. ledna 1984

Michalíček M. (1986): Geochemie hlubinných vod a plynů střední Moravy. — Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 18, 51—147. Praha.

V ý t a h : Oblast jv. svahů Českého masívu omezená na S zónou Hornomoravského úvalu, na J nesvačilským příkopem je podle hydrogeochemických prospekčních faktorů živěně perspektivní a je prokázána její produktivnost. Perspektivnost vzrůstá v jv. směru od okraje Českého masívu v důsledku nárůstu mocnosti krycích, ale i matečných souvrství. Omezujícími faktory průmyslové ropoplynoproduktivnosti sedimentárních komplexů v profilu oblasti je výjimečný výskyt dobrých kolektorů jejich regionální nestálost a vysoký stupeň vysazení vod provrásněného komplexu vnějšího i vnitřního flyšového pásma Karpat. V oblasti je prokázána existence téměř výlučně metanových plynů etan-propanového typu živěně genetické řady.

¹ Ústřední ústav geologický, pobočka Brno, Leitnerova 22, 602 00 Brno

Úvod

Studie shrnuje hydrogeochemické výsledky průzkumných vrtů, především na ropu a plyn, ve střední části oblasti jv. svahů Českého masívu, na S omezené přibližně zónou Hornomoravského úvalu, na J nesvačilským příkopem.

Navazuje na regionální ropně hydrogeochemické a hydrogeologické poznatky o dílčích strukturách Homoly (1961), Michalíčka (1970, 1976, 1978, 1981), Jetela (1970), Michalíčka a Procházkové (1972), Kolářové (1976, 1981) a další.

Rozšiřuje poznatky geochemického studia plynů Michalíčka (1975) zaměřeného na možný výskyt hélionosných plynů v oblasti (s obsahem He nad 0,3 až 0,5 ‰).

Zobecňuje výsledky výzkumu kolektorských vlastností hornin v profilu vrtů zájmové oblasti (Lang 1970, 1971a,b, 1972, 1973, 1974), karotážního výzkumu zastoupení písků, pelitů, karbonátů v profilu jednotlivých litostratigrafických komplexů (Těžký 1973); jak uvedli již Michalíček a Procházková (1971), Michalíček (1974a) aj., tyto jsou v oblasti z hlediska migrace a akumulace uhlovodíků, a tím reálné ropoplynosnosti limitujícím faktorem.

Při vysokém stupni rozpracovanosti oblasti, při jejímž průzkumu jsou výsledky základního výzkumu příkladně ihned realizovány v rámci průzkumně vyhledávacích prací Moravských naftových dolů (Thon et al. 1974) aj., vypouštím či omezují na minimum faktografický rozbor poznatků o hydrogeochemii a geochemii plynů, a to jak závěrů z vlastních dílčích výše uvedených studií, tak ze zpracování jednotlivých vrtů průzkumnými geology Moravských naftových dolů J. Adámkem, R. Brzobohatým, P. Kostelníčkem, J. Krejčím (archív vrtné geologických zpráv a dokumentace vrtů Moravských naftových dolů, Hodonín, aj.).

Zásoby ropy „žatčanských ložisek“ (Žatčany - Žerotín - Tály) — Juránek a Novotný (1969) — byly přehodnoceny v r. 1969 před zahájením těžby terciární metodou vnitroložiskové spalovací vlny.

Výpočet zásob ropy a plynu byl dále proveden na ropoplynoproduktivní struktuře Kostelany (Lubná) — Chmelík et al. (1970), Němec (1970), Kostelníček (1976), Uhřice — Kostelníček (1983), Ždánice — Krejčí a Brzobohatý (1984) a plynoproduktivní struktury Hradisko (Nítkovice) — Adámek a Petr (1975).

Průzkum pokračuje na nalezištích Ždánice a Uhřice a na dalších pozitivních strukturách Kobeřice — akumulace plynu, Ježov — akumulace ropy a plynu, Koryčany — akumulace plynu, Stupava — akumulace plynu.

Použitá dokumentace

V archívu geochemicko-laboratorního oddělení pobočky Ústředního ústavu geologického, Brno je od roku 1952 dokumentován chemismus všech hlubinných vod, plynů, rop a organických látek hornin analyzovaných ve vlastních laboratořích či Ústředních laboratořích Moravských naftových dolů, Hodonín. Při geochemickém zhodnocení ropo-plynoperspektivnosti oblasti vycházím z této dokumentace, ze zpráv o čerpacích zkouškách a získaných hydrodynamických údajích, z výsledků laboratorního výzkumu kolektorských vlastností hornin, prováděných v Ústředních laboratořích Moravských naftových dolů, Hodonín a z hydraulických parametrů kolektorů (propustnosti) určených Langem (1970—1974) podle měření nástupových křivek při čerpacích zkouškách.

Z použité geologické dokumentace je třeba uvést litostratigrafické členění vrtů podle Chmelíka et al. (1977), litologické charakteristiky hornin analyzovaných na obsah organické hmoty atd., karotážní diagramy vrtů závodu Karotáže Moravských naftových dolů, Hodonín.

Pro neúplnost dat o radioaktivitě hornin (údaje o obsahu U ekv., Th a K jsou omezeny pouze na jádrované intervaly — Uhmán 1973) opírá se řešení geochemie hélionosných plynů o výsledky gama karotážního měření. Zpracování dat a vyčlenění intervalů zvýšené radioaktivity oproti fonové provedl

M. Šelle (1977) ze závodu Karotáže Moravských naftových dolů, Hodonín.

Vedle uvedené dokumentace jsem použil poznatky řady dalších specialistů. Jejich práce budou citovány při diskusi řešených problémů.

Použitá klasifikace

Kolektory podle hydraulických parametrů, tj. propustnosti hornin v μm^2 , určené na plynovém permeamtru, či koeficientu filtrace (k_f v m/s) a dále podle efektivní (průlinové) pórovitosti vyhodnocené z nástupové křivky při čerpací zkoušce, jsou klasifikovány podle Chanina (1964).

Poznámka: Puklinová propustnost a pórovitost kolektorů, ať již psamitů flyšových příkrovů, nebo karbonátů paleozoika v oblasti není prakticky známa. Ojedinelá měření provedla B. Jandová z Ústředních laboratoří Moravských naftových dolů, Hodonín, a to především na jádrech z produktivních intervalů z vrtů ložiska Kostelany, Ždánice, Nítkovice, Dunajovice, Nikolčice.

Chemismus hlubinných vod je v praxi Moravských naftových dolů, Hodonín klasifikován od roku 1952 podle Palmera (1911). Používám rovněž při tomto zpracování tuto klasifikaci. Poněvadž síranová složka u naprosté většiny vod je zcela zanedbatelná, není rozlišována první a druhá salinita na chloridovou a síranovou. Stupeň mineralizace vody je vyjádřen podle Pricklonského a Lapteva (1949). Výše chloridové salinity u vod NaCl typu ($S_1 \geq 75\%$, většinou 80–95 %) odpovídá přibližně celkové mineralizaci a je tříděna podle Remana (1958). Při hodnocení radioaktivity vod podle obsahu U, Ra užívám klasifikaci Tokareva a Ščerbakova (1956).

Zemní plyny, jejich chemismus, a to jak plynů rozpuštěných, tak volných, ložiskových, spontánních klasifikuji podle Michalíčka (1974b); uhlovodíkové složky plynů podle Kofanova (1959) a hélionosnost plynů hodnotím podle Jakucenih (1968).

Použití zkratky litostratigrafie

N _{1b}	— baden
N _{1k}	— karpat
N _{1eg}	— eggenburg
N _{1ot}	— ottnang
MR	— račanská jednotka
MRz	— račanská jednotka, zlínské vrstvy z ₁ spodní, z ₂ svrchní
MRs	— račanská jednotka, soláňské vrstvy s ₁ spodní, s ₂ svrchní
MRbv	— račanská jednotka, belovežské vrstvy
MBk	— bělokarpatká jednotka

Ž	— ždánická jednotka
Žž	— ždánická jednotka, ždánicko-hustopečské vrstvy
Žm	— ždánická jednotka, menilitové vrstvy
Žpm	— ždánická jednotka, podmenilitové vrstvy
Žf	— ždánická jednotka, svrchnokřídové vrstvy (frýdecký typ)
Žš	— ždánická jednotka, šitbořické vrstvy
Z	— zdounecká jednotka
P	— pouzdřanská jednotka
PG	— paleogén — autochton
J	— jura
J(bk)	— jura — bazální klastika
J(di)	— jura — divácké vrstvy
J(ni)	— jura — nikolčické vrstvy
J(vv+d)	— jura — vranovické vápence a dolomity
J(ms)	— jura — mikulovské slínovce
J(kv+d)	— jura — kurdějovské vápence a dolomity
J(kov+d)	— jura — kobylské vápence a dolomity
J(hr)	— jura — hrušovanské vrstvy
J(nov+d)	— jura — novosedelské vápence a dolomity
J(k)	— jura — karbonáty
C ₁ (k)	— spodní karbon (kulm)
C _{na}	— karbon — namur
C _v	— karbon — visé
C _{tr}	— karbon — turné
D	— devon
D _{fm}	— devon — famen
D _{fr}	— devon — frasn
D _{gv}	— devon — givet
D(vd)	— devon — (vápence, dolomity)
D(bk)	— devon — (bazální klastika)
D(or)	— devon — (bazální klastika „old red“)
Kr	— krystalinikum

Hydrogeochemie oblasti z hlediska prospekce na ropu a plyn

Postup řešení

Pro omezení faktografických popisů a rozborů hydrogeochemie a geochemie plynů oblasti na minimum jsem shrnul nejdůležitější ropně hydrogeochemické údaje a údaje o kolektorech v textové tabulce 1 a v kartogramu vrtů (příl. 1) se stručnými, ale vyčerpávajícími vysvětlivkami shrnujícími základní geologic-

ké, geochemické, ale i ložiskové údaje (litostratigrafické profily vrtů a výsledky čerpacích zkoušek).

Sestrojené korelační geologicko-geochemické řezy (příl. 2) pak vyjadřují dostatečně jak litologický a stratigrafický profil, tak složitost geologické stavby oblasti. Podávají přehled o výsledcích čerpacích zkoušek na vrtech i o chemismu vod, o tlakových projevech plynů (výlučně metanových). K vyjádření litologie převážně peliticko-psamitických sedimentů v profilu vrtů jsem použil karotážní křivky spontánní polarizace PS a odporu, neboť jinak by bylo nezbytné celé litostratigrafické komplexy pouze schematizovat. Propojení vrtů v řezech provedl E. Menčík — Ústřední ústav geologický, pobočka Brno.

Podrobný chemismus hlubinných vod oblasti je uveden charakteristickými celkovými rozborů vod jednotlivých litostratigrafických komplexů — tabulka 2.

Rádiové vody s radioaktivitou nad 0,37 Bq/l jsou shrnuty v tabulce 3.

Chemismus plynů je uveden rovněž jen charakteristickými celkovými rozborů (tab. 4).

Základními faktory pro posouzení hydrogeologické uzavřenosti a živičné perspektivnosti struktur, které používám vedle hydrogeochemických nepřímých faktorů, jako jsou obsahy biogenních prvků, salinita vod ekvivalentní nebo blízká paleosalinitě, např. Bars 1957, Altovskij 1967, Collins 1975 aj., jsou to především:

- a) koeficient Gureviče et al. (1956), He/Ar, umožňující určení stupně hydrogeologické uzavřenosti zkoušeného intervalu,
- b) poměr tlak nasycení/tlak vodního sloupce = K_{nas} , který charakterizuje stupeň nasycení vrstevní vody plynem, a tím perspektivnost obzoru jako plynového.

Geochemický výzkum plynů se v úseku Střed omezuje na chemické a genetické hodnocení, na doplnění poznatků o výskytu hélionosných plynů v této oblasti a o vztahu zvýšených koncentrací hélia k radioaktivitě hornin (Michalíček 1975).

Geologické podmínky pro vznik a uchování ložisek ropy a plynů

Za hlavní fenomény, které ovládaly podmínky pro zachování nebo destrukci akumulace uhlovodíků za předpokladu jejich polyfázového vzniku i několika-násobné migrace, lze označit střídání období sedimentace, hiátu a orogenních fází formujících vývoj variscid Českého masívu, jejich modelaci do epivariské platformy, zakrytí neoidním strukturním patrem (neogenní výplň předhlubně) a nasunutím vněkarpatských příkrovů (Michalíček - Menčík 1981).

V tomto vývoji byly rozhodujícími regionálními činiteli: začátek sedimentace paleozoika na hranici eifel—givet; intraformační hiát a následná transgrese ve

svrchním visé (v části prostoru); asturská horotvorná fáze s finální konsolidací variského orogénu; vývoj epivariské platformy doprovázený denudací a peniplenizací povrchu; transgrese epiplatformního jurského moře; transgrese svrchnokřídového moře; založení dílčích bazénů oligomiocenní předhlubně; nasunutí vněkarpatských příkrovů; mladé pliocenní a kvartérní vertikální pohyby.

Transgrese jury a svrchní křída i výplň oligocenních depresí a neogenní miocenní předhlubně nezasáhly celý prostor epivariské platformy, zakrytý za štýrských fázích nasunutými flyšovými příkrovy. Proto na značném prostoru jv. svahů Českého masívu mohly být variscidy Českého masívu po své konsolidaci až do nasunutí flyšových příkrovů obnaženou perzistentní souší. Z hlediska polyfázové geneze a migrace uhlovodíků (Šimánek 1981) byla velmi důležitá tektonická neoidní reaktivace jv. svahů Českého masívu jak v období zakládání oligomiocenní předhlubně, tak při nasouvání vněkarpatských příkrovů, pod jejichž tlakem došlo k hlubokému ponoření Českého masívu pod vnější Karpaty a konečně vertikální pliocenní a kvartérní izostatické zdvihy a poklesy.

Geochemické podmínky geneze živíc

Šimánek (1976, 1977, 1981) podle geochemických kritérií ropoplynomatečností řadí v naší zájmové oblasti mezi ropoplynomatečné kulmské břidlice spodního karbonu, sedimenty peliticko-karbonátové facie jury ve vývoji mikulovských slínovců a peliticko-psamitická souvrství autochtonního paleogénu, neogénu čelní předhlubně Karpat stáří eggenburg—otttang, karpát a spodní baden, z vnějších flyšových příkrovů Karpat sedimenty pouzdřanské jednotky, podmenilitové vrstvy ždánické jednotky. Z vnitřní (magurské) flyšové skupiny příkrovů je příznivě vyvinut komplex zlínských vrstev račanské jednotky. Určitý význam mohou mít i sedimenty bělokarpatské jednotky.

Podle kritérií RVHP doporučených k zhodnocení prognóz uhlovodíků lze mezi ropoplynomatečné zařadit celý vrstevní sled sedimentárních hornin s výjimkou karbonátů paleozoika, jury a bazálních klastických souvrství.

Z hlediska potenciální ropoplynomatečnosti v sedimentárním profilu oblasti je podle téhož autora toto pořadí zastoupení litostratigrafických komplexů: autochtonní paleogén, mikulovské slínovce jury, podstatně menší význam mají spodnokarbonské břidlice (kulm), karbonátický devon, ale i peliticko-psamitické sedimenty neogénu. Z flyšových příkrovů mají význam především zlínské vrstvy račanské jednotky, podřadně se uplatňují souvrství bělokarpatské jednotky a z vnějších flyšových příkrovů Karpat lze přičítat úlohu zvláště v j. části jv. svahů Českého masívu sedimentům pouzdřanské jednotky a podmenilitových vrstev ždánické jednotky.

Z hlediska produktivnosti uhlovodíkových plynů druhé generace podle měření reflexivity rozptýlené organické hmoty a s ohledem na objemy a absolutní

hmotnosti matečných souvrství se mohou na genezi metanových plynů uplatnit i horniny dalších litostratigrafických komplexů v příznivých geologických (termodynamických) podmínkách v hloubkách 6–7 km.

Genetická příslušnost plynů a rop akumulovaných v kolektorech autochtonního paleozoika a mezozoika Českého masivu není dosud při složitosti geologického vývoje a stavby oblastí jednoznačně dořešena. Propustná souvrství paleozoika i mezozoika představují dnes také kolektory uhlovodíků neogenního a paleogenního stáří. Většina hornin paleozoika a mezozoika odpovídá stupněm karbonifikace matečné organické substance nižší karbonifikační fázi metamorfózy — genezi kapalných uhlovodíků.

Matečným materiálem pro vznik ropných uhlovodíků byl smíšený sapropelo-humusový materiál. Bimodální distribuce nasycených parafinických uhlovodíků v ropách svědčí o výrazném uplatnění terestrické fyto-genézy složky. Tento předpoklad potvrzuje výzkum izoprenoidních uhlovodíků; výsledky studia polyaromatických uhlovodíků potvrzují genetickou samostatnost mezozoických, příp. paleozoických živců.

Emigrace uhlovodíků z matečných do nádržních hornin je u potenciálně nejvýznamnějších mikulovských slánovec poměrně nízká. Značná část generovaného množství uhlovodíků zůstává vázána v místě vzniku jako syngenetická složka. Na rozdíl od mladších souvrství, ve kterých lze předpokládat důvodně migraci na značné vzdálenosti (např. ložisko Kostelany), je podle výzkumu rop a horninových bitumenů v mezozoiku a paleozoiku migrace omezena a významně se uplatňuje jen v rozsahu jednotlivých struktur. Migrovanými bitumeny jsou nejvíce obohaceny horniny karbonu, devonu a krystalinika. Podíl olejové frakce dosahuje až 40 %. Těžký asfalticko-smolný charakter bitumenů krystalinika a klastického terigenního devonu je důsledkem podzemního vyvětrávání lehkých frakcí. Největší množství epigenetických bitumenů obsahují svrchní části karbonického devonu (Nítkovice, Žarošice aj.).

V autochtonním paleogénu je prokázán pokročilý stupeň vytěsnění vzniklých bitumenů do sběrných vrstev. Stupeň termického přepracování disperzně rozptýlené organické hmoty je méně pokročilý a větší část matečné hmoty by mohla podle autora poskytnout uhlovodíky druhé generace.

V neogénu je pokročilejší emigrace generovaných bitumenů do kolektorů v souvrství stáří eggenburg—ottuang než v karpátu. Horniny obou těchto peliticko-psamitických souvrství představují dnes významný potenciální zdroj uhlovodíků druhé generace při jejich ponoření do hloubek 5–7 či více kilometrů.

Hydraulické vlastnosti hornin

Regionální litofaciální a paleogeografické zhodnocení jednotlivých komplexů v sedimentárním profilu j. části oblasti jv. svahů Českého masivu nebylo dosud

provedeno. První práce v tomto směru provedli Eliáš (1977, 1981) a Řehánek (1978) pro mezozoikum — juru, příp. křídou.

Podle současných hydrogeologických poznatků mají vlastnosti kolektorů v jednotlivých litostratigrafických komplexech v zájmové oblasti

- a) horniny zvětralého povrchu krystalinika — smíšený typ puklinovo-průlinového kolektoru;
- b) v komplexu paleozoických sedimentů hlavně bazální klastika facie „old red“, řazené do spodního až středního devonu. Jsou tvořena převážně křemennými pískovci a slepenci, méně arkózovými pískovci a písčitymi jílovci. Představují kolektory s převážně průlinovou, ale i kombinovanou průlinovo-puklinovou pórovitostí a propustností. Mocnost bazálních klastik je značně proměnlivá s maximem až 1500 m (Měnin-2). Nad klastickým bazálním souvrstvím leží komplex karbonátů devonu stáří givet—frasn, místy až spodní tournai, přičemž v jejich nadloží (tournai—visé) dochází lokálně k několika stratigrafickým hiátům a karbonátová sedimentace přechází postupně do nadloží do jílovité (břidlice), výše s vložkami drob kulmského vývoje. Rifové vápence vilémovické a lažánecké bývají ve spodní části místy značně dolomitizované. Zvláště dolomitizovaná část těchto rifových vápenců představuje charakteristický puklinový karbonátický typ kolektorů paleozoika. V centrální části nesvačilského příkopu a v s. části studované oblasti mocnost komplexu karbonátů dosahuje až 1000 m. Mocnosti generelně klesají směrem k JV.

Rifové vápence vystupují vždy těsně po transgresi středodevonského moře a ukončení sedimentace je z časového hlediska nerovnoměrné. Geneticky jsou vázány na období všeobecného klesání, transgrese moře. Rychlá subsidence byla kompenzována růstem rifotvorných organismů a sedimentací produkováného vápencového kalu, prakticky bez přínosu klastických materiálů z přiléhající pevniny.

Vyšší část paleozoika (svrchní visé—namur A) představuje v sz. části zájmového území myslejovické souvrství, tvořené převážně hrubozrnnými slepenci, které k JV prstovitě přecházejí do drob a břidlic kulmského vývoje. Maximální mocnost myslejovického souvrství činí 3000 m, v nesvačilském příkopu až 1000 m s maximem na vrtu Újezd-1 přes 1700 m. Mocnost kulmského vývoje k V podle poznatků z oblasti Uhřic se snižuje na 300—700 m. Psamity myslejovického souvrství jsou z hlediska kolektorského prakticky bez podstatného významu.

Naproti tomu psamity — drobové a arkózové pískovce, slepence — nadložního terestrického svrchního karbonu zastiženého v j. a střední části oblasti jv. svahů Českého masívu pouze vrty Němčičky-1, -2, Žarošice-1 představují průlinové, příp. kombinované průlinovo-puklinové kolektory. Jsou ekvivalentem ostravského souvrství (namur A).

- c) Za kolektorské horniny v litostratigrafickém profilu mezozoika jv.

svahů Českého masívu možno za současných znalostí pokládat především psamitické polohy grestenských vrstev liasu — spodního doggeru a nikolčické vrstvy na bázi karbonátového a peliticko-karbonátového vývoje. Obě litofacie jsou spojeny s transgresní fází vývoje jurského sedimentačního bazénu. Vývoj grestenských vrstev v Rakousku je považován za deltové a protodeltové sedimenty ukládané na okrajích pánví a doprovázené uhelnou sedimentací facie marší. Jde o jedno z mála souvrství s předpokladem zachování podstatného podílu intergranulární pórovitosti u klastických sedimentů. Nikolčické vrstvy ve facii písčitých dolomitů a dolomitických pískovců a křemenných pískovců (nikolčicko-kurdějovský hřbet) vyznačují celopánevni transgresi. Karbonátové horniny v karbonátovém a peliticko-karbonátovém vývoji malmu možno považovat za sedimentační prostředí náchylné k tvorbě smíšených a puklinových kolektorů v přímé závislosti ke zvyšujícímu se podílu klastických komponent a vzrůstající dolomitizaci. V okrajových částech pánve se na tvorbě pórů a dutin uplatňuje i sekundární krasovění hornin. U vranovických vápenců a je podestýlajících nikolčických vrstev (vranovický obzor s. l. Špička 1976) vzniká 50–120 m mocný pórovitý komplex, v němž geneze pórovitého prostředí je značně komplikovaná. Jeho báze je tvořena různě diageneticky zpevněnými klastiky, výše pak vápenci a dolomity.

Střední část litostratigrafické sekvence peliticko-karbonátového vývoje jury skládají relativně nepropustné slíny.

- d) V profilu autochtonního paleogénu, miocénu představují písky a pískovce vždy více či méně vápnité, převážně průlinový typ kolektorů. Pískovce flyšových příkrovů Karpat jsou však vždy spíše smíšeným typem kolektoru s převahou propustnosti a pórovitosti buď průlinové, nebo puklinové. Stupeň písčitosti, poměr zastoupení bazálních klastik, písčitých poloh k pelitickým v profilu autochtonního oligocénu, miocénu — eggenburgu-ottnangu a karpátu, ale i v profilu příkrovů ždánické a pouzdřanské jednotky podrobně zpracoval Těžký et al. (1971).

Klasifikace kolektorských hornin paleozoika a mezozoika

Výskyt dobrých kolektorů je obecně limitujícím faktorem pro existenci průmyslově významných ložisek ropy a plynu a tento faktor platí podle současných poznatků pro celou oblast jv. svahů Českého masívu.

Současné poznatky z laboratorně fyzikálního výzkumu kolektorských hornin vrtných jader (M. Koukolíček, Moravské naftové doly, Hodonín; J. Uhmán, Geofyzika, Brno) a hydrodynamického výzkumu na vrtech (Z. Lang, Výzkumný ústav geologického inženýrství, Brno), interpretace karotážního měření na vrtech s cílem vyčlenění kolektorů, určení jejich vlastností a druhu sycení, (A.

Tabulka 1
Ropné hydrogeochemická a kolektorská data

vrst hloubkový interval v m	nadmořská výška vrstu v m počva vrstu v m litostratigrafie	klasifikace kolektorů (A. A. Chamin 1964)	přítok	chemické parametry hlub. vod			stupeň nasycení vod plyny M. S. Gurevič et al. (1956)
				minerálizace g/l	chloridy g/l	jodidy mg/l	
Blatnička-1	238/1457 — Rz	5	P	—	—	—	>1,0
80—106	Bk	5	V	—	—	—	—
119—149	Bk	IV	P	5,4	2,7	27,3	>1,0
760—823	Rz			—	—	—	
Břeží-1	182,69/1702 — Kr	V	V	12,3	7,3	10,2	0,67
938,5—949,5	Nieg-ot	IV	V	3,0	1,6	2,5	0,22
1000—1615	J(kv+d), J(vv+d)	IV	V	2,8	1,6	1,8	—
1621—1635	Kr						
Břeží-2	192,54/2016 — J(vv+d)	V	V	18,7	10,9	44,4	0,27—0,99
757—1125	Nik	V	V	27,3	16,3	66,0	0,51—0,90
1225—1288	Nieg-ot	V	V	26,8	16,0	67,3	0,50
1343—1353	J(kv+d)	V	V	47,7	29,4	23,4	0,30
1802—2016	J(ms), J(vv+d)	V	V				
Břežůvky-1	306/1207 — Rz	4	V	1,3	0,09	0,0	—
230—248	Rbv	5	R	—	—	—	—
946,5—1207	Rz2						
Buřovice-1	230/1121 — Kr	IV	V	1,9	0,04	0,0	<0,1
187,5—388	Žž	V	V	5,6	2,5	3,8	0,72
392—1121	Dgv+fr(vd)+Kr						
Dražovice-2	286/1500 — Kr	V—III	V	1,1	0,2	0,0	<0,1
233—1500	Cr+Dgv+fr, fm(vd+bk)+Kr						
Dražovice-1	198,37/1810 — Kr	III	P	—	—	—	—
1097—1108	Nieg-ot	III	P	27,9	16,9	52,0	1,0
1128—1138	Nieg-ot	IV—V	V	30,6	18,7	16,5	0,48
1158—1660	J(kv+d), J(ms), J(vv+d)	V	pV, V	42,3	26,3	19,0	0,58
1710—1773,5	J(vv+d)						
Hluk Hw-2	—/702 — Rz	5	VP, V	8,9	4,6	52,6	>1,0
320—391	Bk	5	P	—	—	—	—
422—502	Bk	5	P	—	—	—	—
687—702	Rz	5	P	—	—	—	—

Hluk-3	235/842,6 — Rz	5	P	—	—	—	—	—	—
—	Bk+Rz								
Hluk-5	—/500 — Rz	5	P	—	—	—	—	—	—
386—390	Rz	5	P	—	—	—	—	—	—
437,5—441,5	Bk	5	P	—	—	—	—	—	—
Holešov-1	292/1050 — Kr	IV	V	4,8	2,2	2,5	2,5	2,5	0,39
717—725	Nik	V	V	5,1	2,5	2,5	2,5	2,5	0,39
766—945	D(vd)	V	V	4,9	2,6	2,6	3,8	3,8	0,32
979—1047	D(vd)+Kr								
Hulín-1	195/1450 — Kr	5	pV, V	17,5	9,8	28,6			<0,1
1396—1450	Kr								
Jarohněvice-1	201/1420 — Kr	5	V	16,5	9,5	22,7			2,4/284+
331—535	Z	5	V	21,4	12,7	52,0			1,9/122+
198—809	Z+Nik	5	V, pV	7,5	4,2	14,0			0,21
1380—1417	Kr								
Jarošov-1	332/5578 — Rsl	5	RPV	15,2	7,8	19,0			>1,0
1707,5—2954	Rzi	5	VP	17,0	7,9	15,2			0,26—0,94
3073—3274	Rsz	5	RPV	13,8	3,9	11,4			>1,0
575—4595	Rsl								
Ježov-1	215/3897 — Zčz	4	V	2,4	0,9	4,4			
183—208	Nis		V	2,5	0,6	1,9			
568—577	Nis		V	5,3	2,1	8,2			
642—650	Nis		V	13,4	6,2	13,0			>1
2760—2770	Rsl	5	RPV	16,8	8,3	27,9			>1
2966—2979	Rsl	V	VP	—	—	—			
3414—3450	Zčz	5	RP	—	—	—			
Ježov-2	288,96/3000 — Kr								
757—766	Rza		V	40,8	5,4	28,6			
1430—1453	Rzz		V, P	17,6	9,6	21,6			
2511,3—2655	J(ms), J(mi)+D(bk)	IV	pV	27,9	25,1	115,5			
Koberice-2	357,21/1900 — Dfr								
1053—1065	Nik	V	P	—	—	—			—
1079,5—1084,5	Nik	5	V	15,2	8,8	22,8			<0,1
1094—1104	Ci(k)	4	V	20,1	11,4	26,6			0,3
1781—1789,5	Ci(k)	5	V	15,1	8,7	11,4			<0,1
1865—1880	Dfr	5	V	23,9	14,1	20,3			<0,1
Kojetín-1	193/1001 — Kr	III	V	2,5	0,9	2,5			—
420—430	Nik								—
Koryčany-1	445/1800 — Kr	4	P	—	—	—			—
1733—1753	Kr								—

Tabulka 1 (pokračování)

vrty hloubkový interval v m	nadmořská výška vrtnu v m		klasifikace kolektorů (A. A. Chanin 1964)	přítok	chemické parametry hlub. vod		stupeň nasycení vod plyny M. S. Gurevič et al. (1956)
	počva vrtnu v m	litostratigrafie			minerální g/l	chloridy g/l	
Kožušice-1 863—916	359/1303 — Kr		4	V	4	0,5	<0,1
1175—1267	Zž		IV	V	18,6	9,9	0,95—1,15
1272—1303	Nik Nik+Kr		IV	V	8,6	4,5	0,29
Kožušice-4 942—949	274/1085 — Kr		4	P	—	—	—
962—971	Nik		4	V	8,8	4,3	<0,1
1027—1042	Nik+Kr		5	V	6,7	3,5	<0,1
Kroměříž-1 525—531	218,29/1148 — Kr		4	VP	14,8	8,2	—
562,5—574	Nik		4	VP	9,3	5,3	>1
1075—1085	Nik+Kr		5	PV	8,5	4,8	>1
1092—1114	Kr		5	PV	6,0	3,3	>1
Lubná-1 1434—1559	347/1560 — Kr		IV	RPV	13,6	7,7	>1
Lubná-4 399,5—1018	Nik+Kr		4	P	—	—	—
1506,5—1513,5	Nik		4	V	12,8	6,5	1,5/163+
1527,5—1628	Nik+Kr		4	V	45,4	27,7	0,82++
Marefy-1 396—405	213/1081 — Kr		4	V	3,9	1,3	<0,1
480—1081	Žpm D(vd+bk)+Kr		4	V	4,0	1,5	0,21
Měnin-1 55—135	184,62/2100 — D(bk)		V	V, SR	2,0	0,49	—
197—250	D(vd)		V	V	1,8	0,24	—
424,8—674	D(bk)		V	V	3,6	1,2	—
1378,6—1817,4	D(bk)		V	V	19,9	11,1	—
Morkovice-1 319,5—323,5	450/1051 — Kr		5	P	—	—	—
684—822	Nik		5	V	27,1	15,7	0,89
Němčický-1 2177—2189	321,54/5192 — Dfr		V	RP	45,9	25,9	1
2212—2344	P J(kov+d), J(kv+d)		V	V, pV	37,9	21,4	1

Tabulka 1 (pokračování)

vrstevný interval v m	nadmořská výška vrhu v m — počva vrhu v m litostratigrafie	klasifikace kolektorů (A. A. Chanin 1964)	přítok	chemické parametry hlub. vod		stupeň nasycení vod plyny M. S. Gurevič et al. (1956)
				minerální g/l	chloridy g/l	
Osvětlaný-1	260/2820 — Kr	4	pV	4,8	2,0	0,1—0,75
950—1380	Rz1	4	V	6,2	2,7	0,14
1410—1420	Rbv	4	V	6,3	2,5	0,21
1555—1630	Rs2	4	VP	4,9	1,5	>1,0
1674—2080	Rs1	5	RPV	—	—	>1,0
2518—2820	Rs+Kr	5				
Popice-1	254,88/2450 — Kr	V	V	27,8	13,6	0,82—1,03
1148—1480	Pkf	V	V	56,1	33,3	1,1
2130—2437,5	PG	V	V	55,8	33,3	0,89
2325—2340	Kr					
Rataje-1	284/1679 — Kr	4	V	9,8	5,2	0,51
582—590	Nik	4	V	3,7	1,4	0,14
1311—1314	Nik		V	4,7	2,4	0,20
1366—1679	Dgv(vd+bk)+Kr					
Roštín-1	323/1550 — Kr	5	V	31,0	18,8	0,71
715—733	Zž	5	V	18,7	10,6	3,9/70
957—967	Nik	5	V	11,4	6,0	7,3/545+
1405—1461	Nik					
Rousínov-1	316/1003 — C1(k)	4	V	2,8	0,4	<0,1
324—663	Nib	4	V	2,4	0,3	<0,1
703—752	Nik	5	V	5,9	3,3	<0,1
785—1003	C1(k)					
Slavkov-2	227/1400 — Kr	III	VP	2,9	1,1	0,1
843—1340	Dfr-gv(vd+bk)+Kr					
Strachotín-1	168,27/2600 — Kr	IV	pV	20,0	11,6	0,44
1162,5—1278	P	V	V, pV	50,7	30,9	0,40
2221,6—2430	J(vv+d), J(mi)	V	V, pV	53,5	32,5	0,93
2450—2518	Kr					
Stupava-1	453/2500 — Kr	5	V	—	2,1	<0,1
560—1675	Rsi	IV	pV	18,0	7,9	—
2156—2400	Nik	5	V	32,8	19,1	—
2425—2500	Nik+Kr					

Stupava-3	369,9/2298 — Kr								
1674,5—1694	Rs1	4							
1675,7—1728	Rs1	4							
1902—1906	Z	5							
2238—2267	Kr	5	6,9	3,5					<0,1
Svábenice-1	295/2460 — Kr								
597—2376	C1-D(vd)	4	2,1	0,7					<0,1
2407—2460	Kr	4	2,8	0,8					<0,1
Těšany-1	252/4500 — Kr								
3914,8—3960	Dfr-gv	5	67,6	41,1					
4094—4126	D(bk)	5	92,1	56,7					
Thumačov-1	252/2315 — Kr								
950—1040	Zž	5	5,7	2,6					<0,1
2414—2315	Nik+Kr	5	34,3	15,2					6,4/364+
Uhřice-2	291,5/3450 — Kr								
3330—3400	Kr	5							
3195—3220	D(bk)	5	46,9	27,8					>1,0
3045—3065	Dfr-gv	5	25,0	13,2					<0,1
2685—2745	Dfr-gv	5							
2483—2505	Cv+Dfr-gv	3							
Uhřice-3	287,40/2595 — D(bk)								
1188—1240	Zž	5	8,5	3,7					
1507—1515	Žpm	5	15,4	7,3					
1940—2220	J(kl)+J(mi)	5	20,4	8,7					0,49—0,67
2310—2330	Dfr-gv	5	23,3	11,5					0,37
2470—2595	Dfr-gv+D(bk)	5	33,7	19,2					0,54
Uhřice-4	241,78/1900 — Kr								
870—890	Zž	5	3,8	0,6					
1592—1605	J(vv+d)	5	12,7	7,3					
1685—1705	J(mi)	5	20,4	12,2					
Uhřice-5	257,85/2050 — Kr								
1362—1370	Zž	5	16,2	9,2					0,95
1890—1919	J(mi)	5	17,0	9,6					
1944,4—1994	J(mi)+Kr	5	12,4	6,7					
Ujezd-1	242,64/2300 — C1(k)								
520—527	PG	5	5,1	2,6					
590—597	PG	5	3,9	1,7					2,5
2006—2156	C1(k)	5	75,1	46,0					stopy
Vlkoš-1	198/870 — Kr								
510—566	Ntb	IV	3,3	0,6					

Tabulka 1 (pokračování)

vrst hloubkový interval v m	nadmořská výška vrstu v m pořeva vrstu v m litostratigrafie	klasifikace kolektorů (A. A. Chavin 1964)	přítok	chemické parametry hlub. vod		stupeň nasycení vod plyny M. S. Gurevič et al. (1956)
				mineralizace g/l	chloridy g/l	
Zarošice-1 370—998	224/2867 — Dgv(bk)	V	V	2,2	0,2	>1,0
1143—1254	Zž	V	V	11,9	6,8	1,15
1907—1963	Zž Ct(vd)	V	R	—	—	—
Zarošice-2 394—642	388/1620 — Kr	V	pV, P	3,6	1,5	>1,0
785—795	Zž+Zm	V	VP	21,7	12,8	>1,0
1156—1180	Zpm	V	V	20,1	11,0	1,04
1195—1375	Nieg Dgv-fr(vd+bk)	V	V	19,7	11,3	>1,0
Žatčany žt pole 39,9	Žt 45/- — Nik	II	V	2,0	0,7	<0,1
—100	Nik	II	R	—	—	—
Žatčany Sokolnice So 3	188,1/119 — Nik	II	R	—	—	—
77—82	Nik	II	R	—	—	—
96,5—101	Nik	II	R	—	—	—
Zerotín (Měním) RH 40	403-/62 — Nib	II	V	1,0	0,03	<0,1
57,6—67	Nib	II	R	—	—	—
Zdánice-1 964—990	426/990 — Kr	IV	R	12,6	7,4	1,0
Zdánice-28 4020—4027	/1060 — Kr	5	V	7,2	3,9	<0,1
970—980	Kr miocén	4	pV, R	—	—	—

Výšvětlivky: litostratigrafie — použité zkratky jsou uvedeny v úvodu. Klasifikace kolektorů — klasifikační třídy I.—V. jsou vyhodnoceny, klasifikační třídy 1—5 jsou odhadnuty. Přítok: P — plyn, R — ropy, V — vody, VP — vody a plynu, pV — proplyněné vody, RP — ropy a plynu, RV — ropy a vody, RPV — ropy, plynu, SR — stopy ropy. Stupeň (koeficient) nasycení vod plyny K_{nas} = tlak nasycení/tlak hydrostatický; jeho hodnoty >1 a <1 jsou odhadnuty; + tlak nasycení/stoupec vody MPa/m; ++ hodnota stupně nasycení zkršlena v důsledku deprese při vzorkování větší než 2,5₀/0 oproti tlaku hydrostatickému.

Těžký, Geofyzika, Brno; M. Šelle, Moravské naftové doly, Hodonín), poznatky mikroskopického výzkumu mikro- i makropuklinatosti hornin (B. Jandová, Moravské naftové doly, Hodonín) umožňují relativně reprezentativní třídění a klasifikaci průlinových kolektorů s primární pórovitostí a propustností či kombinovaných průlinovo-puklinových kolektorů, u nichž sekundární puklinová pórovitost a propustnost hraje podřadnou úlohu. K druhému typu, který je převažujícím typem psamitických kolektorů, můžeme zařadit v profilu paleozoika: bazální klastika facie „old red“ stáří spodní—střední devon a psamity terestrického uhlonosného svrchního karbonu — namur A.

V profilu mezozoika — jury sem patří bazální klastická souvrství stáří lias—spodní dogger (nikolčické vrstvy). Ve svrchní křídě jsou kolektory tohoto typu peliticko-psamitické sedimenty klementsčkých vrstev.

Podle klasifikace kolektorů ropně hydrogeologické praxe (Chaniin 1964) patří psamitické kolektory paleozoika a mezozoika karpatské předhlubně a jv. svahů Českého masívu převážně do nejnižší klasifikační třídy kolektorů s nízkou propustností pod $1 \cdot 10^{-2} \mu\text{m}^2$ i pórovitostí pod 8–12 %. Do IV. třídy kolektorů se sníženou propustností 10^{-2} – $10^{-1} \mu\text{m}^2$ a pórovitostí 8–18 %, výjimečně i do III. třídy (středního typu) kolektorů byly podle výsledků čerpacích zkoušek zařazeny klastika a psamity na strukturách Ježov (Jni, Dbk), Mušov (Jni), Mikulov (Jni).

Karbonátické kolektory v profilu paleozoika a mezozoika představují kolektory puklinové a kolektory se smíšenou propustností a pórovitostí buď puklinovo-průlinové nebo puklinovo-krasové. Jejich pórovitost a propustnost je převážně sekundární.

Současné poznatky o tomto typu kolektorů neumožňují reprezentativní roztrídění a kvantitativní klasifikaci kolektorů a to ani podle petrofyzikálního, petrografického výzkumu vrtných jader, ani podle vyhodnocení karotáže či hydrodynamického výzkumu na vrtech.

Obecně platí, že hydrodynamický výzkum, příp. karotážní hodnocení dává hodnoty podstatně bližší skutečnosti než výzkum laboratorní. Podle srovnání např. výsledků hydrodynamického vyhodnocení nástupových křivek a fyzikálního měření propustnosti na jádrech v úseku „Jih“ byly zjištěné hodnoty propustnosti z laboratorního měření o 1 až 2 řády nižší než vyhodnocené údaje z nástupových křivek. Přitom použitá metodika vyhodnocení nástupových křivek Z. Langem z Výzkumného ústavu geologického inženýrství, Brno (Lang 1970, 1971a,b, 1972, 1973, 1974) byla vypracována pro průlinové kolektory.

Karbonáty paleozoika a mezozoika podle fyzikálního a petrografického výzkumu jader a hydrodynamického výzkumu čerpacích zkoušek byly zařazeny převážně do nejnižší V. třídy kolektorů podle klasifikace Chaniina (1964). Zařazení bylo provedeno na základě srovnání hodnot propustností s přihlédnutím i k údajům zjištěných pórovitostí karbonátů. Jejich pórovitost je pod 8 %,

Tabulka 2

Výběr charakteristických chemických rozborů

vrt interval m	litostratigrafie	mineralizace g/l	pH	Ca	Mg	Na	K	Li
Blatnička-1 119—149	Bk	5,4	9,0	36,0	25,5	1908,2	18,4	—
Březůvky-1 230—248	Rbv	1,3	10,0	8,0	10,2	535,9	2,7	—
Bučovice-1 813—797	Dgv+fr	5,6	7,5	52,1	41,3	1750,0	39,0	0,40
316—307								
292,5—284	Žž	1,9	9,5	10,0	7,3	568,0	17,6	0,16
269—263								
Dražovice-2 1160—1146								
1093—1087	Dgv+fr	1,1	8,0	13,6	31,1	273,6	21,5	0,23
1083—1062								
Hluk HW-2 320,5—325,5	Bk	8,9	8,5	42,4	46,6	3270,6*)		—
Holešov-1 980—1047	D(vd)+Kr	4,9	8,0	36,0	12,2	1772,5	16,7	—
766,5—785	D(vd)	5,1	7,8	43,2	18,9	1770,2	21,9	—
716,5—725	Nik	4,8	7,2	45,2	23,6	1641,5	23,8	—
Hulín-1 1398—1450	Kr	17,5	6,2	404,8	122,0	5821,1	96,0	—
Jarohněvice-1 1380—1385	Kr	7,5	9,2	92,8	25,0	2678,3	37,0	—
798—809	Ž + Nik	21,4	8,1	416,0	234,5	7391,3	91,0	—
535—531	Z	16,5	11,5	415,2	2,9	5855,6	63,3	—
Jarošov-1 2038—2017								
2051—2064	Rzz	15,2	8,65	51,2	6,8	5542,9	92,4	—
3073—3127	Rs2	17,0	8,1	48,0	17,0	6025,7	103,5	—
4575—4580	Rs1	13,8	9,2	160,0	9,7	4115,2	206,0	—
Ježov-1 577—568	N1s	2,5	9,3	12,8	2,4	800,0	49,8	—
650—642	N1s	5,3	9,2	12,0	4,9	1882,9	13,4	—
2760—2770	Rs1	13,4	11,6	112,0	stopy	4772,7	199,2	—
2979—2966	Rs1	16,8	11,6	177,6	0,0	6007,3	203,0	—
Ježov-2 766—757	Rzz	10,8	11,3	389,6	0,0	3929,0	89,6	—
1453—1430	Rzz	17,6	10,1	25,6	0,0	6660,2	118,0	—
2569—2511,3	J(ms), J(ni) +D(bk)	27,9	7,1	436,0	116,6	9694,9	147,2	—
Kobeřice-2 1084,5—1079,5	Nik	15,2	8,4	141,6	82,2	5513,0	116,5	—
1104—1094	Ci(k)	20,1	8,4	248,0	177,4	7023,0	108,4	—
1789,5—1781	Ci(k)	15,1	7,4	328,0	80,7	5131,4	308,4	—
1880—1865	Dfr	23,9	6,3	2176,0	500,6	5793,5	208,9	—
Kojetín-1 430—420	Nik	2,5	7,7	35,2	16,3	795,5	19,5	—
Kožušice-1 1272,6—1293,7	Nik+Kr	8,6	8,0	24,0	13,6	3140,4	28,2	—
1214,5—1209,5	Nik	18,6	7,2	116,8	66,6	6724,6	92,5	—

*) Na+K

hlubinných vod

Tabulka 2

NH ₄	Fe mg/l	HCO ₃	Cl	Br	J	SO ₄	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	U	Ra Bq/l
3,6	stopy	541,1	2651,6	40,4	27,3	37,4	—	46,7	—	—
—	stopy	402,6	85,1	0,0	0,0	213,6	—	—	—	—
1,8	30,0	974,5	2499,7	14,9	3,8	15,2	14,0	136,0	0,0075	—
0,4	<0,5	317,3	39,4	0,0	0,0	704,9	14,0	39,1	—	—
7,2	0,0	488,0	195,0	0,0	0,0	105,8	4,0	0,0	0,0026	—
—	0,0	683,2	4621,0	—	52,6	22,9	7,8	—	—	—
5,5	stopy	427,0	2587,9	17,1	3,8	4,9	5,4	48,4	—	—
12,8	0,4	707,6	2446,0	20,9	2,5	25,1	18,9	52,0	—	—
14,2	stopy	707,6	2233,6	15,1	2,5	67,5	12,9	52,0	—	—
11,8	stopy	202,5	9784,2	85,7	28,6	265,5	3,9	108,0	0,0001	0,69
21,3	0,2	329,0	4183,2	36,9	14,0	8,2	10,8	56,0	0,0008	0,99
55,9	0,0	275,7	12648,6	122,8	52,0	35,0	4,0	28,0	0,0008	1,19
8,5	0,0	478,2	9472,2	21,0	22,7	51,8	11,8	20,0	0,0002	0,27
5,4	stopy	1488,4	7799,0	29,0	19,0	82,3	32,5	—	0,0002	0,12
—	0,7	2690,1	7905,4	24,5	15,2	127,1	—	—	0,0003	0,09
—	—	4148,0	3899,5	16,3	11,4	709,4	—	—	0,0130	<0,11
6,5	4,0	963,8	595,6	0,8	1,0	47,3	8,9	—	0,0002	0,088
3,0	1,5	1146,8	2127,0	12,7	8,2	32,9	7,1	—	0,0001	0,180
7,3	0,0	1220,0	6168,3	21,0	13,0	837,0	38,3	—	—	—
13,1	0,0	1342,0	8252,8	36,6	27,9	618,5	82,3	—	—	—
9,7	stopy	632,0	5353,0	27,4	28,6	269,1	21,9	—	0,0001	0,180
—	—	944,3	9572,0	32,9	21,6	170,1	—	—	0,0001	0,077
24,3	24,0	1403,0	15101,7	126,2	115,5	257,2	17,4	388,0	—	—
17,4	stopy	244,0	8805,8	50,2	22,8	165,8	10,1	56,0	0,0004	0,350
24,4	0,0	822,3	11436,2	66,6	26,6	60,1	10,8	40,0	0,0001	1,200
12,5	0,8	244,0	8734,9	42,0	11,4	149,8	5,3	0,0	0,0001	0,190
163,0	143,0	366,0	14137,5	63,3	20,3	59,7	—	36,0	0,0001	1,510
4,4	stopy	674,7	935,9	6,2	2,5	35,4	12,4	8,4	—	—
12,1	stopy	793,2	4466,7	23,0	5,7	28,8	10,0	63,2	0,0001	0,680
10,4	6,6	1573,0	9855,1	62,5	20,3	22,6	3,3	48,0	0,0020	0,440

Tabulka 2 (pokračování)

vrt interval m	litostrati- grafie	minerali- zace g/l	pH	Ca	Mg	Na	K	Li
Kožušice-4								
1027—1042	Nik+Kr	6,7	—	8,0	0,0	2480,6	66,0	—
962—971	Nik	8,8	—	51,2	20,9	3110,5	42,0	—
Kroměříž-1								
531—525	Nik	14,8	7,9	254,8	152,4	5002,6	177,5	—
574—562,5	Nik	9,3	8,3	156,8	48,6	3248,5	90,0	—
1085—1075	Nik+Kr	8,5	8,1	134,0	52,0	2972,6	63,8	—
1092—1114	Kr	6,0	7,6	65,6	12,6	2156,5	47,7	—
Lubná-1								
1434—1436								
1559—1553	Nik+Kr	13,6	6,9	292,0	75,3	4715,2	85,2	—
Lubná-4								
1513,5—1506,5	Nik	12,8	7,3	162,3	49,2	4380,0	128,0	2,8
1628—1550	Nik+Kr	45,4	6,7	5732,6	235,9	10800,0	386,0	17,7
Marefy-1								
396—405	Zpm	3,9	9,1	14,4	3,9	1361,0	29,7	—
875—856								
842—823	D(vd)	4,0	8,4	32,0	26,2	1275,9	30,7	—
Měnin-1								
1378,6—1400	D(bk)	19,9	11,6	1052,0	0,0	6336,0	226,6	—
674—424,8	D(bk)	3,6	8,7	12,8	9,7	1193,2	37,9	—
197—250	D(vd)	1,8	8,3	46,4	66,6	319,6	40,2	—
125—135	D(vd)	2,0	10,7	26,8	6,8	567,9	68,0	—
Morkovice-1								
822,5—811	Nik	27,1	6,8	1026,8	133,2	8933,9	241,5	—
Němčičky-2								
5281,5—5493,5	Dfr+Dgv +D(bk)	37,4	7,4	2960,9	85,4	10920,3	246,5	—
3305—3290	Cna	38,2	7,7	1152,0	345,0	12490,5	451,6	—
1650—1642	P+J(k)	14,4	11,1	122,4	7,5	5375,0	151,0	—
Nesvačilka-1								
1562—1553	PG	46,4	—	2541,4	696,0	14365,0	180,0	9,0
1512—1505	PG	35,6	—	1617,0	401,8	11375,0	157,5	0,8
697—693	PG	21,7	—	132,0	157,2	8780,0*		0,5
410—405	Nieg-ot	3,6	—	24,0	9,6	1225,0	21,3	0,0
240—230	Nieg-ot	13,1	—	205,3	191,0	4416,2*		1,0
Nesvačilka-3								
2484—1556	Ci(k)	36,1	5,2	1883,8	627,4	11050,0	80,0	0,4
1315—1308,5								
1304—1299	PG	7,0	7,5	376,8	162,9	1940,0	52,0	0,9
1120—1111	PG	1,1	—	12,0	7,3	284,0	8,8	0,1
682,5—678,5	PG	12,8	7,4	144,3	102,1	4300,0	31,0	0,6
143,5—139,5	Nieg-ot	2,9	8,5	30,1	25,5	840,0	24,8	0,5
Nitkovice-2								
1472—1351	Dfr	5,7	7,5	37,9	31,5	1860,0	27,0	—
1016—1000								
953—938	Dfr+Dfm	16,8	7,2	296,0	217,0	5503,8	114,6	—
863—849								
Osvětimany-1								
1678—1674	Rs1	4,9	8,2	20,8	0,0	1590,9	13,9	—
1650—1640	Rs2	6,3	9,2	11,2	9,2	2172,6	11,1	—
1420—1410	Rbv	6,2	8,8	16,0	2,4	2179,5	9,9	—
1320—1333	Rz1	4,8	8,6	10,8	7,3	1664,5	9,8	—

Tabulka 2

NH ₄	Fe mg/l	HCO ₃	Cl	Br	J	SO ₄	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	U	Ra Bq/l
10,7	0,5	300,0	3537,9	15,6	7,0	238,7	18,1	—	—	—
13,3	0,4	1039,4	4310,7	22,2	7,6	80,2	21,0	56,0	—	—
27,4	0,0	782,0	8232,0	71,1	38,1	54,3	15,4	32,0	—	—
25,0	0,0	329,4	5282,0	38,9	19,0	14,8	31,0	0,0	—	—
27,4	0,0	296,5	4828,2	35,3	16,5	14,4	12,8	0,0	—	—
16,7	2,4	266,0	3325,2	18,1	8,9	31,7	10,5	0,0	—	—
13,8	88,8	634,4	7692,6	37,6	5,1	7,8	40,5	45,3	<0,0010	—
55,0	26,0	1249,6	6543,9	47,3	24,4	148,6	11,3	—	0,0046	0,33
—	485,0	74,4	27679,9	113,4	18,5	181,1	—	210,2	stopy	65,34
stopy	stopy	1124,8	1254,9	6,9	3,8	37,0	8,2	—	0,0001	0,20
8,5	0,0	983,3	1499,5	8,8	2,5	76,1	7,9	—	<0,0001	0,51
6,6	0,2	1000,4	11166,8	39,8	11,4	84,4	16,8	0,0	—	—
4,1	0,5	1093,1	1278,2	4,9	2,5	16,0	12,0	0,0	0,0002	0,19
15,5	stopy	595,4	243,2	0,0	0,0	286,4	38,5	0,0	—	—
8,8	1,7	427,0	496,5	0,0	0,0	351,0	31,5	0,0	—	—
9,2	17,4	719,8	15668,9	151,3	97,7	22,6	11,2	80,0	0,0000	0,33
—	—	976,0	21383,4	65,7	25,4	771,2	—	—	—	—
40,1	1,8	1305,4	21695,4	84,6	38,0	287,2	—	—	0,0020	0,12
14,5	2,0	634,4	7976,2	46,9	75,8	30,4	24,9	—	—	—
54,2	16,1	200,5	28087,2	—	22,8	32,1	94,1	60,8	—	—
47,3	22,0	328,9	21374,0	—	15,2	112,7	16,8	125,5	—	—
51,8	—	796,6	11617,0	—	18,5	111,1	12,8	stopy	—	—
6,8	stopy	444,5	1468,0	—	3,2	337,4	19,5	stopy	—	—
19,3	9,5	749,1	7000,0	—	24,1	445,5	16,4	20,2	—	—
47,7	9,2	169,0	22061,8	139,5	13,2	40,3	26,5	31,1	<0,0010	13,51
3,3	44,8	333,2	3916,2	16,4	1,1	133,3	29,3	4,6	<0,0010	—
—	—	447,3	112,0	1,5	0,0	233,3	—	1,9	—	—
33,1	125,6	635,8	7163,4	31,6	4,7	10,7	8,7	28,0	<0,0010	—
3,6	9,0	1086,8	775,8	3,6	1,1	17,3	16,3	13,3	—	—
3,8	—	1387,0	2215,0	8,6	4,7	29,2	28,6	22,8	<0,0020	—
38,0	92,4	1354,2	8862,5	87,3	52,7	64,6	24,2	52,8	—	—
0,0	0,3	1659,2	1524,4	6,5	3,2	13,2	38,8	—	0,0002	0,11
0,3	3,3	1500,6	2517,0	5,5	2,5	23,0	14,4	—	<0,0001	0,18
3,7	0,5	1119,9	2736,7	1,9	2,5	30,0	22,1	—	0,0008	0,17
0,0	0,9	1002,8	2020,7	3,1	1,4	17,7	11,4	—	0,0001	0,10

Tabulka 2 (pokračování)

vrt interval m	litostratigrafie	mineralizace g/l	pH	Ca	Mg	Na	K	Li
Rataje-1								
1481—1468	Dvd(gv)	4,7	8,5	63,7	15,7	1710,0	39,5	0,68
1314—1311	Nik	3,7	7,4	18,0	7,3	1224,0	19,5	0,70
590—582,5	Nik	9,8	7,9	85,8	78,7	3310,3	65,0	5,60
Roštín-1								
1405—1412	Nik	11,4	7,3	135,2	53,0	3958,9	68,5	—
957—967	Nik	18,7	7,5	392,0	209,4	6280,9	156,8	—
715—721								
728—733	Zž	31,0	7,9	984,0	376,2	10407,6	73,0	—
Rousínov-1								
1003—853,3								
853,3—794	Ci(k)	5,9	8,2	36,0	12,9	2149,6	57,0	—
728—703	Nik	2,4	8,7	11,2	3,9	671,3	38,4	—
663—650	Nib	2,8	8,4	17,6	7,3	781,4	18,5	—
Slavkov-2								
1305—1291	D(bk)	2,9	7,5	28,7	27,2	883,3	27,1	0,60
Stupava-1								
2425—2500	Nik+Kr	32,8	8,4	51,6	23,8	12437,6	253,0	—
Stupava-3								
2267—2255								
2246—2238	Kr	6,9	9,3	66,4	0,0	2397,9	104,0	—
Svábenice-1								
2460—2407,2	Kr	2,8	10,3	14,0	1,7	323,0	113,4	—
2369—2376	Ci-D(vd)	2,1	7,9	12,4	3,4	698,9	16,5	—
Tešany-1								
4126—4094,95	D(bk)	92,1	6,0	14440,0	1239,3	17927,6	605,3	—
3911,81—3960	D(gv)+D(fr)	67,6	6,3	6460,0	1142,1	17203,4	530,0	—
Plumačov-1								
2190,5—2201,5	Nik	34,3	8,8	11,2	11,9	12180,1	221,6	—
950—961	Zž	5,7	8,4	96,0	3,4	1708,2	79,1	—
Uhřice-2								
3195—3220	D(bk)	46,9	6,7	4440,0	549,2	11984,7	720,0	—
3065—3045	Dfr-gv	25,0	7,4	1038,0	165,2	7717,7	545,0	—
Uhřice-3								
2480—2470	Dfr-gv	33,7	6,6	3080,0	695,0	8244,0	300,0	—
2330—2310	Dfr-gv	23,3	8,0	363,2	170,1	7759,1	266,0	—
2075—2090	J(kl)	20,4	7,2	286,4	140,5	6685,5	295,6	—
1515—1507	Zpm	15,4	7,0	276,0	143,9	5004,9	181,0	—
1188—1210	Zž	8,5	8,3	64,0	19,9	2892,1	40,0	—
Uhřice-4								
1705—1685	J(ni)	20,4	7,2	1162,0	159,2	6308,5	202,0	—
1605—1592	J(vv+d)	12,7	7,6	256,0	83,1	4262,3	343,0	—
890—887,5								
884—880,5	Zž	3,8	10,0	12,8	1,0	1248,4*		—
877,5—870								
Uhřice-5								
1944,64—1994	J(ni)+Kr	12,4	7,5	1099,2	51,0	3345,0	100,5	—
1890—1919	J(ni)	17,0	7,3	562,4	182,3	5444,0	189,3	—
1370—1362	Zž	16,2	7,7	108,0	51,0	6034,9	32,6	—

Tabulka 2

NH ₄	Fe mg/l	HCO ₃	Cl	Br	J	SO ₄	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	U	Ra Bq/l
45,5	24,0	357,0	2429,2	16,3	4,4	4,9	16,6	21,0	<0,0010	0,73
11,6	6,0	886,0	1441,3	10,5	3,2	10,7	18,6	17,9	<0,0020	0,37
35,0	420,0	947,0	5160,1	45,4	20,9	19,3	15,0	29,1	0,0064	0,40
30,9	2,0	912,6	5991,0	46,2	18,4	27,6	13,0	79,6	0,0002	0,12
3,0	4,3	685,6	10635,0	105,0	53,9	51,4	7,4	37,8	0,0002	0,08
4,0	0,3	158,6	18788,5	123,3	37,7	16,0	11,6	21,0	0,0001	0,46
7,0	stopy	314,8	3261,0	19,4	6,3	24,7	1,4	0,0	0,0006	0,05
9,4	2,4	1315,2	301,3	0,0	0,0	54,3	11,2	16,8	0,0016	0,09
3,9	stopy	1534,8	382,8	0,0	0,0	6,6	15,6	0,0	0,0008	0,04
15,3	21,6	866,5	1053,5	3,8	2,5	6,2	16,0	35,8	0,0000	—
75,5	0,0	488,0	19143,0	116,7	36,8	110,3	1,6	56,0	—	—
13,6	stopy	561,2	3545,0	20,1	14,0	10,7	3,5	168,0	0,0002	0,06
2,1	14,5	761,3	815,4	0,0	0,0	193,0	7,9	20,0	0,0003	0,058
1,8	0,5	467,3	709,0	0,0	0,0	193,0	10,1	0,0	0,0009	0,140
0,0	125,4	268,4	56720,0	221,7	20,3	503,3	10,6	48,0	0,0003	16,280
—	48,8	412,0	41122,0	173,6	20,3	443,2	—	44,0	—	—
17,9	0,0	5941,4	15172,6	94,6	35,5	503,3	3,9	48,0	0,0000	<0,110
10,4	—	378,2	2587,8	6,6	3,2	775,3	3,1	0,0	0,0050	<0,110
114,9	50,5	610,0	27863,7	140,8	99,0	377,8	—	—	—	—
—	7,1	1498,4	13293,8	53,8	44,4	698,3	7,7	—	—	—
48,7	67,6	893,0	19213,9	106,9	58,3	904,0	50,3	96,0	0,0008	5,490
24,6	0,4	2440,0	11599,2	76,0	60,9	379,0	23,0	196,0	—	—
8,7	94,4	3069,5	8749,1	51,1	46,3	781,0	44,4	156,0	—	—
51,5	9,7	1661,6	7387,8	64,0	45,0	531,7	16,0	90,0	—	—
6,9	0,8	1610,4	3686,4	21,0	17,1	36,6	23,7	56,0	—	—
18,5	0,8	147,6	12272,8	88,2	55,8	30,8	4,4	—	0,0002	1,480
12,6	0,4	190,3	7302,7	53,1	33,6	182,7	2,0	—	0,0002	0,480
—	3,3	1866,6	616,9	0,0	0,0	54,7	—	—	0,0004	0,050
9,2	1,6	488,0	6707,1	36,0	24,1	448,5	22,2	28,0	—	—
12,4	53,3	529,5	9614,0	90,2	57,1	153,5	19,0	120,0	0,0004	1,380
7,2	0,1	534,4	9280,8	93,6	48,2	36,6	7,2	—	0,0014	0,490

Tabulka 2 (pokračování)

vrt interval m	litostrati- grafie	minerali- zace g/l	pH	Ca	Mg	Na	K	Li
Újezd-1								
2156—2096	Ci(k)	75,1	8,6	5652,0	887,0	21714,1	242,7	—
597—590	PG	3,9	12,6	99,2	1,0	1577,1	48,5	—
527—520	PG	5,1	11,9	67,2	0,5	1947,3	39,0	—
Vlkoš-1								
566—510	Nib	3,3	7,4	23,1	6,7	1001,6*		—
Zarošice-1								
1161—1156								
1155—1152,5								
1151,5—1148	Zž	11,9	8,0	32,0	28,7	4476,1	30,4	—
1145,5—1143								
380—370	Zž	2,2	7,5	115,2	24,6	455,3	6,6	0,12
Zarošice-2								
1304—1282,5	D(bk)	19,7	6,4	619,2	117,5	6520,0	148,0	—
1180—1156	Nieg	20,1	7,1	563,5	236,0	6530,0	134,0	2,20
795—785	Zpm	21,7	8,5	360,7	167,8	7850,0	46,0	—
642—633	Zm	3,6	6,9	32,1	19,5	1193,0	27,6	0,14
Zatčany-45								
39,9	Nik	2,0	8,3	9,3	9,6	—	—	—
Zdánice-1								
990—964,35	Kr	12,6	6,5	204,8	159,4	4386,5	39,5	—
Zdánice-28								
1020—1027	Kr	7,2	9,6	67,2	2,7	2572,6	126,8	—

obvykle 2—4 ‰, propustnost pod $1.10^{-2} \mu\text{m}^2$; petrofyzikální výzkum jader většinou neprokázal propustnost vůbec.

Vyšší třídě kolektorů, ekvivalentní IV. třídě klasifikace Chanina, odpovídají v j. části oblasti jv. svahů Českého masívu zkrasovatělé a vyluhované karbonáty promytého komplexu jury, z. od faciálního rozhraní peliticko-karbonátického komplexu jury. Patří sem karbonáty z vrtů Břež-1, Dunajovice-1, Hrušovany-1, Novosedly-1, Mušov-1, Mikulov-1.

Klasifikace kolektorů terciéru

Písky, pískovce a psefity autochtonního paleogénu a miocénu představují kolektory IV.—III. třídy, zatímco psamity flyšových příkrovů Karpat jsou většinou velmi špatnými kolektory V. klasifikační třídy Chanina (1964).

Hydrogeochemie hydrogeologické strukturní jednotky karpatská předhlubeň

Hodnocení živinné perspektivnosti je provedeno jednak pro platformní paleozoikum, jednak pro neogén karpatské předhlubně, které nejsou přikryty flyšovými příkrovy Karpat. — Tabulka 2.

Tabulka 2

NH ₄	Fe mg/l	HCO ₃	Cl	Br	J	SO ₄	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	U	Ra Bq/l
30,1	0,0	217,2	46050,0	190,6	16,5	27,6	—	56,0	0,0020	43,850
8,4	0,0	234,2	1701,6	5,4	stopy	142,8	33,9	—	—	—
13,4	stopy	200,0	2630,4	10,7	2,5	110,7	105,1	11,9	0,0002	0,140
—	—	1640,1	643,9	—	—	stopy	—	—	—	—
13,3	0,5	378,2	6806,0	38,6	24,1	30,4	6,3	63,0	—	—
3,7	stopy	1303,4	159,6	—	—	100,4	26,5	—	0,0044	<0,03
8,6	58,0	700,5	11281,7	71,0	38,5	3,7	15,6	80,6	—	1,53
9,8	98,9	1222,8	11031,0	67,2	35,4	9,4	23,8	83,2	0,0036	0,40
—	—	247,1	12822,0	85,1	37,2	79,0	—	—	—	0,44
5,8	9,2	598,0	1539,9	5,4	7,0	148,1	13,3	16,8	0,0031	—
—	stopy	—	687,9	0,0	0,0	36,6	18,2	—	—	—
—	—	371,2	7373,6	37,5	11,4	17,7	—	—	—	—
7,8	0,0	336,7	3899,6	18,6	8,9	108,2	3,2	—	—	—

Platformní paleozoikum

Spodní strukturální patro hydrogeologické strukturální jednotky karpatské předhlubně — platformní paleozoikum — představují bazální klastika a slepence devonu, karbonáty — vápence a dolomity devonu a spodního karbonu, pískovce, břidlice spodního karbonu. Podle hydrogeochemických kritérií je tento litostratigrafický komplex ve studované oblasti živičně perspektivní, i když toto hodnocení neplatí pro celou hydrogeologickou strukturu karpatské předhlubně.

V nesvačilském příkopu byly prokázány ve spodním karbonu jak v kulmu, tak v souvrství karbonátů podle vrtu Nesvačilka-3 hydrogeologicky uzavřené podmínky. Ukazuje na to rozdílný chemismus vod pliohalinní salinity nadložních propustných poloh paleogénu a existence vod euhalinní salinity ve spodním karbonu (kulmu). Stupeň nasycení vod paleozoika na vrtu Nesvačilka-3 odpovídá asi 50% stupni nasycení vod za ložiskových podmínek, což v hodnocení podle Gureviče et al. (1956) je příznak možné plynosnosti. Kolektorské vlastnosti zkoušených propustných poloh jsou však špatné (V. třída kolektorů).

Dnešní hydrogeologická uzavřenost souvrství devonu je doložena na struktuře Hradisko (Nítkovice). Zde na kontaktu nejvyšších poloh vilémovických vápenců devonu a nadložních bazálních klastik karpátu bylo odkryto ložisko metanového plynu (A d á m e k - P e t r 1975). Jak uvádím dále, plyny ložiska Hradisko patří k plynům se zvýšeným obsahem hélia; jeho koncentrace se pohybuje kolem 0,15 obj. %. Tím patří plyny tohoto ložiska ke strategické surovině vhodné pro výrobu hélia, obdobně jako plyn ložiska Kostelany-západ. Podestýlající voda polyhalinní salinity o velmi vysokém obsahu jodidů 52 mg/l geneticky přísluší obdobně jako plyn karpátu.

Uvedené skutečnosti jsou z hlediska perspektivnosti souvrství devonu jako kolektoru metanového plynu velmi příznivé.

Živičná perspektivnost paleozoika v nesvačilském příkopu, plynoproduktivnost nejvyšších poloh vápenců devonu na struktuře Hradisko ukazuje, že rozhodujícím faktorem pro hydrogeologickou uzavřenost, a tím vytvoření podmínek pro vznik pastí (akumulací) je vzdálenost struktury od okraje Českého masívu a existence a nárůst mocností krycích, ale i matečných souvrství kulmu, paleogénu a neogénu, v oblasti ždánického příkrovu i krycí funkce tohoto souvrství.

Ve značné části naší zájmové oblasti úseku Střed je však platformní paleozoikum hydrogeologické strukturní jednotky karpatské předhlubně (podle výsledků vrtů Měnin-1, Rataje-1, Švábenice-1, Rousínov-1, Dražovice-2, Slavkov-2) neperspektivní z hlediska možností vzniku, ale i uchování ložisek ropy a plynu. Toto negativní hodnocení je založeno na průkazném promytí, vyslazení propustných souvrství v období hiátu (do transgrese moře stáří eggenburg—baden). Spolu se syusedimentárními marinními vodami došlo i k emigraci primárních živců. Propustná souvrství paleozoika na výše uvedených strukturách přísluší i dnes do hydrogeologické zóny volné až omezené výměny. Vykazují minimální sycení vod uhlovodíkovými nebo metanovo-dusíkovými plyny. Vody vrtu Dražovice-2 a Švábenice-1 jsou pak velmi slabě zaplyněny plyny dusíkovými. Hodnoty K_{nas} 0,1—0,2 odpovídají regionálnímu fonu pro hluboké artéské vody a jsou negativním kritériem perspektivnosti. Ani po překrytí paleozoických souvrství sedimenty neogénu nevznikly zde tudíž podmínky pro akumulaci ropy či plynu. Vmigrovaná či infiltrovaná fluida po transgresi neogenního moře a překrytí paleozoika neogenními sedimenty byla v dalším geologickém vývoji vymyta.

Vyslazené a hydrogeologicky otevřené jsou vápence a dolomity devonu — givet až spodní frasn? (50—250 m), ale i svrchní zóna bazálních klastik devonu (400—ca 700 m) na vrtu Měnin-1. Docílené přítoky emulze ropy s vodou nemají průmyslový význam. Poslední dva zkoušené propustné intervaly bazálních klastik devonu 1378—1400 m a 1814—1817 m jsou zvodněny vodami polybrachyhalinními. Hlubší část bazálních klastik je nepropustná.

Přítok slabě mineralizované vody se stopami (emulzí) ropy v intervalech 50—135 m na vrtu Měnin-1 je určitým analogem hydrogeologické situace mělce uložených miocenních ložisek rop Žatčany - Měnin.

Ve směru na SZ, příp. SSZ od vrtu Dražovice-2 a Švábenice-1, které nepřinesly z hlediska živičné perspektivnosti žádné pozitivní informace (celý litostratigrafický profil vrtů je hydrodynamicky propojený — patří do zóny otevřené výměny vod), nemáme v oblasti Dražanské vrchoviny žádné informace. K otázce existence uzavřených pastí s vhodnými kolektorskými vlastnostmi hornin v devonu Dražanské vrchoviny lze dnes pouze říci, že hydrogeologická uzavřenost devonských karbonátů i bazálních klastik je podmíněna existencí dostatečně mocného souvrství kulmských břidlic, které mohou a jistě plní stejnou funkci krycího i matečného souvrství živců jako sedimenty karpátu (Nítkovice-2, Choryně-9, Kozlovce-SV1) s akumulacemi plynu na těchto strukturách v karpátu. V oblasti odkrytých karbonátů a nedostatečně mocných krycích vrstev kulmu (Říčky-V3, Dražovice-2) dochází i dnes k infiltraci meteorických vod.

Jako matečné přicházejí v úvahu pelitické sedimenty devonu, jejichž existence v profilu sedimentů Dražanské vrchoviny je prokázána. Pokud primární živice devonu unikly, mohou být zde uloženy vody i živice infiltrované a přimigrované z nadložních souvrství devonu a především ze spodního karbonu — kulmu. Dosah vlivu denudace, infiltrace a vyslazování a tudíž degradace ložisek živců nelze bez poznatků z hlubinných vrtů objasnit. Tyto vlivy v oblasti Dražanské vrchoviny trvají od spodního karbonu dodnes.

Propustná souvrství paleozoika na výše uvedených vrtech s výjimkou vrtu Rousinov-1, kde kulmské břidlice jsou téměř nepropustné, vykazují jen sníženou propustnost a efektivní pórovitost (IV. stupeň klasifikace Chanina 1964). Bazální klastika a karbonáty devonu vrtu Slavkov-2 přísluší dokonce III. třídě kolektorů. Převažující je puklinová pórovitost a propustnost, u karbonátů lokálně krasová. Jen bazální klastika a slepence, příp. pískovce, mohou být charakterizovány jako směsné kolektory puklinové a průlinové.

Neogén karpatské předhlubně

Hodnocení živičné perspektivnosti svrchního strukturního patra — neogénu karpatské předhlubně — je relativně kladné. Kolektory souvrství stáří eggenburg—ottnang, karpát i spodní baden, zastoupené psamity, patří většinou k relativně dobrým kolektorům převážně IV. třídy, výjimečně např. bazální klastika lanzendorfské série i do III. třídy (struktura Lobodice). U těchto kolektorů převažuje průlinová pórovitost a propustnost.

Produktivnost neogénu karpatské předhlubně je prokázána ložisky silně viskózní, asphaltické, normálními metodami nevytěžitelné ropy ložisek Žatčany a Žerotín - Tály. První je vázáno na písky žatčanských vrstev stáří eggenburg—ottnang (v hl. 65—100 m), další na bazální klastika spodního badenu (brněnské písky) v hloubce ca 60 m. Výpočet zásob provedl Juránek a Novotný (1969).

Podle Homoly (1961) vznikly ve spodním badenu v širší oblasti Nesvačičky syngeneticky ložiskové pasti při zlomu, který odděluje baden od karpátu. Měnincké a žerotínské ložisko v oblasti Měnincké hory je podle něho patrně důsledkem migrace jednak primární spodnobadenské ropy ze z. deprese, jednak reemigrované ropy ze žatčanských vrstev na V od zlomu. Dává určitou naději na místní akumulaci podél celého zlomu, zvláště v oblasti mezi Telnicí a Sokolnicemi (Dlabáček 1949) a na JZ od Přírostatic a Vranovic.

Ložiska Žatčany a Žerotín dokazují, že hydrogeologicky degradované struktury s vodami vysloveně sladkými (pod 1 g/l mineralizace) nemusí být negativní. Otevření pouze infiltrační větve kolektoru nemůže vyvolat emigraci ropy. hlediska.

Vyvolává jen aktivní režim hydrodynamicky příznivý z těžebního

Při hodnocení paleozoika — nejvyšší souvrství devonu a báze karpátu struktury Nítkovice, nejvíce vzdálené od okraje Českého masívu, se tato ukázala hydrogeologicky uzavřená, plynonosná. Obdobně je možno konstatovat, že vrt Morkovice-1 vykazuje v karpátu ještě vyšší uchování primární salinity vod karpátu (mineralizace až 27,1 g/l) a zcela anomální obsah jodidů 98 mg/l. Vysoká biogenní aktivita odpovídá ropoplynoproduktivnosti karpátu. Stupeň nasycení vod metanem i přes nepřesné údaje, dosahuje u spodnějšího obzoru téměř 90 ‰. Ve vyšší strukturální pozici směrem na V až J by měly existovat podmínky příznivé pro akumulaci metanového plynu.

Poznámka: Nárůst tlaku nasycení ve směru na V od okraje Českého masívu je patrný i podle výsledků čerpacích zkoušek v karpátu na vrtu Rataje-1 (K_{nas} 0,5).

Různý, většinou vysoký stupeň vyslazení primárních synsedimentárních vod a tím i emigrace vzniklých živců (odrazem je vysoký stupeň nedosycení vod metanem) byl prokázán v neogénu na vrtech Nesvačička-3, Rousínov-1, Dražovice-2 a Rataje-1, ale i na ropných ložiskách Žerotín - Žatčany. Při mělkém uložení kolektorů (např. Rousínov-1, Žerotín - Žatčany) jsou vody zaplněny již plynem s převahou dusíku (75 ‰) a stupeň vyslazení a přeměny primárních marinních vod je úměrný intenzitě infiltračních pochodů v geologické minulosti i dnes. Neperspektivnost neogenních souvrství těchto struktur pro uchování ložisek živců je třeba brát s ohledem na analogii existence ložisek Žerotín - Žatčany s určitou rezervou.

Hydrogeochemie hydrogeologické strukturální jednotky flyšového pásma Karpat

Ropně hydrogeochemické hodnocení této hydrogeologické strukturální jednotky provádí opět podle dílčích strukturálních pater — krystalinika, paleozoika, paleogénu autochtonu, neogénu pod příkrovy flyšových Karpat, flyšového pásma Karpat.

Krystalinikum

Zvětralý povrch krystalinika má funkci nádržní horniny ropy a zemního plynu na struktuře Kostelany, Rusava, Ždánice, ale i na dalších strukturách Uhřice, Koryčany.

Geologické zásoby ropy a plynu ložiska Kostelany byly vyhodnoceny K o s - t e l n í ě k e m (1976).

Kolektorské vlastnosti krystalinika jsou velmi proměnlivé a většinou nepříznivé. Vzhledem k převážně puklinovému charakteru kolektorů laboratorní metoda určená pro výzkum průřezové pórovitosti a propustnosti nedává reprezentativní výsledky. Za reprezentativní je možno považovat pouze výsledky čerpacích zkoušek a jejich vyhodnocení. Zvětralé granodiority a žuly, příp. žuly a pararuly patří průkazně do poslední. V. skupiny kolektorů. Pouze zvětralá žula na struktuře Kostelany, a to jen na některých vrtech (Lubná-1, -7, -9, -10), má charakter kolektoru IV. třídy, příp. až III. třídy, což jsou již kolektory se střední propustností a jímavostí. Nejvyšší hodnota koeficientu filtrace byla zjištěna ca $1.3 \cdot 10^{-6}$ m/s, což odpovídá propustnosti přibližně $1.10^{-1} \mu\text{m}^2$ při pórovitosti ca 11–12 % (Lubná-7, 1520–1507 m – kolektor ropy).

Ropa a plyn i NaCl vody v krystaliniku ložiska Kostelany jsou alochtonní, infiltrované či přimigrované po transgresi karpátu, nasunutí oligomiocénu pouzdřanské, příp. ždánické a zdounecké jednotky.

Geochemicky je prokázána genetická i hydrodynamická spojitost kolektorů krystalinika a karpátu i oligomiocénu pouzdřanské jednotky struktury Kostelany. Dnes jsou tyto obzory hydrogeologicky uzavřeny. Snižovaná mineralizace podestýlajících či okrajových vod (6,5–14 g/l) je patrně důsledkem smísení uložených prostých vod ve zvětralém povrchu krystalinika z období před transgresí s marinními vodami karpátu, příp. brachyhalinními vodami oligomiocénu. Není vyloučeno dnešní otevření pouze infiltrační větve, kterou by představoval zvětralý povrch krystalinika. Euhalinní salinitu vykázaly vody v krystaliniku na vrtech Lubná-4, -8, -11, -25. Genetickou spojitost ropy v krystaliniku a horninových bitumenů oligocénu prokázal Š i m á n e k (1977).

Hydrogeologicky samostatný celek představuje krystalinikum na struktuře Ždánice. Na vrtu Ždánice-1, -5, -6 a dalších byl dosažen z krystalinika průmyslový přítok ropy, která, obdobně jako ložisková voda pliohalinní salinity, je přesycena metanem. Výpočet geologických zásob ropy ložiska Ždánice vázaných na krystalinikum provedli K r e j č í a B r z o b o h a t ý (1984).

Z krystalinika na vrtu Uhřice-2 byl dosažen neprůmyslový přítok metanového plynu.

Přítok gazolinického plynu byl dosažen ze zkoušeného intervalu krystalinika 1753–1733 m na vrtu Koryčany-1. Tlak na ústí dosáhl 13 MPa, kapacita sondy 66 300 m³/d.

Infiltraci marinních vod euhalinní salinity z karpátu do zvětralého povrchu

krystalinika můžeme doložit podle chemismu vod i na vrtech Stupava-1, Tlumačov-1. Z hlediska ropně hydrogeochemického kromě hydrogeologické uzavřenosti a vysoké živičné aktivity — ropomatečnosti — karpátu podle obsahu jodidů nedal vrt Stupava-1 průkazně pozitivní poznatky. Vysoký stupeň syčení vod karpátu CH_4 plyny vyplývá jen z popisu čerpacích zkoušek.

Velmi vysoké je syčení až přesycení vod prvního kolektoru karpátu a zkoušeného intervalu krystalinika a báze karpátu na vrtu Tlumačov-1.

Hydrogeochemická spojitost krystalinika, devonu i karpátu je prokázána na vrtu Holešov-1. Stupeň vyslazení, vymytí infiltrovaných vod z karpátu a uložených v krystaliniku na vrtu Hulín-1 není tak vysoké. Při nízkém nasycení vod plyny je však hodnocení perspektivnosti krystalinika na tomto vrtu negativní. Hodnocení ropné perspektivnosti vrtu Holešov-1 pro vysoký stupeň vyslazení vod a nízké syčení metanem je negativní.

Paleozoikum

Ropně hydrogeochemické poznatky z paleozoika — devonu až spodního karbonu pod flyšovými příkrovy v naší zájmové oblasti jsou kladné.

Z oblasti Žarošic jsou podle výsledku vrtu Žarošice-2 příznivé hydrogeologické poznatky z devonských vrstev, a to jak z bazálních klastik, tak vápenců a dolomitů. Propustné polohy (bohužel opět kolektory V. klasifikační skupiny) jsou zvodněny pliohalinními vodami, jejichž tlaky nasycení metanem (9,0—11,1 MPa) se blíží či převyšují tlak hydrostatický (10—11,6 MPa). Souvrství jsou hydrogeologicky uzavřena, ale propojena podle chemismu vod, plynů i podle stupně nasycení s nadložními souvrstvími až eggenburgu—ottnangu a podmenilitových vrstev ždánické jednotky. Zvodněné vrstvy devonu, eggenburgu—ottnangu a podmenilitových vrstev struktury Žarošice představují samostatný hydrogeologický komplex. Vody zde zjištěné přisuzujeme eggenburgu.

V minimálně propustném souvrství karbonu na vrtu Žarošice-1 (1976—1907 m) bylo zjištěno stopové syčení hornin ropou.

Podestýlající vodu akumulace metanového slabě gazolinického plynu na vrtu Němčičky-1 (4997—5026 m) stáří devon (frasn) až karbon (tournai) lze podle mineralizace i chloridové salinity korelovat s brachyhalinními vodami z bazálních klastik a karbonátů devonu na vrtu Žarošice-2.

V karbonu — namuru i v juře bylo na vrtu Němčičky-1 při čerpacích zkouškách provedených testerováním použito solanky, a to jak pro přípravu výplachu, tak jako předlohy. Průkazná je technická změna chemismu zkoušených vrstevních vod v profilu vrtu Němčičky-1 a to podle koeficientu $r\text{Cl}/r\text{Br}$ (ale i $r\text{Cl}/r\text{J}$), které dosahují hodnot několika tisíců. Tyto údaje dokumentují formování chemismu vody rozpuštěním pevného halitu. Reálná geochemická interpretace původu a prospekčního významu zjištěných solanek, relativně bohatých

jodidy, není možná. Vysoké obsahy vodíku v rozpuštěných plynech ze zkoušených obzorů karbonu — namuru na vrtu Němčičky-1 mají pravděpodobně původ právě v použití solanky.

Na vrtu Němčičky-2 byla z devonských bazálních klastik a nadložních vápenců famentu (5493—4900 m) zjištěna voda euhalinní salinity podestýlající plynovou akumulaci v nejvyšší poloze 4900—5004 m, příp. i ropu (5072—5138 m). Ekvivalentní salinitu vykazují vody propustné polohy karbonu — namuru. To dokazuje propojení celého komplexu paleozoika, zkoušeného vrtem Němčičky-2. Potenciální produkce plynu či reálná těžba ropy nebyla na struktuře Němčičky prokázána.

V karbonu — namuru v intervalu 3728—3760 m na vrtu Němčičky-4 byly zjištěny solanky primární geneze (rCl/rBr 442—494 — Valjaško 1956, Rittenhouse 1967). Tyto solanky nedosáhly stupně mineralizace (zasolení) podmiňující sedimentaci primárních chemogenních sedimentů sádrovce a halitu. Jsou zcela výjimečné vysokým obsahem bromidů (127—148 mg Br/l) a jodidů (102—107 mg J/l). Výklad jejich autochtonního či alochtonního původu je však otevřený. Komplex je hydrogeologicky uzavřen. Podle koeficientu rCl/rBr a rCl/rJ by tyto hypersalinní vody neměly být ovlivněny technickou solankou. Analytická chyba nebyla prokázána.

Jediným negativním faktorem celé struktury Němčičky jsou špatné kolektorské vlastnosti jak karbonátů, tak bazálních klastik devonu a karbonu (V. klasifikační stupeň).

Bazální klastika a karbonáty devonu, zkoušené na vrtu Těšany-1 jsou zvodněny solankami podle hodnot koeficientu geneze $K \frac{rCl}{rBr}$ 535—778 opět primární geneze ve smyslu Valjaška (1956), Rittenhouse (1967). Jejich chemismus i silné proplynění metanovým plynem dokazuje hydrogeologickou uzavřenost a tím i živičnou perspektivnost. K autochtonitě těchto primárních solanek, jejich chemický analog byl prokázán i v bazálních klastikách autochtonního paleogénu na tomto vrtu, se nelze jednoznačně vyjádřit. Pro primární možnost vzniku a zachování solanek v celém geologickém vývoji zde existují celkem příznivé předpoklady.

Solanka, zjištěná z jediného ze sedmi zkoušených intervalů ve spodním karbonu (kulmu) na vrtu Újezd-1, ukazuje na špatnou propustnost komplexu a na uzavřené hydrogeologické poměry. Její slabé metanové zaplynění není však z prospekčního hlediska příznivé.

Rada negativních čerpacích zkoušek v karbonu na vrtu Újezd-1, Těšany-1, ale i Nesvačilka-3 a nízká propustnost i bazálních klastik a karbonátů devonu jsou opět základním negativním hydrogeologickým faktorem hodnocení živičné perspektivnosti při jinak kladných prospekčních hydrogeochemických kritériích.

Průzkum struktury Uhřice neprokázal příznivý vývoj kolektorů bazálních klustik a karbonátů devonu (frasn a givetu). Zpracovány byly výsledky vrtů Uhřice-1 až -6. Korelace byla provedena mezi vrty Uhřice-1, -2 a Žarošice-1 s přihlédnutím k výsledkům na vrtu Uhřice-3 a -6. Kolektory patří opět do poslední V. klasifikační třídy. Výjimkou je ropoplynoproduktivní obzor karbonátů devonu a spodního karbonu 2483—2505 m zkoušený na vrtu Uhřice-2, který podle těžební zkoušky má vlastnosti kolektoru III. třídy.

Poznámka: Obdobné dobré kolektorské vlastnosti má ropoplynoproduktivní obzor v devonu (givet—frasn) na vrtu Uhřice-17 (3245—3229 m).

Velmi málo propustné polohy bazálních klustik, zkoušených na vrtech Uhřice-1, -3, jsou zvodněny vodami euhalinní salinity, na vrtu Uhřice-2 slabou solankou. Vysoké jsou obsahy jodidů v těchto vodách (Uhřice-1 a -3 55 až 56 mg/l, v solance Uhřice-2 dokonce 99 mg/l). Jsou velmi silně nasyceny metanovým plynem, který na vrtu Uhřice-2 dosáhl na ústí přetlak 1,2 MPa — neprůmyslová akumulace plynů.

Shodný chemismus vody na vrtu Uhřice-3 z uadložního obzoru devonských karbonátů 2470—2480 m dokazuje propojení komplexu bazálních klustik s první propustnou polohou karbonátů. Ve vyšší poloze karbonátů devonu na tomto vrtu (2310—2330 m) je prokázána voda polybrachyhalinní, svým chemismem i silným nasycením metanovým plynem blízká vodám nikolčických vrstev a paraautochtonních klenčnických vrstev. Voda je rovněž alespoň salinitou a mineralizací podobná vodám v propustných polohách devonských karbonátů (frasn a givet) na vrtu Uhřice-2. Zde byl zjištěn neprůmyslový přítok plynu (2725—2745, 2670—2690, 2635—2655 m).

Průmyslový přítok ropy a plynu byl docílen z obzoru 2583—2505 m na vrtu Uhřice-2 (devon — givet až frasn, karbon — tournai — Thon a Kostelníček 1980). Pokusná těžba parafinické ropy silně proplyněné (poměr plyn : ropa 4,5 : 8,8) ve výši 18 t/d prokázala ložiskový význam akumulace ropy, příp. akumulace ropoplynové. Změřená potenciální produkce plynu po kyselinování činí 835 000 m³/d. Ložiskový tlak 25,7 MPa je ca o 10 % vyšší než hydrostatický. V souladu s charakterem doprovodného plynu je zastoupení vyšších uhlovodíků velmi vysoké; ještě hexan dosahuje koncentraci 0,28 %. Průmyslový přítok ropy byl dosažen také na vrtu Uhřice-17 (3245—3229 m) z devonu (givet—frasn), a to až 50 t/d. Plyn těžený spolu s ropou v poměru ca 1 : 1 má stejný charakter jako plyn z plynoproduktivního obzoru vrtu Uhřice-2.

Poznámka: 1. Poměr iC_4/nC_4 0,7—1,0 odpovídá podle Aleksejeva (1970) hodnotám plynokondenzátních ložisek. 2. Podle genetického koeficientu rClrJ (Michalíček 1980) vod nižších poloh devonu na vrtu Uhřice-2 jde rovněž o směsnou ropoplynovou akumulaci. 3. Podle koeficientu Kozlova (1950) je stáří akumulace přibližně 16 mil. let (neogén), podle koeficientu Dadaševa a Salajeva (1965) je stáří 25 mil. let (střední miocén až oligocén).

Projev plynu, ale i se stopami ropy, byl zjištěn i na vrtu Uhřice-1 z obzoru 3284—3440 m z devonských vápenců (famen). Přítok plynu byl zjištěn i z bazálních klastik devonu na vrtu Uhřice-6 (1200—1206 m) — kapacita 17 200 m³/d, maximální tlak na ústí 9,5 MPa. Spolu s plynem byl docílen malý přítok ropy (vytěženo 100 l). Pliohalinní voda bazálních klastik na vrtu Uhřice-6 vykazuje vyšší stupeň vyslazení v souladu s jejich geologickou pozicí.

Devon nesvačičského příkopu struktury Uhřice je tedy podle hydrogeologických kritérií živičně perspektivní a je prokázána i jeho ropoplynoproduktivnost. První orientační výpočet zásob ropy a plynu vyhodnotil Kostelníček (1983).

Na vrtu Ježov-2 jsou jak bazální klastika devonu, tak propustné polohy jury nikolčických vrstev až mikulovských slínovců (kolektory IV. třídy) zvodněny polybrachyhalinními vodami s anomálním obsahem jodidů 115—117 mg/l, bromidů 109—115 mg/l. Rovněž obsah bóru je výjimečný 95—96 mg/l, nejvyšší z celé zájmové oblasti. Voda byla proplýněna metanovým plynem; mimořádné syčení, významné z hlediska prospekce, není prokázáno. Při hydrogeologické uzavřenosti jsou uvedena nepřímá prospekční kritéria spolu s dobrými kolektorskými vlastnostmi příznivá z hlediska možné jak geneze, tak i akumulace živců v širším okolí struktury.

Jediným, ale velmi významným negativním zjištěním z hlediska živičné perspektivnosti paleozoika ve studované střední části oblasti jv. svahů Českého masívu jsou špatné kolektorské vlastnosti hornin devonu i spodního karbonu, a to jak klastik, tak karbonátů a kulmských břidlic (V. klasifikační stupeň). Tato skutečnost je limitujícím faktorem perspektivnosti paleozoika jak v podloží karpatské předhlubně, tak v podloží příkrovů.

Mezozoikum — jura

V naší zájmové oblasti byly sedimenty jury pod flyšovými karpatskými příkrovy zjištěny na struktuře Uhřice, Kobyly a Němčičky.

V roce 1981 byly přehodnoceny hydrogeologické poznatky o živičné perspektivnosti j. části oblasti jv. svahů Českého masívu z roku 1971 na základě nových výsledků (Michalíček 1981).

Jako živičně perspektivní je hodnocena peliticko-karbonátická facie jury definovaná Eliášem (1980).

Hodnocení perspektivnosti je podloženo hydrogeologickou uzavřeností komplexu, nasycením až přesycením uložených solanek metanem a projevy ropy a plynu na řadě struktur. Pelitická souvrství komplexu jury, zastoupená nejen mikulovskými slínovci, ale přítomná v různém poměru ke karbonátům v liasu, nikolčických vrstvách, vranovických vápencích a dolomitech, v klenčických vrstvách, kobylyských vápencích a dolomitech, plní nejen funkci izolační, ale i ropoplynomatečnou.

Západně od rozmezí facie peliticko-karbonátické a facie karbonátů jury byly ve vápencích a dolomitech na všech vrtech (Březí-1, Mušov-1, Nikolčice-4, -5, -6, Novosedly-1) prokázány přítoky vod meiomozohalinní salinity až prostých. Jejich metanové zaplynění je nízké (K_{nas} pod 0,3). Mineralizace, blízká prostým vodám, nízké zaplynění metanem i artéský přetlak vod na vrtech Březí-1, Mušov-1, Hrušovany-1, Novosedly-1 dokazují dnešní hydrogeologickou otevřenost, současně probíhající stadium vymývání a vyslazování komplexu mariinních karbonátů jury. Michalíček (1981) předpokládá převážně boční infiltraci od okraje Českého masívu. Podle hydrodynamického a hydrochemického propojení jurských karbonátů s nadložními kolektory spodního miocénu a karpátu (Mušov-1, Novosedly-1, Pouzdřany-1) musíme při nedostatečně mocném neogenním pokryvu jury uvažovat i o vertikální infiltraci a vyslazování.

Možnost odkrytí významné akumulace ropy a plynu v této oblasti je tudíž velmi omezená. Pouze skutečnosti, že vody mají ve svém složení ještě biogenní složky a že v rozpuštěných plynech převládá metan, jsou z hlediska perspektivnosti příznivé.

Poznámka: Se současným stavem vymývání patrně souvisí i dobré kolektorské vlastnosti karbonátů (IV. třída kolektorů). Původ sirovodíků 3,1–27,3 mg/l ve vodě z intervalů 1070–1019, 1250–1260, 1084–1100 m jury na vrtu Březí-1 nelze objasnit. Jeho geneze může být druhotná (Květ 1973).

Hydrogeologicky uzavřené podmínky, zvodnění málo propustných poloh v profilu peliticko-karbonátického souvrství jury solankami primární geneze, jejich vysoké syčení až přesycení metanem a plynové projevy jsou kladnými ropoplynoprospekčními hydrogeologickými faktory. Dobré kolektory zatím nebyly odkryty.

Auto- či alochtonita solanek není jednoznačná. Na cykly primární dolomitizace, spojené s hypersalinním vývojem sedimentů, nejsou podle Eliáše (1981) s výjimkou struktury Nikolčice (vrt Nikolčice-4) žádné příznaky. Totéž platí i o paleontologických závěrech.

Rovněž sedimenty nadložních souvrství autochtonního paleogénu a neogénu předhlubně Karpat, ale ani sedimenty flyšových příkrovů se neusazovaly v hypersalinních podmínkách.

Větší možnost mělkovodní a hypersalinní sedimentace je odvozována z vývoje sedimentace devonských karbonátů, zvláště dolomitů. Sedimentace devonských karbonátů probíhala ve velmi mělkovodním prostředí. Skoček (1978) předpokládá, že karbonáty s hojnou faunou sedimentovaly v mořské vodě o normální salinitě. Rozsáhlou dolomitizaci givetských karbonátů pak vysvětluje tím, že byly vystaveny působení hypersalinních vod v litorálním prostředí v období diagenese. Vznik hypersalinních vod mohl souviset s izolací sedimentačního prostoru vyvolanou např. oscilacemi mořské hladiny. Problematické stopy hypersalinního prostředí při sedimentaci karbonátů nevyučoval ve vrtu Měnín-1 v hloubce 73–78 m (u karbonátů frasnského stáří). V nejvyšším frasnu až spod-

ním famenu začala postupná rozsáhlá regrese moře, při níž došlo k vynoření okrajových částí pánve. Vápence, které sedimentovaly v tomto období, jsou téměř bez fosilií nebo na fosilní zbytky velmi chudé. Kalvoda (1980) předpokládá i hypersalinní prostředí při sedimentaci těchto vápenců (např. ve vrtu Němčičky-2 v hloubce 4884–4889 m). Hypersalinní prostředí mohlo být jedním z nepříznivých činitelů pro existenci organismů.

Určitá chemická analogie solanek v souvrství karbonu (Němčičky-1, Újezd-1), devonu (Těšany-1, Nikolčice-6) a solanek jury je prokazatelná. Korelovatelnost chemismu solanek devonu i se solankami autochtonního paleogénu nesvačického příkopu (Nesvačilka-1 1535–1540, 1553–1562 m, Těšany-1 1807–1803 m) a vranovického příkopu (Popice-1 2130–2137,5 m) při jeho průkazně mariinním vývoji ukazuje na možnost devonského původu solanek v sedimentárním profilu celé oblasti. Hydrogeologicky uzavřený komplex jury v peliticko-karbonátovém vývoji by tudíž představoval migrační a sběrné souvrství nejen pro uhlovodíky primární a sekundární geneze ze souvrství jury, ale i pro uhlovodíky druhé generace z paleozoika.

Je ovšem skutečností, že solanky známe i ze slovenské části centrálně karpatského mezozoického podloží vídeňské pánve, kde je prokázán jejich autochtonní původ (Michalíček 1971). Směr migrace fluid od jurské transgrese probíhal sice zřejmě převážně ve směru Z až SZ a Špička (1976) předpokládá spojení jury s centrálně karpatským mezozoickým podložím ve vídeňské pánvi, ale migrace z centrálně karpatského mezozoického podloží do naší oblasti není zatím ničím doložena.

Prvky vyslazování a mísení s vodami propustných poloh mladších souvrství či vyslazovaných komplexů boční infiltračí vadózních vod jsou patrný v nejvyšších polohách peliticko-karbonátické facie jury na některých vrtech: Březi-2 (1343–1353 m) — shoda s chemismem vod nadložního obzoru eggenburgu a ottnangu; Dunajovice-1 (1546–1585 m) — shoda s chemismem vod nejvyšších poloh jury a eggenburgu-ottnangu na vrtu Mušov-2, příp. i s chemismem vod celého sedimentárního profilu z oblasti od faciálního rozhraní. Na vrtu Mušov-2 je patrný v juře vzestup mineralizace v závislosti na hloubce a tím i hydrogeologické uzavřenosti: 3,1 (1027,5–1037,5 m), 5,3 (1518–1537 m), 28,4 (1645,8–1703 m), 40,4 (1849,2–1886 m) g/l. Shodný chemismus vody zjištěné na vrtu Nikolčice-6 (1076–1096 m) na struktuře neexistuje. Voda vznikla patrně mísením slabě až středně mineralizovaných vod (Nikolčice-4, -5) a solanek z hlubších, více hydrogeologicky uzavřených souvrství jury (Nikolčice-6). — Vliv mísení a vyslazování je patrný i v chemismu vody dosahující jen euhalinní salinity z peliticko-karbonátového souvrství jury (Vranovice-1 1276–1750 m) a v chemismu vody pouze polybrachyhalinní salinity (Strachotín-1 1952–1968 m). Oba vrty leží při faciálním rozhraní karbonátů.

Sporná je genetická i kolektorská příslušnost vody Kobyly-1 3350–3112,5 m (mikulovské slínovce, pouzdřanská jednotka, podmenilitové vrstvy) o minerali-

zaci 20,5 g/l. Mimořádně vysoký je obsah jodidů 106,0 mg/l pro tuto mineralizaci. Pelity prvních dvou litostratigrafických komplexů současně otevřených jsou vysoce matečnou horninou ropy a plynu svým obsahem i charakterem organických látek. Na vrtu bylo prokázáno v celém profilu vrtu syčení hornin ropou. Vysoká biogenní aktivita je v souladu s tímto zjištěním.

Zvláštní postavení a hydrogeologické poměry má podle chemismu vod plio- a polybrachyhalinní salinity jura na struktuře Uhřice (vrty Uhřice-3, -4, -5) včetně paraautochtonní jury typu klenčnických vrstev, zjištěných vrtem Uhřice-3. Svou mineralizací a salinitou, ale i obsahem jodidů a bromidů, jsou tyto vody srovnatelné. Proměnlivost mineralizace a salinity je dána různým stupněm porušení, především mísením vod z nadložních souvrství ždánické jednotky. Tato dosahuje nejvyšší vyslazení na vrtu Uhřice-4.

P o z n á m k a : Vyšší obsah síranů 1902 mg/l ve vodách byl zjištěn na vrtu Němčičky-4 4102—4115 m — z mikulovských slinovců. Se zvýšeným obsahem síranů solanek v celém profilu jury na tomto vrtu souvisí anomální výskyt sirovodíku, rozpuštěného ve vodách — až 208 mg/l. Toto maximum je dosaženo právě ze solanky s maximálním obsahem síranů.

Vysoký stupeň nasycení hydrogeologicky uzavřených vod jury na vrtech Uhřice-3, -4, -5 metanem je spolu s neprůmyslovými přítoky ropy dalším příznivým prospekčním zjištěním na této struktuře.

Paleogén — autochton

Z autochtonního paleogénu máme v úseku Střed velmi málo informací, a to pouze z vrtu Nesvačilkka-1 a Nesvačilkka-3. Proto při hydrogeochemickém hodnocení přihlídneme i k výsledkům průzkumu přilehlé j. části oblasti jv. svahů Českého masívu z vrtů Nikolčice -2A, Kobyly-1.

Marinní sedimenty autochtonního paleogénu představují bazální klastika a psamiticko-pelitické souvrství s četnými polohami psamitů. Velmi nízká propustnost až nepropustnost psamitů je v rozporu s relativně značnou pórovitostí v průměru kolem 15 % i četnými přítoky docílenými při zkoušení. Psamity i bazální klastika řadíme do V. klasifikačního stupně kolektorů, v ojedinělých případech patří zřejmě do IV. stupně.

Z bazálních klastik oligocénu zkoušených vrtem Nikolčice-2A byly zjištěny v silně mineralizované chloridosodné vodě luminiscentně stopy ropy a voda byla nasycena až přesycena uhlovodíkovými plyny s vysokým podílem vyšších uhlovodíků ($K_{nas} \sim 1$). Kolektor je dnes hydrogeologicky uzavřen; je propojen s nadložním kolektorem, kde při jeho zkoušení byl docílen přeliv lehké para-finické ropy se slanou ložiskovou vodou ekvivalentního chemismu. Na tomto vrtu (struktuře) byla prokázána i průmyslová akumulace plynu v juře.

Velmi kladné hodnocení živičné perspektivnosti platí pro tektonickou šupinu

oligomiocénu na vrtu Kobylí-1. Zde byly zjištěny v souvrství jury a v podme-
nilitových vrstvách ždánického příkrovu také významné, i když podle výsledků
nereprezentativních čerpacích zkoušek průmyslově netěžitelné akumulace ropy
a plynu. Se slanou vodou chemismu shodného s vodou na vrtu Nikolčice-2A
nastoupila do těžebních trubek při čerpací zkoušce i ropa. Voda i ropa byly
nasyčeny metanovým plynem s vysokým podílem homologů metanu. Zcela
mimořádný byl v uvedené vodě obsah jodidů 143,4 mg/l, což je vůbec nejvyšší
hodnota jodidů zjištěná v hlubinné ropné vodě v ČSSR.

Kladné hodnocení živičné perspektivnosti podle hydrogeochemických kritérií
platí také pro hlubší část bazálních klastik oligocénu (1562–1462 m) na vrtu
Nesvačilka-1.

H o m o l a (1961) první hodnotil ropoplynoperspektivnost vrtu Nesvačilka-1
a jeho okolí. Jeho závěry jsou kladné. Jsou založeny na průkazné hydrogeolo-
gické uzavřenosti autochtonního oligocénu v celém geologickém vývoji, zvod-
něného slabými solankami až vodami euhalinní mineralizace (interval 1562–
1462 m). Vody jsou silně nasyceny metanovými plyny, obsah jodidů je vysoký.
Perspektivnost vyšších obzorů oligocénu na vrtu Nesvačilka-1 při projevech
vyslazování a při menším nasycení vod metanovými plyny je sporná.

Oligocén, zkoušený vrtem Nesvačilka-3, je v celém intervalu 678–1315 m
silně vyslazený až na úroveň prostých vod. Je živičně neperspektivní. V nej-
vyšším zkoušeném intervalu 678–682 m chemismus vod relativně vysoké sali-
nity a mineralizace ukazuje na čočkovitý charakter kolektoru.

Solanka, odkrytá vrtem Těšany-1 v nesvačilském příkopu v bazálních klasti-
kách paleogénu — oligocénu, je zde alochtonní. Její zvýšené nasycení metano-
vým plynem spolu s hydrogeologickou uzavřeností kolektoru jsou kladným
prospekčním faktorem. Hydraulické vlastnosti kolektoru nejsou dobré (V. třída).

P o z n á m k a : Na vrtu Uhřice-1 byly v bazálních klastikách oligocénu zjištěny neprů-
myslové přítoky CH_4 plynu a plynu se stopami ropy.

Neogén pod příkrový flyšových Karpat

Živičná perspektivnost neogénu předhlubně pod flyšovými příkrový Karpat
naší zájmové oblasti je vyšší než v hydrogeologické strukturní jednotce karpat-
ská předhlubeň, i když zde zatím nebyla odkryta průmyslově těžitelná ložiska
ropy nebo plynu.

V důsledku vyšší hydrogeologické uzavřenosti způsobené krycím účinkem
příkrovů a v důsledku větší vzdálenosti od okraje Českého masívu zde uložené
hlubinné vody patří mineralizací a NaCl salinitou k silně mineralizovaným.
Vysoká ropoplynomatečnost neogenních sedimentů, zvláště karpatu, se odráží
v obsahu biogenních prvků. Vody jsou velmi silně nasyceny až přesyceny meta-
nem. To platí především o kolektorech eggenburgu—ottnangu na vrtu Žaroši-

ce-2, karpatu na vrtech Kožušice-1 až Kožušice-4, Jarohněvice-1, Roštín-1, Kroměříž-1, karpatu na struktuře Kostelany (Lubná).

Akumulace metanového hélionosného plynu v karpatu byla zjištěna na struktuře Kostelany (Lubná) a Hradisko (Nítkovice); prokázána je akumulace metanového plynu též slabě hélionosného i vrtem Kožušice-4 (949–942 m) — kapacita před intenzifikačními pokusy 25,5 tisíc m³/d. Obsah hélia v metanovém plynu z tohoto vrtu je 0,14 obj. ‰, což je stejná koncentrace jako v plynu ložiska Hradisko.

Slabá produkce metanového plynu byla docílena z kolektorů 1065–1063, 1058–1053 m na vrtu Kobeřice-2. Tlak na ústí dosáhl ca 5,7 MPa, kapacita sondy 4864 m³/d.

Vrtem Ždánice-28 při průzkumu ložiska ropy Ždánice vázaného na zvětralý povrch krystalinika byla zjištěna roponosnost i karpatu (interval 980–976,5; 974,5–970 m). Zkušební těžba silně proplyněné ropy dosáhla max. 4,4–4,8 t/d, těžba plynu 411 m³/d. Maximální tlak na ústí těžebních trubek 2,65, na ústí mezikruží 3,33 MPa. Ropoplynoproduktivnost miocénu naleziště Ždánice byla prokázána i dalšími vrty — Krejčí a Brzobohatý (1984).

V s. části jv. svahů Českého masivu v psamitech karpatu jsou známa ložiska metanového plynu Choryně a Příbor - Klokočov.

Na vrtech Tlumačov-1, Stupava-1 odpovídají vody karpatu svým chemismem paleosalinitě. Ještě dnes odpovídají parametrům marinních vod euhalinní salinity. Jak již bylo řečeno, z uvedených vrtů pouze vody karpatu na vrtu Tlumačov-1 vykazují vysoký stupeň zaplynění metanovým plynem, ale i tyto údaje jsou sporné.

Negativní hodnocení podle velmi vysokého stupně vyslazení a slabého sycení vod karpatu metanem platí pro vody na vrtu Holešov-1. Při mělkém uložení souvrství karpatu a malé mocnosti krycího souvrství ždánicko-hustopečských vrstev jsou neperspektivní obzory eggenburgu—ottnangu na vrtu Nesvačilka-1.

Z hlediska kolektorů jsou psamity (písky a pískovce) a bazální klastika spodního badenu a karpatu relativně dobrými kolektory. Patří do IV. třídy kolektorů a bazální klastika spodního badenu např. na struktuře Lobodice i do II. třídy.

Flyšové pásmo Karpat

Flyšové pásmo Karpat ve střední části jv. svahů Českého masivu obdobně jako v j. části zůstává z hlediska živické perspektivnosti podle hydrogeochemických kritérií otevřeným problémem (Michalíček 1978). To platí především o magurském příkrovu.

Vnější pásmo flyšových příkrovů

Z vnějšího pásma flyšových příkrovů Karpat máme nedostatek či minimum jakýchkoliv hydrogeochemických informací z dílčích hydrogeologických struk-

turních jednotek: pouzdřanské, zdounecké a z karpátu paraautochtonu. Pokud byly navrženy nějaké vybrané psamitické intervaly podle karotáže ke zkoušení, zůstaly bez přítoku.

Při převážně pelitickém vývoji jsou pelity pouzdřanské a zdounecké jednotky i peliticko-psamitické sedimenty karpátu — paraautochtonu vysoce ropoplynomatečná souvrství (Šimánek 1977). Z hlediska ropné hydrogeochemie či hydrogeologie opravňují absence kolektorů nebo negativní kolektorské vlastnosti psamitů (minimální až nulová primární průlinová i druhotná puklinová propustnost a pórovitost) negativní hodnocení perspektivnosti těchto strukturních jednotek pro průmyslovou akumulaci ropy a plynu.

Maximální živíčný projev, přítok ropy a plynu, byť nebyl prokázán jeho průmyslový význam, byl v pouzdřanské jednotce na vrtu Kobyly-1. Zde z intervalu 3350–3112 m (zkoušeny společně sedimenty pouzdřanské jednotky, ždánické jednotky a mikulovských slínovců) byl dosažen přítok metanového plynu, dosahujícího na ústí až 11,5 MPa. Spolu s plynem byla těžena i ropa; její celkové vytěžené množství je ca 25 t.

V dalším zkoušeném intervalu 3129–3112 m byl dosažen opět přítok plynu i ropy (ropy vytěženo 630 l). Změřená potenciální produkce plynu činí pouze 100 m³/d. V intervalu 3123–3129 m byl docílen bezvýznamný přítok ropy a plynu s vodou polybrachyhalinní salinity s anomálním obsahem jodidů 143 mg/l.

Rovněž na struktuře Němčičky byl na vrtu Němčičky-1 dosažen přítok ropy a plynu z obzoru 2189–2177 m pouzdřanské jednotky. Celkem bylo vytěženo 23 t ropy a 10 t olejové emulze. Slabší projev ropy a plynu byl i na vrtu Němčičky-4 (2259–2247 m).

Poznámka: Velmi slabý přítok metanového plynu byl dosažen při zkoušení intervalu zdounecké jednotky 1902–1906 m na vrtu Stupava-3. Tlak na ústí mezikruží dosáhl 1,05 MPa, na ústí těžebních trubek 0,92 MPa.

V podslezsko-ždánickém příkrovu bylo situováno v naší zájmové oblasti relativně mnoho vrtů (příl. 1). Známe jej i z podloží magurského příkrovu, např. ze struktury Kostelany, Ježov. Chceme-li však hodnotit jeho živíčnou perspektivnost, ukazuje se tento úkol značně složitý.

Z hlediska kolektorů jsou písky a pískovce ždánicko-podslezské jednotky převážně kolektory V. třídy. Do IV. třídy klasifikace jsem zařadil nehluboko uložený a značně promytý psamitický interval podmenilitových vrstev na vrtu Marefy-1 (396–405 m) a hydrogeologicky zcela otevřený interval ždánicko-hustopečských vrstev se sladkou vodou na vrtu Kožušice-1 (863–916 m). Bez kolektorů jsou podmenilitové vrstvy, které představují monotónní pelitické souvrství. Menilitové vrstvy jsou pak písčitéjší, a to více i než ždánicko-hustopečské vrstvy, s velmi proměnlivým poměrem pelitů a psamitů. Nejvíce přítoků, a tím i hydrogeochemických informací, je však ze ždánicko-hustopečských vrstev.

Negativní hodnocení z hlediska živičné perspektivnosti si zaslouží pouze zmíněné kolektory na vrtu Kožušice-1 a Marefy-1 a zkoušené psamity ždánicko-hustopečských vrstev na vrtu Tlumačov-1. Vylazení vod těchto kolektorů je velmi vysoké; vody nejsou zaplněny metanem.

Ropně hydrogeochemické hodnocení zkoušených obzorů ždánicko-podslézské jednotky na dalších vrtech je však relativně kladné s výjimkou již diskutovaných kolektorských vlastností. Na vrtu Cf 600 Kobylí-1, ležícím ca 2 km na S od již zmíněného hlubinného vrtu Kobylí-1, bylo při provrtávání čockovitých pískovcových těles čejěsko-zaječické série zaznamenáno několik plynových erupcí. Nejvýznamnější byla v hloubce 245 m (Hromec 1970). Na vrtu Kobylí-1 pak byly zjištěny slabé přítoky proplyněné ropy z propustných poloh podmenilitových vrstev 2753–2748, 2731,5–2727 m. Vyšší zkoušené intervaly ždánicko-hustopečských vrstev (2320–1017 m) jsou zvodněny středně mineralizovanými vodami míomezohalinní salinity. Vykazují tedy vysoký stupeň vylazení. Slabé výrony plynu popisuje Plíčka (1956) na vrtech Bojanovice-1 a Kurdějov-3, kde byly zjištěny i stopy ropy. Vrty dosáhly hloubek 415 a 717 m.

Plynoproduktivními, i když bez průmyslového významu, se ukázaly kolektory ždánicko-hustopečských a podmenilitových vrstev na vrtu Žarošice-2. Potenciální kapacita zkoušených intervalů je však velmi nízká (450–882 m 182 m³/t). Ložisková voda nejhlubšího intervalu 785–795 m podmenilitových vrstev je polyhalinní salinity s vysokým obsahem jodidů. To ukazuje na vysokou ropomatečnost hornin, které dotovaly kolektor živičnými složkami. Při hydrodynamickém propojení devonu, eggenburgu a podmenilitových vrstev a příslušnosti zvláště vrstev eggenburgu a podmenilitových k matečným horninám, není jednoznačně řešitelná genetická příslušnost živice. Spíše však lze předpokládat, že ložisková (podestýlající) voda představuje do určité míry přeměněnou synsedimentární vodu, a tudíž i živice přísluší podmenilitovým vrstvám.

I na vrtu Žarošice-1 (1254–1143 m) zkoušené obzory ždánicko-hustopečských vrstev jsem označil za hydrogeologicky uzavřené, nadějně, a to pro přesycení či až 100% nasyčení vod za ložiskových podmínek metanovými plyny. Vody jsou pliohalinní salinity, chloridosodné a opět s vysokým obsahem jodidů.

Na struktuře Uhřice z podmenilitových vrstev v hloubce 1507–1518 m na vrtu Uhřice-3 byl docílen přítok plynu se stopami ropy. Na vrtu Uhřice-5 je nasyčena až přesycena metanovým plynem vrstevní voda pliohalinní salinity ze ždánicko-hustopečských vrstev obzoru 1362–1370 m.

Voda uložená v obzoru 715–733 m ve ždánicko-hustopečských vrstvách na vrtu Rošůta-1 má euhalinní salinitu a obsah jodidů 38 mg/l. Je silně nasyčena metanovým plynem (K_{nas} 0,7). To ukazuje na hydrogeologickou uzavřenost kolektoru. Ze srovnání chemismu vod podložních kolektorů karpátu a diskuto-

vané vody, považují vodu i plyn za přimigrovaný z karpátu po přesunutí ždánicko-podslezské jednotky.

I zkoušené kolektory ždánicko-podslezské jednotky na vrtu Jarohněvice-1 patří k hydrogeologicky uzavřeným. Při relativně vysokém sycení vod polyhalinní salinity nelze ani výsledky tohoto vrtu hodnotit zcela negativně.

Z podloží magurského příkrovu byl ve ždánické jednotce intervalu 3414–3450 m na vrtu Ježov-1 docílen přítok ropy a metanového plynu (těžba ropy 2,09 t/d, plynu 189 m³/d).

Z uvedeného rozboru vyplývá, že ždánicko-podslezská jednotka je dnes svým litologickým charakterem nepropustným, krycím souvrstvím. Pelity zvláště podmenilitových vrstev představují ropomatečné horniny. Propustné psamity ojediněle v podmenilitových vrstvách, více četné v ždánicko-hustopečských a menilitových vrstvách, jsou však špatnými kolektory. Vysoké sycení vod metanem dokazuje spolu s pozitivními výsledky na vrtu Žarošice-2 jejich možnou produktivnost. K akumulaci živců však došlo přimigrováním jen ze souvrství matečných hornin z bezprostředního okolí pastí. Při špatných kolektorských vlastnostech je nepravděpodobná existence a odkrytí ložisek většího průmyslového významu.

Vnitřní (magurské) pásmo flyšových příkrovů

První ropně hydrogeochemické hodnocení magurského příkrovu je založeno na výsledcích průzkumných vrtů ze svrchního, více než 5500 m mocného, provrásněného komplexu magurského příkrovu. Spodní komplex magurského flyše budovaný mezozoickými (svrchní trias? až alb) sedimenty, zjištěný vrtem Jarošov-1 (Špička et al. 1976), nelze vůbec reálně hodnotit. Rovněž chybějí podklady pro posouzení významu bělokarpatké jednotky, příp. bystrické jako krycího komplexu, v němž však současně by mohly být zastoupeny významnější kolektory (zvláště ve spodním komplexu bělokarpatké jednotky).

Svrchní komplex račanské jednotky za současného stavu poznatků — (přes přítoky ropy a metanového plynu z psamitických propustných poloh spodních a svrchních soláňských vrstev a spodních zlínkových vrstev vrtu Jarošov-1, ropy ze svrchních zlínkových vrstev na vrtu Březůvky-1, projevy plynu se stopami ropy ve spodních soláňských vrstvách na vrtu Osvětímány-1, Stupava-3, Ježov-1 a metanového plynu ze zlínkových vrstev račanské jednotky na vrtu Blatnička-1) — považují za málo nadějný pro objevení průmyslově významných ložisek ropy a plynu. Zatím nebyla žádným vrtem prokázána existence příznivě vyvinutých a více mocných, plošně stálých kolektorů. Na vrtu Jarošov-1 byly za kolektory IV. třídy s rezervou označeny pouze pískovce spodních zlínkových vrstev. Totéž platí o psamitech zlínkových vrstev na vrtu Blatnička-1. Na vrtu Osvětímány-1 jsou zařazeny do IV. třídy kolektorů i propustné zvodněné pís-

kovce belovežských a svrchních soláňských vrstev. Ovšem poznatky o kolektorských vlastnostech četných (podle karotáže „propustných“) pískovců až slepenců spodních soláňských vrstev jsou nedostatečné. K jejich vyzkoušení na vrtu Jarošov-1 nedošlo z technických důvodů. Laboratorní měření propustnosti vykazuje hodnoty pod $1.10^{-2} \mu\text{m}^2$. V daných hloubkách a při stupni zpevnění pískovců spodních soláňských vrstev je třeba uvažovat spíše puklinovou propustnost než průlinovou.

Vedle nedostatku dobrých kolektorů, regionálně stále vyvinutých a dostatečně mocných, je negativním zjištěním více než 50% vyslazení celého svrchního provrásněného komplexu račanské jednotky, tj. do hloubky ca 5000 m (podle vrtu Jarošov-1). Na vrtu Osvětímány-1 je vyslazení mimořádně vysoké, zbytkový obsah chloridů ve vodách je pouze 1–3 g/l. Přibližně totéž platí o vrtu Vizovice-1 a o všech dalších dosud vyzkoušených vrtech v magurském příkrovu.

Není možné extrapolovat hydrogeochemické poznatky vrtu Blatnička-1 pro hodnocení bělokarpatké jednotky či celého magurského příkrovu s předpokládaným krycím komplexem, který mohou představovat sedimenty bělokarpatské jednotky.

Shodný chemismus vod v celém profilu magurského příkrovu, nezávislost chemismu (a chloridonosné salinity) na hloubce uložení a litostratigrafické příslušnosti ukazují, že k vyslazení (vymytí) došlo ještě před dosažením současného velmi vysokého stavu diagenese.

Spolu s vymytím primárních vod v geologické minulosti muselo dojít k úplnému, příp. k částečnému emigrování a vymytí živíc. Dnešní živiční obsah v kolektorech představují jednak zbytkové primární živice, jednak uhlovodíky druhotné geneze. Tento závěr je podložen vývodou Šimánka (1976) o sycení kolektorů magurského příkrovu (podle vrtů Jarošov-1 a Vizovice-1) z bezprostředního okolí vrtů epigenetickými bitumeny z matečných hornin a zjištěním miocenního stáří plynů volných i spontánních, uvolňujících se z vody i ropy.

Četnost živičních projevů ať již povrchových (Plička 1967, Květ - Michalíček 1966) nebo hlubinných v magurském příkrovu, a zvláště v račanské jednotce, není v souladu s jeho nepatrnou průmyslovou ropoplynosností (těžba ložisek ropy pouze v podloží vídeňské pánve, plynu z akumulací u Hluku). Tuto negativní skutečnost objasňují relativně nízká ropomatečnost flyšových sedimentů (Šimánek 1977), obecně vysoký stupeň vyslazení a vymytí kolektorů (Květ 1963, Michalíček - Dlabáč 1965), a tím emigrace či vymytí primárních živíc.

Tyto závěry mají omezenou platnost, ale extrapolaci současných poznatků z dosud odvrtných vrtů pro celý svrchní zvrásněný komplex magurského flyše bez krycího účinku bělokarpatské jednotky považují za nezbytnou pro ucelené zhodnocení živičné perspektivnosti zájmové oblasti.

Poznámka: Ropně hydrogeochemické problémy magurského příkrovu v podloží sedimentů vídeňské pánve nebyly řešeny.

Obdobně jako v závěru hodnocení ždánicko-podslezské jednotky je možno na základě současných znalostí vyvodit, že ve svrchním zvrásněném komplexu magurského příkrovu existují akumulace uhlovodíků plyných i kapalných. Nejsou však zatím známy žádné reálné faktory, které by opravňovaly k předpokladu objevení v tomto komplexu velkých ložisek, zvláště ložisek ropy. S větší pravděpodobností lze očekávat existenci ložisek plynu spíše druhotného původu, která při možném velmi hlubokém uložení, a tím i tlacích, přes malou pórovitost kolektorů by mohla být velmi významná.

Pro objevení velkých ložisek uhlovodíků, a opět především plynů, považuji za více nadějný spodní komplex magurského flyše pro jeho malé provrásnění a subhorizontální úklon vrstev. Nadložní provrásněný komplex mohl by plnit v geologické historii jak krycí, tak dotující funkci. Kolektory zde mohly být syceny i plyny druhotné generace: tyto vznikly nebo lépe byly uvolněny z matečných hornin v důsledku silného zvrásnění flyšových hornin ponořených do velkých hloubek. Vedle uvolnění bitumenů a metanových plynů dříve vázaných sorpčními a kapilárními silami je za daných podmínek třeba předpokládat i vznik metanových plynů tepelnou destrukcí zbytkové organické hmoty hornin.

Příkladem současné migrace plynů patrně z velké hloubky magurského příkrovu je plynová akumulace u Hluku (Plička 1958, Dlabáček 1946). Plyny jsou kombinovaného chemismu — metan 50–70 %, oxid uhličitý 15–30 %, dusík ca 15 %. Společný migrační proud nebo výsledná akumulace je ze dvou rozdílných zdrojů. Poněvadž v metanových plynech jsou bohatě zastoupeny vyšší uhlovodíky, je plyn dnes vytěšňován patrně z matečných hornin ze značných hloubek a sytí kolektory, kterými jsou psamity bělokarpatské a račanské jednotky v hloubkách např. na vrtu Hluk-5 386–390 m a 437,5–441,5 m. Na vrtech u Hluku uvádí Plička i akumulaci ropy. Její původ lze odvodit ze zlínských vrstev račanské jednotky. Totéž může platit i o původu metanových plynů. Přívodovou cestou oxidu uhličitého postvulkanického původu je podle Květa (1970) hlucký zlom.

Poznámka: Při nepatrné produktivitě jednotlivých vrtů (průměrná těžba za 1 měsíc z jednoho vrtu při přetlaku na ústí 0,1 až 0,2 MPa pod 1000 m³) je pozorovatelná závislost vydatnosti sond na počasí. Za velkého sucha klesá vydatnost (patrně v důsledku zvětšené emigrace plynů do atmosféry — Květa 1970).

Výklad funkce násunové plochy bělokarpatské jednotky pro usměrnění migračního proudu metanu (Janák 1956) není jednoznačný. Vrtem Blatnička-1 i vrty u Hluku byly prokázány plynové obzory jak v propustných psamitech račanské jednotky, tak v bělokarpatské jednotce.

Geochemie plynů

Plyny ve střední části oblasti jv. svahů Českého masívu rozpuštěné v hlubinných vodách, ropách, ale i ložiskové, patří bez ohledu na stáří a litologii kolek-

T a b u l k a 3

Rádiové vody oblasti o radioaktivitě nad 0,37 Bq/litr

vrtba	interval m	litostra- tigrafie	Ra Bq/l	U mg/l	autor analýzy
Dražovice-2	514—485 450—418	D(vd)	0,37	0,001 (0,0014)	UD (ÚÚG)
Hulín-1	nezap. 1450—1398,4	Kr	0,69	0,0001	SG
Jarohněvice-1	1385—1380 809—798	Kr Nik+Ž	0,99 1,19	0,0008 0,0008	SG SG
Jarošov-1	3274—3264 3251—3237 3215—3208	MRs ₂	0,34	0,0010	SG
Ježov-2	2655—2635	D(bk)	9,11	0,0002	SG
Kobefice-2	1880—1865 1104—1094 1084,5—1079,5	C ₁ (k) C ₁ (k) Nik (?)	1,51 1,20 0,35	0,0001 0,0001 0,0004	SG SG SG
Kožušice-1	nezap.+perf. kol. 1303—1272,03 1214,5—1209,5 1188—1181,5 1178,5—1175	Kr+Nik Nik Nik+Žpm	0,68 0,44 0,44; 0,37	0,000 0,002 0,000	UD UD UD
Kožušice-2	970—960 639—633 574—561	Kr+Žpm Zž Zž	0,30 0,38 0,42	<0,0001 0,0006 0,0005	SG SG SG
Kožušice-3	848—838 714—706 278,5—272,5	Kr Nik Zpm	0,30 0,43 1,09	0,0002 0,0004 0,0015	SG SG SG
Lubná-2	perf. kol. 1925—1856,4 1865—1858	Kr+Nik Nik	26,28 30,30	0,001 stopy	ÚÚG ÚÚG
Lubná-3	nezap.+perf. kol. 1658—1565,5 perf. kol. 1600,9—1565,5 772,5—756	Kr+Nik Kr+Nik MRz	3,07 5,69 1,01	0,0015 0,0014 0,0023	ÚÚG ÚÚG ÚÚG
Lubná-4	nezap.+perf. kol. 1628—1550,42 1585—1556,37 1533,5—1527,5 1513,5—1506,5	Kr Kr Nik Nik	65,34 0,47 0,33 0,33	stopy 0,0036 0,0011 0,0046	ÚÚG ÚÚG ÚÚG ÚÚG
Lubná-9	1382—1372,8	Kr	1,10; 2,74	0,000 (stopy)	UD (PM)
Lubná-11	1437—1433	P	0,91	0,010	UD
Lubná-14	1445—1436	Kr	5,04	0,002	UD
Lubná-16	1616—1598	Kr	3,50	0,000	UD
Lubná-19	1640—1576	Kr	4,60	0,006	UD
Marefy-1	nezap. 1081—1017,45 875—856 842—823 535—480	Kr + D(bk + vd) D(vd) D(vd)	0,37 0,51 0,32	<0,0001 <0,0001 0,0002	SG SG SG
Morkovice-1	703—697 692—684	Nik	0,40	0,014	UD
Němčičky-2	3252—3224 3214—3169,5	Cna Cna	0,61 3,06	0,0002 0,0001	SG SG

T a b u l k a 3 (p o k r a č o v á n í)

vrstva	interval m	litostratigrafie	Ra Bq/l	U mg/l	autor analýzy
Němčičky-2	1875—1745	J(kv+d)	7,15	0,0004	SG
	1686—1679	P+J(k)	1,41	0,0012	SG
Nesvačilka-3	nezap. 2483,5—1556,4	C ₁ (k)	13,51	<0,001	ÚÚG
Nítkovice-3	nezap. 1500—1250,13	Dfr	0,55	0,001	PM
	1220—1210	Dfr	0,34	0,001	PM
	899—888	Dfm	1,46	stopy	PM
	854—849	D	0,42; 0,49	0,0008	SG
Nítkovice-6	719—700	Nik	0,37	0,003	UD
Nítkovice-8	804—799	D	0,95	0,022	UD
Osvětimany-1	959—950	MRz ₁	0,46	0,0002;	SG
Rataje-1	nezap.+perf. kol. 1481—1468	Dgv	0,73	0,001	ÚÚG
	1314—1311	Nik	0,37	<0,002	ÚÚG
	590—582,5	Nik	0,40	0,0064	ÚÚG
	1333—1328	D(vd)	0,41	<0,0001	SG
Roštín-1	1511—1506 733—728 721,5—715	Kr Žpm	0,37; 0,38 0,46	0,0002 0,0001	SG SG
Slavkov-2	1305—1291	D(bk)	0,44	0,000	UD
Švábenice-1	2070—2055	C ₁ —D	2,33; 2,28	0,0004	SG
	1930—1914	C ₁ —D	0,82; 0,85	0,0002	SG
Těšany-1	4102,5—4094,95	D(or)	16,28	0,0003	SG
	4093—4082	D(or)	16,32; 16,76	0,0014	SG
	1807—1803	PG(bk)	7,67	0,0004	SG
Tlumačov-1	nezap.+perf. kol. 2315—2245	Kr+Nik	3,29; 3,47	0,000	UD
Uhřice-3	2480—2470	Dfr-gv	5,49	0,0008	SG
Uhřice-4	1705—1685	J(ni)	1,48	0,0002	SG
	1605—1592	J(vv+d)	0,48	0,0002	SG
	1490—1478	J(vv+d)	0,77	0,0001	SG
	1341—1332	PG(bk)	3,91	0,0001	SG
Uhřice-5	1919—1880	J(ni)	1,38	0,0004	SG
	1370—1362	Zž	0,49	0,0014	SG
Ůjezd-1	2096—2094	C ₁ (k)	43,85; 41,16	0,002	SG
	1911,5	C ₁ (k)	25,43; 25,84	0,0014	SG
Zarošice-1	1242—1234	Zž	0,34	0,0011	ÚÚG
Zarošice-2	1375—1360	D(bk)	27,38	<0,001	ÚÚG
	1325—1310	D(bk)	1,42	—	ÚÚG
	1304—1282,5	D(bk)	1,53	—	ÚÚG
	1230—1195	Dgv—fr	2,44	—	ÚÚG
	1180—1156	Nieg	0,40	0,0036	ÚÚG
	795—785	Žpm	0,44	0,0036	ÚÚG
	602—592	Žm+Žž	9,86	—	ÚÚG
	403—394	Zž	0,37	—	ÚÚG

Vysvětlivky: ÚÚG — Ústřední ústav geologický
 SG — Stavební geologie
 UD — Uranové doly
 PM — Povodí Moravy, Brno

toru či souvrství, ke kterému i geneticky přísluší, k plynům převážně metanovým. podle klasifikace uhlovodíkových plynů K o f a n o v a (1959) etan-propanovým. Z genetického hlediska jsou to typické plyny ropné (živičné), charakteristické zastoupením vyšších plynných alkánů v uhlovodíkovém spektru, i když někdy velmi nízkým. Zcela bez obsahu vyšších alkánů jsou rozpuštěné plyny **ve vodách krystalinika, devonu a karpátu vrtu Holešov-1, krystalinika a devonu vrtu Marefy-1.** Obsahy vyšších uhlovodíků v řádu 10^{-2} až 10^{-3} obj. ‰ byly zjištěny v plynech rozpuštěných ve vodách, ale i volných z vrtů Nitkovice-2, Rataje-1 (z krystalinika a devonu), Roštín-1 (ze spodního karbonu, karpátu a badenu) a z vrtu Žarošice-2 (z devonu a eggenburgu).

Naopak — i ve srovnání s metanovými plyny ložisek ropy a plynu ve vídeňské pánvi — vysoké obsahy vyšších uhlovodíků (etan nad 2,5—3,0 ‰ a s obsahy n- a izo- butanů a n- a izo- pentanů) byly zjištěny v rozpuštěných volných plynech vrtem Jarošov-1 ze spodních a svrchních soláňských a spodních zlínských vrstev, vrtem Osvětimany-1 z krystalinika a spodních soláňských vrstev, vrtem Stupava-1 z karpátu a vrtem Ždánice-5 z krystalinika.

Výjimkou je chemismus plynů rozpuštěných ve vodách devonu na vrtu Dražovice-2, Švábenice-1 a Rataje-2, které při příslušnosti kolektorů do hydrogeologické zóny otevřené výměny vod (někdy do určité míry omezené) patří k plynům typu dusíkového (dusík nad 75 obj. ‰) nebo dusíkovo-metanového (Rataje-2). Z vyšších uhlovodíků bývá v těchto plynech přítomen pouze etan ve stopách.

Zvýšené proměnné obsahy dusíku byly zjištěny na řadě vrtů v rozmezí 10—20 obj. ‰: Marefy-1, Nesvačilka-1, -3, Nitkovice-2, -5, Osvětimany-1, Rataje-1, Stupava-1, Tumačov-1. Zvýšená koncentrace dusíku je většinou v souvislosti se zvýšením hélionosnosti, příp. je vyvolána anomálním podílem biogenního dusíku, ale i atmosférického dusíku zaneseného do vody (vzorku) technickými nedostatky při vzorkování. Kyslík, který v těchto případech rovněž kontaminuje vzorek, bývá spotřebován oxidačně redukčními pochody, probíhajícími již ve vodě v sondě, ale také v odebraném vzorku vody ve vzorkovnici. V některých rozpuštěných plynech vod je zvýšený obsah dusíku atmosférického původu přirozeným důsledkem většinou současné hydrogeologické otevřenosti mělce uloženého obzoru. V případech hydrogeologické otevřenosti kolektorů v geologické minulosti, ale dnešní příslušnosti kolektoru do zóny omezené výměny vod či bez výměny, pak většinou vedle zvýšeného obsahu dusíku chybí v rozpuštěném metanovém plynu ve vodě i podíl vyšších uhlovodíků. Příkladem jsou plyny devonu na vrtu Slavkov-2, karpátu na vrtu Rousínov-1, karpátu, devonu a krystalinika na vrtu Holešov-1.

V rozpuštěných plynech ve vodách a ropách i volných (spontánních a ložiskových) plynech nebyly zjištěny anomálně zvýšené obsahy CO_2 (nad 25 obj. ‰) a rovněž výskyt sirovodíku v hlubinných vodách či volných plynech je zcela

výjimečný (Rataje-2 1900—1587 m, devon, 44,3 mg H₂S/l, 558—551 m, karpát, 34,1 mg H₂S/l a 2283—2273,5 m, karpát, 173,8 mg H₂S/l).

Slabě zvýšené obsahy CO₂ ca 1,5—4 obj. ‰ byly zjištěny v rozpuštěných plynech v hlubinných vodách karpátů až ždánicko-podslézské jednotky na vrtu Kožušice-1.

Větší výskyty obsahu CO₂ při zkoušení intervalů 1136—1420 m v magurském příkrovu jsou v plynech rozpuštěných ve vodách, ale i ve volných plynech, odebraných na ústí na vrtu Osvětimany-1 (rozptyl 1,0—14 obj. ‰). Přitom i v plynu na ústí byl zjištěn obsah až 7,3 obj. ‰.

Také na vrtu Stupava-1 byl zjištěn v metanovo-dusíkovém plynu odebraném na ústí při zkoušení intervalu karpátů 2175—2171 m vysoký obsah CO₂ 9,3 obj. ‰. Podobné koncentrace CO₂ dosahují metanové plyny i na vrtu Žarošice-2 z devonu (1195—1304 m). **Velmi proměnlivý obsah CO₂ je v plynech metanovo-dusíkově-uhličítých či metanovo-uhličito-dusíkových plynové struktury Hluk.** Obsah CO₂ v lžženém plynu dosahuje až 30 obj. ‰, dusíku ca 15 obj. ‰. Ale již na vrtu Hluk HW-2 situovaném ca 4 km z. od plynových vrtů Hluk-1 až -9 není oxid uhličítý v rýze metanovém plynu přítomen.

Způsob vzorkování vyvolal časté zavzdušnění vzorků plynů i plynů z hlubinných vzorkovačů. Tyto vzorky nelze pak považovat za reprezentativní pro určení relativního stáří akumulací plynů hélium-argonovou metodou (Kozlov 1950). Tyto údaje nám proto chybějí nebo je nemůžeme reálně použít.

Zkreslení chemismu se odráží, ale daleko méně, i ve vyhodnocených tlacích vod plyny za ložiskových (vrstevních) podmínek (Krajča 1960). Výsledky vyhodnocených tlaků nasycení jsou shrnuty v tabulce 1. Tyto hodnoty byly použity jako základní ropoprospekční hydrochemický faktor.

Pokus o využití poměru n-butan : i-butan pro určení stáří akumulace plynu byl neúspěšný patrně pro složitý geologický vývoj a původ plynů a malý počet reprezentativních údajů (Dadašev - Salajev 1965, Reznikova 1969). Podle Dadaševa a Salajeva (1965) plyny eocenního stáří mají poměr

$$\frac{n-C_4}{i-C_4} : \frac{n-C_5}{i-C_5} \text{ a } 3,24/1,58, \text{ oligocenního stáří } 2,01/1,05, \text{ miocenního stáří } 1,1/0,87,$$

středně pliocenního stáří 0,67/0,58, svrchně pliocenního stáří 0,3/0,2. Hodnoty

$$\frac{n-C_4}{i-C_4}, \text{ zjištěné v plynech naší zájmové oblasti, kolísají v rozmezí } 0,3 \text{ až } 2,45.$$

$$\text{hodnoty } \frac{n-C_5}{i-C_5} \text{ pak od } 0,25 \text{ do } 1,19.$$

To je celkem v souladu s rozptylem stáří kolektorů, a především pravděpodobné doby akumulace plynů (stáří pastí). Hodnoty však nemají dostatečnou přesnost nebo lépe rozlišovací schopnost.

Údaje stáří zjištěné hélium-argonovou metodou kolísají od 1 do 40 mil. let. Anomální hodnoty Lubná-4 78 mil., Osvětimany-1 170 mil. let (67 mil.) lze

objasnit zvýšenou hélionosností při zvýšené radioaktivitě hornin v profilu vrtu (Michalíček 1975).

Hélionosné plyny v úseku Střed

Výklad původu a prognózu možné existence akumulací hélionosných metanových a metanovo-dusíkových plynů v úseku Střed jsem již vyslovil (Michalíček 1972, 1975). Proto zde v krátkosti jen shrnu současné poznatky.

Akumulaci hélionosných metanových plynů představuje nejen ložisko plynu Kostelany - západ, ale i Hradisko (Nítkovice). Plyny ložiska Kostelany obsahují hélium v koncentracích 0,3–0,4 obj. ‰ (Lubná-6 1352–1236 m, Lubná-3 1403–1398 m, Lubná-14 1445,5–1436, Lubná-16 1616–1598,7 m). Vyšší obsahy na této struktuře byly zjištěny v plynech uvolněných ze vzorků hlubinných vod. V ložiskových volných plynech, odebraných na ústí vrtů ložiska Hradisko, jsou obsahy hélia nižší — ca 0,15 obj. ‰ (Nítkovice-3 899–888 m, Nítkovice-3 850–838 m, Nítkovice-5 854–849 m). Posledním objeveným ložiskem slabě hélionosného metanového plynu (obsah He ca 0,14 obj. ‰) je akumulace v karpátu (949–942 m) na vrtu Kožušice-4. Ložiskové zásoby tohoto plynu nejsou zatím vyhodnoceny. Technologickým principem separace hélia z těchto plynů je kondenzace a absorpce všech složek plynu mimo hélia při -182°C .

V socialistických státech byly zjištěny zatím hélionosné plyny jen v PLR. V SSSR přes mimořádné úsilí a speciální prospekční práce na zjištění hélionosných plynů nebyla zatím ložiska těchto plynů odkryta. Proto má mimořádný význam objevení byť zatím velmi malých zásob hélionosných plynů a zvláště předpoklad zjištění dalších ekvivalentních ložisek ve studované oblasti.

Zvýšené obsahy hélia nad 0,05 a mnohdy nad 0,1 obj. ‰ byly zjištěny v řadě plynů z hlubinných vzorků vod či plynů odebraných na ústí mimo výše uvedené struktury Kostelany, Hradisko, Kožušice (tab. 4).

Přítomnost hélia v koncentraci 0,17–0,19 obj. ‰ v odplynu z devonských až spodnokarbonských vod vrtu Švábenice-1, v dusíkovo-metanovém plynu (dusík 60–78 obj. ‰, metan 20–40 obj. ‰), je velmi překvapující až sporný. Kolektory přísluší do hydrogeologické zóny otevřené výměny vod. Totéž platí i o hélionosném dusíkovém plynu (dusík 80,6 obj. ‰) z vrtu Dražovice-2 (krystalinikum až devon). Při velmi nízkém stupni nasycení vod plyny (K_{nas} pod 0,1) může být vysvětlením v současné době probíhající proces zaplňování vod migrujících metanovým plynem se zvýšeným obsahem hélia.

Genetická souvislost zvýšených koncentrací hélia a zvýšených anomálních koncentrací radioaktivních prvků, především uranu, ale i toria v horninách krystalinického fundamentu oblasti, ale i uranu v sedimentech a vodách podloží, byla prokázána (Michalíček 1975).

Na všech vrtech s výskytem hélionosných plynů byly zjištěny intervaly zvý-

šené radioaktivity, a to buď hornin krystalinického fundamentu nebo sedimentů v nadloží. Jednoznačná shoda intervalů zvýšené radioaktivity a propustných intervalů s proplyněnými vodami se zvýšeným obsahem hélia či s hélionosnými plyny neexistuje. Při mimořádné pohyblivosti a migrační schopnosti hélia však již existence zvýšené radioaktivity na všech vrtech či strukturách s výskytem plynů se zvýšeným obsahem hélia je dostatečným důkazem pro výše uvedenou genetickou souvislost.

Poznámka: Na vrtu Jarošov-1 je pouze mírně zvýšená radioaktivita intervalově v celém profilu račanské jednotky (viz tab. 2). Zvýšený obsah hélia 0,13 obj. % byl v plynu rozpuštěném v hlubinné vodě svrchních soláňských vrstev 3445—3438 m. Vody v profilu Jarošov-1 nejsou rádiové, zato zde byly zjištěny anomální — zatím jinde nepotvrzené — zvýšené obsahy uranu.

Obsah uranu a rádia v analyzovaných hlubinných vodách je shrnut v tabulce 3. Za rádiové se považují vody s obsahem rádia nad 10^{-11} až 10^{-10} g/l — nad 0,37 Bq/l a za uranové s obsahem uranu nad $3 \cdot 10^{-5}$ g/l.

Geochemie uhličitých vod

Výskyt oxidu uhličitého v plynech a hlubinných vodách studované oblasti je velmi omezen. V plynech volných i rozpuštěných nedosahuje více než ca 30 obj. % (Hluk). Jiná je ovšem situace v rozpuštěných plynech minerálních vod (Květ - Michalíček 1966).

Kyselky vystupují v širokém pásmu směru JV—SZ jdoucím z bradlového pásma napříč bělokarpatkou jednotkou, račanskou jednotkou až do karpatské předhlubně. Přívodovou cestou oxidu uhličitého jsou hlubinné zlomy směru SZ—JV zóny Hornomoravského úvalu. Tato poruchová zóna, charakterizovaná nejen výrony kyselků atd., pokračuje na Slovensko. Při sv. okraji Podunajské nížiny vyvěrají kyselky Santovka, Dudince, Malinovec a zóna pokračuje dále do Maďarska. Na druhou stranu na jejím pokračování jsou známy např. silné kyselky v širší oblasti Poděbrad atd.

V naší oblasti vystupují v této zóně slabé až velmi silné kyselky: Horná a Dolná Súča (bradlové pásmo); Predpoloma, Březová, Suchá Loz, Bánov, Záhorovice, Hluk (bělokarpatská jednotka); Rudice, Luhačovice, Pradlisko, Bohuslavice, Březnice, Malenovice, Gottwaldov - Louky, Kostelec u Gottwaldova (račanská jednotka); Kostelec u Holešova, Horní Mostěnice, Bochoř, Prusy, Tučín, Domaželice, Předmostí u Přerova (karpatská předhlubeň — Hornomoravský úval).

Rozsah syčení propustných poloh v profilu uvedené zóny oxidem uhličitým původu hlubinného, postvulkanického v širším smyslu (Květ - Michalíček 1966) není znám. Je třeba však vzít tento faktor v úvahu při oceňování perspektiv oblasti z hlediska výskytu uhlovodíků. Vzhledem k syčení kyselků

interval m	litostratigrafie	přítok	způsob odběru	odběr dne	autor	He	H ₂
Blatnička-1 823—820	MRz	plynu	z ústí	23. 8. 65	MND	0,007	0,0
Bučovice-1 813—797	Dgv—fr	vody	hl. vz.	15. 10. 65	ÚÚG	0,073	0,090
Dražovice-1 1500—1183	Kr+D(bk) Dgv+Dfr	vody	pístov.	23. 10. 70	ÚÚG	0,093	0,20
738—672	Dfr—Dfm +D(vd)	vody	pístov.	25. 11. 71	ÚÚG	0,04	0,01
514—485 450—418 271—233	D(vd)	vody	pístov.	3. 12. 71 10. 12. 71	ÚÚG	0,008 0,003	0,016 1,21
Holešov-1 945—925	D	vody	hl. vz.	14. 7. 72	MND	—	stopy
Hulín-1 1450—1398	Kr	vody	na ústí	15. 11. 75	MND	—	stopy
Jarohněvice-1 1385—1380 535—531	Kr Z	vody vody	hl. vz. hl. vz.	20. 8. 76 30. 8. 76	ÚÚG ÚÚG	0,103 0,008	0,01 0,006
Jarošov-1 4580—4575 3445—3438	MRz1 MRz2	vody únik plynu	na ústí na ústí	19. 6. 74 6. 10. 74	ÚÚG ÚÚG	0,015 0,15	0,094 0,08
Koryčany-1 1753—1733	Kr	plynu	na ústí	4. 9. 78	MND	—	0,0
Kožušice-1 1233—1221	Nik	vody	na ústí	27. 8. 73	ÚÚG	0,168	0,055
Lubná-1 1559—1434	Kr+Nik	samotok vody s plynem a ropou	na ústí	12. 6. 68	ÚÚG	0,053	0,006
Lubná-3 1402—1385 772,5—756	P MRz	vody vody	hl. vz. hl. vz.	13. 1. 70 9. 2. 70	ÚÚG ÚÚG	0,051 0,07	0,014 0,008
Lubná-4 1628—1650 1585—1556	Kr Nik	vody vody	hl. vz. hl. vz.	2. 6. 70 10. 6. 70	ÚÚG ÚÚG	0,69 0,51	0,21 0,39
Marefy-1 875—856 842—823	D(vd)	vody	hl. vz.	14. 4. 76	ÚÚG	0,092	0,028
Morkovice-1 703—697 692—684	Nik	vody	hl. vz.	5. 2. 74	ÚÚG	0,013	0,003
Nesvačilka-1 1512—1505	PG	vody	hl. vz.	—, 10. 55	VON	—	0,0
Nesvačilka-3 2483—1556	Ci	vody	hl. vz.	3. 7. 65	ÚÚG	0,19	0,04
Nitkovic-5 854—849	D	vody s plynem	na ústí	11. 12. 74	ÚÚG	0,154	0,007

plyně oblasti

Tabulka 4

Ar	N ₂	CO ₂	CH ₄ v obj. %	C ₂	C ₃	nC ₄	iC ₄	nC ₅	iC ₅
0,093	0,55	0	98,05	1,2	0,2	stopy	stopy	0	0
0,049	5,94	0,022	93,58	0,001	0,001	0,0005		0	0
0	80,66	—	19,03	0,015	0,001	—	—	—	—
0	92,45	—	7,46	0,049	0,01	0,009		0,007	
0	90,05	—	9,90	0,018	0,003	0,0027		—	—
0	84,15	—	14,39	0,18	0,035	0,016		0,0009	
—	17,7	0,4	81,9	stopy	0	—	—	—	—
—	11,0	0,25	88,10	0,65	stopy	—	—	—	—
0	5,9	0,054	93,75	0,159	0,014	0,002	0,004	—	—
0	3,68	0	95,98	0,234	0,072	0,005	0,014	0	0,002
0	2,25	0,03	96,0	5,3	47,2*	27,9*	23,7*	32,5*	41,5*
0	3,24	0,15	93,08	3,32	—	—	—	—	—
—	3,4	0,2	91,8	3,4	0,8	0,2	0,15	stopy	0,05
0	7,444	0,459	91,76	0,096	0,007	0,0006		—	—
0,038	6,08	1,64	88,54	1,97	0,88	0,552		0,222	
0,031	1,0	—	98,5	0,3	0,031	0,014		0,006	
0,08	7,1	0,2	92,0	0,53	0,049	0,018		0,0035	
0,22	27,5	—	70,0	0,82	0,13	0,070	0,070	0,028	
0,40	12,0	0	85	0,76	0,136	0,092		0,045	
0,269	9,9	1,5	87,0	0,0003	—	—	—	—	—
0,053	3,6	0,23	95,8	0,24	—	—	—	—	—
—	11,6	0,3	87,3	0,8	—	—	—	—	—
0,2	11,69	0	87,52	0,21	0,05	0,080		—	—
0	17,39	0,399	82,03	0,014	—	—	—	—	—

* mg/l

Tabulka 4 (pokračování)

interval m	litostratigrafie	přítok	způsob odběru	odběr dne	autor	He	H ₂
Osvětimany-1 2553—2511	Kr+MRz ₁	únik plynu	na ústí	3. 12. 74	MND	—	0,0
2668—2635	Kr	plyn+ropa	na ústí	23. 12. 74	MND	—	0,0
2080—2070 2035—2029	MRz ₁	vody	hl. vz.	4. 4. 75	ÚÜG	0,044	0,044
1650—1640	MRz ₂	samotok vody a plynu	hl. vz.	2. 3. 76	ÚÜG	0,04	0,1
1420—1410 959—950	MRbv MRz ₁	vody	hl. vz. hl. vz.	15. 3. 76 22. 4. 76	ÚÜG ÚÜG	0,047 0,118	4,32 0,066
Rataje-1 1385—1366 1314—1311	Dgv Nik	vody	hl. vz. hl. vz.	1. 7. 69 26. 2. 69	ÚÜG MND	0,054 —	— 0,4
Rataje-2 1900—1587	D	vody	hl. vz.	11. 6. 76	MND	—	—
Roštín-1 1412—1405	Nik	vody	hl. vz.	20. 5. 75	ÚÜG	0,068	0,001
Rousínov-1 1003—853 853—794 728—703 663—650	C ₁ (k) Nik Nib	vody	hl. vz. hl. vz. hl. vz.	26. 5. 75 18. 3. 75 25. 3. 75	ÚÜG MND ÚÜG	0,088 0,082 0,033	0,5 0,22 0,059
Slavkov-2 1305—1291	D(bk)	vody	hl. vz.	14. 12. 64	VÜN	0,024	0,002
Stupava-1 2240—2226	Nik	vody	na ústí proplynělé	7. 7. 72	MND	—	0,2
Švábenice-1 2263—2245 607—597	C ₁ —D C ₁ —D	vody	hl. vz. hl. vz.	12. 12. 74 5. 2. 75	ÚÜG ÚÜG	0,19 0,077	0,19 0,13
Tlumačov-1 2180—2169	Nik	vody	hl. vz.	22. 5. 73	MND	—	stopy
Uhřice-17 3245—3229	gv—fr	ropy	na ústí	25. 7. 83	MND	—	0,0
Zarošice-2 1304—1282 1180—1156 795—785	D(bk) Nieg Žpm	vody	hl. vz. hl. vz. z ústí	30. 11. 67 15. 12. 67 21. 12. 67	ÚÜG ÚÜG MND	0,004 0,002 0,024	0,066 0,309 0,001
642—633	Žm	vody	z ústí	5. 1. 68	MND	0,021	0,024
403—394	Žž	vody	hl. vz.	8. 2. 68	ÚÜG	0,013	0,12
Ždánice-1 990—964	Kr	ropy	na ústí	29. 3. 74	MND	—	0,0
Hluk HW-2 371,5—355	MBk	plynu	na ústí	1957	MND	—	stopy
Hluk-5 441,5—386	MBk+MRz	plynu	na ústí	28. 6. 62	VÜN	0,007	stopy

Tabulka 4

Ar	N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ v obj. %	C ₃	nC ₄	iC ₄	nC ₅	iC ₅
—	4,6	0,6	85,75	5,8	2,0	0,55	0,45	0,250	
—	8,3	0,1	87,5	3,5	0,5	0,05	0,05	stopy	stopy
0,058	1,0	0,19	97,0	1,3	0,33	0,125	0,075	0,037	0,031
0	6,48	0,40	92,36	0,6	0,001	stopy	stopy	stopy	stopy
0,26 0,044	14,24 2,90	1,68 14,16	78,0 80,5	0,008 0,141	0,0001 stopy	— stopy	— stopy	— stopy	— stopy
—	25,8	—	73,2	—	—	—	—	—	—
—	12,7	—	86,9	—	—	—	—	—	—
—	66,36	—	33,64	—	—	—	—	—	—
0,043	5,3	0,90	93,0	0,21	0,049	0,008	0,016	0,002	0,003
0	28,09	—	71,31	0,01	—	—	—	—	—
—	12,83	—	86,96	0	—	—	—	—	—
0	20,98	—	78,91	0,012	—	—	—	—	—
0	14,12	stopy	85,58	—	—	—	—	—	—
—	18,7	1,4	78,0	1,4	0,3	stopy	stopy	—	—
0	76,50	—	23,0	0,12	—	—	—	—	—
0	60,04	—	39,75	0,01	—	—	—	—	—
—	14,51	—	84,82	0,68	stopy	—	—	—	—
—	1,50	0,40	88,05	6,40	2,40	0,55	0,40	0,15	0,15
0,014	1,288	0,40	97,93	0,038	0,006	0,0005		0,0005	
0,017	1,1	4,849	93,53	0,049	0,006	0,005		0,005	
0,01	2,043	0,2	97,38	0,256	0,106	0,032	0,032	0,008	
0,047	2,298	0,146	96,29	0,229	0,017	0,003	0,003	0,001	
0,210	5,115	0,533	93,37	0,142	0,015	0,0049		0,00036	
—	1,4	0,0	97,4	0,7	0,4	0,10		—	—
—	0,6	0,0	98,5	0,6	0,2	0,1		—	—
0,02	12,8	29,5	56,15	1,10	0,30	0,15		—	—

i uhlovodíkovými plyny, především metanem, není třeba přítomnost oxidu uhličitého považovat za vysloveně negativní faktor.

Již při rozboru situace plynové struktury Hluk jsem uvedl, že přívodové pásmo a pásmo syčení oxidem uhličitým je velmi úzké. Při malé propustnosti flyšových psamitů je zřejmě migrace oxidu uhličitého hlubinného původu vázána pouze na vlastní propustné poruchové pásmo. Tuto situaci na struktuře Hluk je možno brát za analogickou pro celou zónu výskytu oxidu uhličitého v plynech.

Na druhé straně však skutečnost stále probíhající migrace oxidu uhličitého i metanu (kyselky jsou silně zaplzněny metanem, který dosahuje až 80 obj. % nekyselých plynů), je negativním projevem z hlediska živičné perspektivnosti, neboť je důkazem probíhajícího odplynování kolektorů i matečných souvrství a nedostatečné hydrogeologické uzavřenosti.

Sirovodíkové a metanové vody přirozených vývěrů a studní

Výskyt četných sirovodíkových metanových minerálních vod nebo jen vod zaplzněných metanem, a to jak přirozených výronů či studničních vod, je ve studované oblasti mimo oblast vídeňské pánve mimořádně vysoký (Květ - Michalíček 1966). Sirovodíkové metanové a metanové vody jsou nejvíce zastoupeny v račanské jednotce, zatímco v bělokarpatské, bystrické i ždánické jednotce jsou výjimečné. Jejich výstup je vázán na poruchová pásma a násunové plochy příkrovů. Výčet lokalit a vztah těchto vod ke geologické pozici vývěru, resp. studny uvádí Květ - Michalíček (1966).

I tento fakt potvrzuje spolu s četnými živičnými projevy v račanské jednotce (Plička 1958), že zde chybí krycí souvrství. Rozptýlené četné živičné projevy včetně výstupu metanových vod se zvýšeným obsahem chloridů ukazují na nedostatečnou hermetičnost a stále probíhající vyslazování vod a emigraci živců z hornin profilu magurského příkrovu račanské jednotky bez krycího komplexu. Tímto krycím souvrstvím může snad být bělokarpatská a bystrická jednotka — některé faktory tento předpoklad umožňují. Význam a efekt krycího komplexu těchto jednotek pro vznik pastí v magurském příkrovu a uchování ložisek uhlovodíků, především plynů primární, ale i druhotné geneze, je však třeba ověřit hlubinnými vrty.

Litostratigrafické profily vrtů a výsledky čerpacích zkoušek

Litostratigrafické profily použitých vrtů ke studii jsou doplněny výsledky čerpacích zkoušek. Chemismus vod je uveden formou Kurlanova vzorce, kde M — mineralizace v g/l, Cl — chloridy v g/l, J — jodidy v mg/l, Br — bromidy v mg/l, B — kyselina boritá

v mg/l. Klasifikace chemismu vod podle Palmera (1911), založená na jednotkách mval ‰, je zde nahrazena údaji mmol. z₁ ‰, z₁ — náboj aniontu či kationtu. Uvedené symboly S₁ a S₂ odpovídají hodnotám 1. a 2. salinity, A₁ a A₂ hodnotám 1. a 2. alkalinity. Chemismu: plynů je vyjádřen v obj. ‰, stupeň nasycení vod plyny za vrstevních podmínek koeficientem nasycení K_{Nas} podle Gureviče et al. (1956).

Blatníčka-1

- 402,0 m spodní oddíl paleogénu bělokarpatské jednotky (paleocén—spodní eocén)
- 537,0 m svrchní oddíl paleogénu bělokarpatské jednotky (střední—svrchní eocén)
- 602,0 m spodní oddíl paleogénu bělokarpatské jednotky (paleocén—spodní eocén)
- 1457,0 m zlínské vrstvy račanské jednotky (střední—svrchní eocén)

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Produkce metanového plynu z intervalu 823—820 m; kapacita 2160 m³/d, tlak na ústí 6,6 MPa, z intervalu 791—786, 775—771,5, 770—760 m; kapacita 3240 m³/d, tlak na ústí 8,1 MPa, z intervalu 106—90, 84—80 m; kapacita 384 m³/d, tlak na ústí 0,36 MPa.

Přítok vody M 5,3 Cl 2,7 $\frac{S_1 87,4 S_2 0}{A_1 8,2 A_2 4,4}$ J 27 Br 40 B 47

zaplýněné metanovým plynem z intervalu 149—136, 133—119 m.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky z intervalů 1368,5—2364; 1220,5—1215,5; 1153,5—1148,5 m; 964—961, 947—944, 937—928,5 m; 632,5—630, 593,5 až 591 m; 249—241 m; 221,5—215, 211,5—206,5 m; 63—52.

Březůvky-1

- 101,0 m belovežské vrstvy — pestré jílovce (střední eocén)
- 299,0 m belovežské vrstvy — pestré jílovce a pískovce (spodní eocén—paleocén)
- 588,0 m svrchní soláňské vrstvy — převážně pískovce (paleocén)
- 1207,0 m svrchní zlínské vrstvy — (svrchní eocén)

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Produkce gazolinické ropy z nezapaženého intervalu vrtu 1207—946,5 m; těžba 0,2 až 0,3 m³/d.

Přeliv vody z intervalů 587—579 m; 423—409 m; 248—230 m

M 1,3 Cl 0,1 $\frac{S_1 27,6 S_2 0}{A_1 67,6 A_2 4,8}$ J 0 Br 0 B 24;

přítok vody z intervalu 350—330 m.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 930—921 m; 896 až 889 m; 747—742 m; 645—630 m.

Bučovice-1

- 440,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 490,0 m menilitové vrstvy
- 591,5 m podmenilitové vrstvy
- 1027,0 m vápence — dolomity (givet—frasn)
- 1057,0 m tmavé jílovité vápence (givet—frasn)
- 1121,5 m krystalinikum — amfibolicko-biotitický granodiorit

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Z nezapaženého intervalu vrtu 1121—848,9 m silný přítok vody

M 5,5 Cl 2,5 $\frac{S_1 82,8 S_2 0}{A_1 8,2 A_2 9,0}$ J 4 Br 14 B 32; z intervalu 813—797 m slabý přítok vody

$$M \ 5,5 \ Cl \ 2,5 \ \frac{A_1 \ 12,0 \ A_2 \ 7,0}{S_1 \ 81,4 \ S_2 \ 0} \ J \ 4 \ Br \ 15 \ B \ 136$$

téměř nasycené metanovým plynem — $K_{nas} \ 0,72$. Z intervalu 627—606, 602—599 m slabý

$$\text{přítok vody} \quad M \ 5,3 \ Cl \ 2,1 \ \frac{S_1 \ 80,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 16,6 \ A_2 \ 3,0} \ J \ 9 \ Br \ 13 \ B \ 68$$

silně nasycené metanovým plynem. Z intervalů 388—383, 351,5—338 m; 316—307, 292,5 až 284, 269—263 m; 201—187,5 m přítoky vod o

$$M \ 1,7-2,2 \ Cl \ 0,02-0,2 \ \frac{S_1 \ 40,0-61,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 31,2-55,8 \ A_2 \ 4,2-7,8} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 39-120.$$

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky z intervalů 754—725,5 m; 555—551 m; 490—479, 476—471 m; 128—124 m.

Dražovice-2

- 144,0 m pelity lanzendorfské série (badenu)
- 175,0 m bazální klastika spodního badenu
- 232,5 m spodní karbon (kulmská facie) — tmavé břidlice (myslejovické souvrství)
- 730,0 m říčské vápence (hábská facie) — v intervalu 445,0—474,0 m kvarcity
- 785,0 m křtinské vápence (frasn—famen) — v intervalu 730,0—741,5 m kvarcity
- 1025,0 m vápence a dolomity (frasn)
- 1347,5 m vápence a dolomity (givet—frasn)
- 1380,5 m bazální klastika devonu
- 1500,0 m krystalinikum — diority

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Z nezapaženého intervalu 1500—1183 m a ze všech dalších zkoušených intervalů 1160 až 1146, 1093—1087, 1083—1062 m; 980—955 m; 738—719, 707—672 m; 514—485, 450—418 m; 271—233 m; 175—147 m mimo největší interval 175—147 m přítok vod chemismu

$$M \ 1,1-1,6 \ Cl \ 0,1-0,3 \ \frac{S_1 \ 26,2-49,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 20,8-59,0 \ A_2 \ 14,8-35,6} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0-52,8.$$

$$\text{Voda intervalu } 175-147 \text{ m:} \quad M \ 1,2 \ Cl \ 0,2 \ \frac{S_1 \ 54,6 \ S_2 \ 7,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 38,4} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 6,4.$$

Vody jsou slabě syceny dusíkovými plyny ($N_2 \ 59,12-92,45 \ %$).

Holešov-1

- 272,0 m podmenilitové vrstvy
- 728,0 m karpát
- 907,0 m vápence a dolomity devonu
- 924,0 m krystalinikum (diority)
- 995,0 m vápence a dolomity devonu
- 1050,0 m krystalinikum (diority)

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Zkoušené intervaly 1047—979 m; 945—925 m; 844—824 m; 785—766,5 m; 725—716,5 m jsou zvodněny vodami o

$$M \ 4,3-5,2 \ Cl \ 2,1-2,6 \ \frac{S_1 \ 84,8-91,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 5,4-9,8 \ A_2 \ 2,6-5,4} \ J \ 3-4 \ Br \ 12-21 \ B \ 33,6-52,0$$

značně nasycené metanovými plyny ($K_{nas} \ 0,24-0,39$).

S výsledkem „bez přítoku“ byly skončeny čerpací zkoušky intervalů 900—885 m; 269 až 250,5 m.

Hulín-1

- 186,0 m pleisto-pliocén
- 840,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 870,0 m podmenilitové vrstvy
- 1105,0 m oligomiocenní vrstvy pouzdřanské jednotky
- 1390,0 m karpát
- 1450,0 m krystalinikum -- metamorfity

Výsledky čerpacích zkoušek (tyčovým testerem):

Z nezapaženého intervalu vrtu 1450—1398,4 m přítok vody o

$$M \ 17,5 \ Cl \ 9,8 \ \frac{S_1 \ 80,6 \ S_2 \ 9,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,2} \ J \ 29 \ Br \ 86 \ B \ 108$$

zaplněné metanovým plynem, z intervalu 1422—1398,6 m přítok vody o

$$M \ 12,4 \ Cl \ 6,8 \ \frac{S_1 \ 91,4 \ S_2 \ 3,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 5,4} \ J \ 18 \ Br \ 46 \ B \ 176 \ \text{zaplněné metanovým plynem.}$$

Jarohněvice-1

- 800,0 m ždánická jednotka
- 1379,0 m karpát
- 1420,0 m krystalinikum (metamorfity)

Výsledky čerpacích zkoušek:

Z nezapaženého vrtu 1417—1384 m zkoušeného tyčovým testerem přítok vody proplyněné

metanovým plynem $M \ 6,9 \ Cl \ 3,7 \ \frac{S_1 \ 92,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,6 \ A_2 \ 5,8} \ J \ 11 \ Br \ 29 \ B \ 32.$

Pístováním byly zkoušeny další tři intervaly a byly vždy docíleny přítoky vod nevysocce syčených metanovým plynem. Voda intervalu 1385—1380 m má

$$M \ 7,5 \ Cl \ 4,2 \ \frac{S_1 \ 94,6 \ S_2 \ 1,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,4} \ J \ 14 \ Br \ 37 \ B \ 56,$$

intervalu 809—798 m $M \ 21,4 \ Cl \ 12,7 \ \frac{S_1 \ 89,0 \ S_2 \ 9,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,2} \ J \ 52 \ Br \ 123 \ B \ 28.$

Voda intervalu 535—531 m $M \ 16,5 \ Cl \ 9,5 \ \frac{S_1 \ 92,6 \ S_2 \ 4,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,8} \ J \ 23 \ Br \ 21 \ B \ 20.$

Jarošov-1

- 703,0 m spodní zlínské vrstvy (střední eocén)
- 917,0 m belovežské vrstvy (spodní eocén)
- 2700,0 m svrchní zlínské vrstvy (svrchní eocén—spodní oligocén)
- 2975,0 m spodní zlínské vrstvy (střední eocén)
- 3070,0 m belovežské vrstvy (spodní—střední eocén)
- 3604,0 m svrchní soláňské vrstvy (paleocén—spodní eocén)
- 5533,0 m spodní soláňské vrstvy (cenoman—maastricht)
- 5578,0 m spodní soláňské vrstvy (spodní flyšový komplex) (svrchní alb)

Výsledky čerpacích zkoušek:

Interval 5021,5—4600 m zkoušen testerem — bez přítoku. Interval 4595—4590, 4580 až 4575 m zkoušen testerem — slabý únik metanového plynu, přítok vody o

$$M \ 13,8 \ Cl \ 3,9 \ \frac{S_1 \ 64,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 30,6 \ A_2 \ 4,6} \ J \ 11 \ Br \ 16 \ B \ —,$$

proplyněného výplachu, ropy. Interval 4595—4590, 4580—4575, 4571—4545 m zkoušen testerem — přítok proplyněného výplachu s ropou. Interval 3445—3438 m zkoušen testerem — slabý únik metanového plynu s vysokým obsahem vyšších homologů metanu. Inter-

val 3320—3308, 3274—3264 m zkoušen testerem — přítok výplachu. Interval 3274—3264, 3251—3237, 3215—3208 m zkoušen testerem — přítok vody silně nasycené metanovým plynem s vysokým obsahem vyšších homologů metanu; chemismus vody

$$M 16,5 \text{ Cl } 7,3 \frac{S_1 81,2 \text{ S}_2 0}{A_1 16,2 \text{ A}_2 2,6} - J 11 \text{ Br } 17 \text{ B } - ,$$

Pokus opakován — přítok vody s výplachem o

$$M 14,6 \text{ Cl } 7,4 \frac{S_1 89,4 \text{ S}_2 0}{A_1 7,6 \text{ A}_2 2,8} - J 14 \text{ Br } 20 \text{ B } - .$$

Interval 3127—3073 m zkoušen testerem — přítok vody silně proplyněné metanovým plynem ($K_{nas} 0,94$) o

$$M 17,1 \text{ Cl } 7,2 \frac{S_1 79,0 \text{ S}_2 0}{A_1 17,4 \text{ A}_2 3,6} - J 14 \text{ Br } 16 \text{ B } - .$$

Interval 2954—2948, 2927—2923, 2919—2916, 2905—2897 m zkoušen testerem — přítok vody proplyněné metanovým plynem ($K_{nas} 0,60$). Stejný interval zkoušen těžebními trubkami s pakrem pístováním — přítok vody s metanovým plynem, tlak na ústí 0,45 MPa, chemismus vody

$$M 18,5 \text{ Cl } 8,2 \frac{S_1 84,8 \text{ S}_2 0}{A_1 13,4 \text{ A}_2 1,8} - J 16 \text{ Br } 31 \text{ B } - .$$

přechodně přetok. Interval 2640—2597 m zkoušen testerem — slabý únik metanového plynu s vysokým obsahem vyšších homologů metanu. Interval 2640—2597 m zkoušen těžebními trubkami s pakrem — slabý únik metanového plynu s vysokým obsahem vyšších homologů metanu, stopy ropy, tlak na ústí 0,38 MPa. Interval 2461—2456, 2426—2417, 2356 až 2349 m zkoušen těžebními trubkami pístováním — intervalový přetok vody s emulzí ropy a plynem; tlak na ústí mezikruží 1,8, na ústí těžebních trubek 0,6 MPa; kapacita

$$10\,160 \text{ m}^3/\text{d}; \text{ chemismus vody } M 35,4 \text{ Cl } 19,3 \frac{S_1 69,0 \text{ S}_2 27,8}{A_1 0 \text{ A}_2 3,2} - J 22,8 \text{ Br } 32,1 \text{ B } 108.$$

Interval 2356—2349 m zkoušen pístováním — slabý únik metanového plynu s mimořádně vysokými obsahy vyšších homologů metanu (CH_4 83,4; C_2H_6 6,4; C_3H_8 4,2; $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 1,1; $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 0,88; $n\text{-C}_5\text{H}_{12}$ 0,29; $i\text{-C}_5\text{H}_{12}$ 0,44), v technické vodě stopy ropy, tlak na ústí mezikruží 1,6, na ústí těžebních trubek 1,55 MPa. Interval 2157—2150 zkoušen pístováním — slabý přítok výplachu s pěnou ropy, slabý únik metanového plynu; tlak na ústí mezikruží 1,9, na ústí těžebních trubek 1,4 MPa. Interval 2134—2126 zkoušen pístováním — přítok vody se stopami ropy, slabý únik metanového plynu; tlak na ústí mezikruží 8,0, na ústí těžebních trubek 7,8 MPa. Po přestávce přetok ropy a pak plynu, po odpuštění plynu přítok vody s ropou přesycenou metanovým plynem ($K_{nas} 2,6$ —ca 9,4); tlak na ústí 0,8 MPa,

$$\text{kapacita } 680 \text{ m}^3/\text{d}, \text{ chemismus vody } M 14,3 \text{ Cl } 6,8 \frac{S_1 86,0 \text{ S}_2 0}{A_1 12,8 \text{ A}_2 1,2} - J 16,6 \text{ Br } 30 \text{ B } - .$$

Interval 2051—2044, 2038—2017 m zkoušen pístováním — přítok vody přesycené metanovým plynem ($K_{nas} 2,0$) se stopami ropy o

$$M 15,2 \text{ Cl } 7,8 \frac{S_1 90,2 \text{ S}_2 0}{A_1 8,6 \text{ A}_2 1,2} - J 19 \text{ Br } 29 \text{ B } - .$$

Interval 1785—1777, 1746—1723,5, 1714—1707 m zkoušen pístováním — přítok vody značně nasycené metanovým plynem s vysokým obsahem vyšším homologů metanu; chemismus

$$\text{vody } M 16,6 \text{ Cl } 9,2 \frac{S_1 95,4 \text{ S}_2 0}{A_1 4,2 \text{ A}_2 0,4} - J 27 \text{ Br } 51 \text{ B } 84.$$

Interval 1542—1535, 1505—1497 m zkoušen pístováním — přítok vody s výplachem beze stop ropy. Interval 1392—1386 m zkoušen pístováním — bez přítoku. Interval 936—927 m zkoušen pístováním — bez přítoku.

Ježov - 1

— 87,0 m panon

- 330,0 m svrchní sarmat
- 692,0 m střední (?) a spodní (?) sarmat
- 1650,0 m zlínské souvrství
- 1810,0 m belovežské vrstvy
- 1935,0 m svrchní soláňské vrstvy
- 3223,0 m spodní soláňské vrstvy
- 3897,0 m **čejčsko-zaječická série**
- 3404,0 m střední—svrchní eocén
- 2740,0 m střední—svrchní oligocén ?
- 3897,0 m paleocén

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Testerem prováděné čerpací zkoušky intervalů v hloubce 3450—1202 m poskytly přítoky ropy nebo metanového plynu: z intervalu 3450—3437, 3424—3414 m přítok ropy s plynem: kapacita 189 m³ plynu/d; těžba ropy 2,09 m³/d, z intervalů 3378—3366 m, 2979 až

2966 m $M 16,8 \frac{S_1 89,4 S_2 0}{A_1 7,4 A_2 3,2} - J 28 Br 37 B 37,$

2884—2874 m přítok vody s plynem,

z intervalu 2770—2760 přítok vody s ropou a plynem; kapacita 52,8 m³ plynu/d; voda o

$M 13,4 \frac{S_1 87,8 S_2 0}{A_1 9,6 A_2 2,6} - J 13 Br 21 B -,$

z intervalů 2530—2515, 2289—2272, 1212—1202 m přítok proplyněného výplachu. Přítok vody byl docílen při čerpacích zkouškách pístitváním z intervalů: 650—642 m — voda o

$M 5,3 \frac{S_1 73,4 S_2 0}{A_1 25,4 A_2 1,2} - J 8 Br 13 B -;$

577—568 m — voda o $M 2,5 \frac{S_1 48,2 S_2 0}{A_1 49,6 A_2 2,2} - J 2 Br 1 B -;$

208—183 m — voda o $M 2,4 \frac{S_1 69,2 S_2 0}{A_1 28,4 A_2 2,4} - J 4 Br 4 B -.$

„Bez přítoku“ skončila čerpací zkouška intervalu 1599—1584 m.

J e ž o v - 2

- 370,0 m panon
- 1700,0 m račanská jednotka — svrchní zlínské vrstvy
- 2015,0 m spodní komplex račanské jednotky, v intervalech 1884,0—1889,0 m valangin—barrem (hlucký typ), 1968,0—1972,0 m nejvyšší jura—berrias, sešupinatělá s ez
- 2148,0 m ždánická jednotka — podmenilitové vrstvy (e2)
- 2240,0 m autochtonní paleogén
- 2558,0 m jura—peliticko-karbonátový vývoj
2240,0—2515,0 m mikulovské slínovce
2515,0—2558,0 m nikolčické vrstvy
- 2775,0 m devon — bazální klastika (netypický vývoj)
- 2825,0 m krystalinikum — metamorfika, biotitické pararuly
- 3000,0 m krystalinikum — biotiticko-amfibolické křemenné diority

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (tyčovým testerem):

Interval 3000—2918 m (nezapažená část vrtu) — bez přítoku. Interval 2569—2511,3 m (nezapažená část vrtu) — přítok vody proplyněného metanovým plynem o

$M 27,9 \frac{S_1 93,0 S_2 3,0}{A_1 0 A_2 5,0} - J 115 Br 126 B 96.$

Interval 2810—2780 m — velmi slabý únik metanového plynu.

Kobeřice - 2

- 635,0 ždánicko-hustopečské vrstvy (eger)
- 638,0 m menilitové vrstvy (spodní oligocén)
- 1024,0 m podmenilitové vrstvy (střední až svrchní eocén)
- 1091,0 m spodní miocén (karpat ?)
- 1865,0 m karbon, kulmský vývoj (svrchní visé—namur A?)
- 1900,0 m devon, karbonáty (frasn)

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Produkce metanového plynu z intervalů 1065—1063, 1058—1053 m (kapacita 4864 m³/d); slabý až velmi slabý přítok vody zaplněné metanovým plynem při čerpacích zkouškách

z intervalů: 1880—1865 m — voda o $M 23,9 \frac{S_1 63,4 S_2 35,2}{A_1 0 A_2 1,4} J 20 Br 63 B 36,$

1789,5—1781 m — voda o $M 15,1 \frac{S_1 91,0 S_2 7,4}{A_1 0 A_2 1,6} J 11 Br 42 B 0,$

1084,5—1079,5 m — voda o $M 15,2 \frac{S_1 94,6 S_2 3,8}{A_1 0 A_2 1,6} J 23 Br 50 B 56.$

Silný přítok vody o $M 20,1 \frac{S_1 92,0 S_2 4,0}{A_1 0 A_2 4,0} J 27 Br 67 B 40$

syčené metanem z intervalu 1104—1094 m.

Kobyli - 1

- 702,0 m dějčsko-zaječická zóna
- 1444,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 1504,0 m menilitové vrstvy
- 2897,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 3113,0 m podmenilitové vrstvy
- 3131,0 m pouzdřanská jednotka (oligomiocén)
- 3135,0 m podmenilitové vrstvy
- 4351,0 m jura — peliticko-karbonátový vývoj, mikulovské slínovce

Výsledky čerpacích zkoušek (tyčovým testerem):

Přítoky ropy a metanového plynu s anomálně vysokým podílem vyšších homologů metanu (neměřitelné produkce) byly zjištěny při zkoušení intervalů 4351—4324 (nezapažená část vrtu), 4324—4273,4 (perlorovaná kolona); 3932—3916; 3459—3436,5; 3350—3346,5; 3342,5 až 3332,5; 3305—3290, 3212,5—3201; 3152,5—3138; 2779—2761 (pístování); 2753—2748, 2731,5 až 2727 m. Z intervalu 3129—3112,5 m přítok ložiskové vody o

$M 27,6 \frac{S_1 90,2 S_2 0}{A_1 4,0 A_2 5,8} J 143 Br 97 B —,$

s emulzí ropy a plynu; tlak na ústí 0,9 MPa, kapacita ca 100 m³/d.

Přítoky vod proplyněných metanovým plynem z intervalů 2320—2310 m — voda o

$M 6,5 \frac{S_1 85,8 S_2 0}{A_1 11,0 A_2 3,2} J 8 Br 9 B —,$

1992,5—1986 m — voda o $M 7,7 \frac{S_1 88,8 S_2 0}{A_1 9,2 A_2 2,0} J 11 Br 17 B —,$

Přítoky vod byly zjištěny dále z intervalů zkoušených pístováním: 1647—1637, 1634 až

1626 m — voda o $M 6,6 \frac{S_1 77,2 S_2 0}{A_1 18,4 A_2 4,4} J 9 Br 13 B —,$

1313—1304 m — voda o $M 5,2 \frac{S_1 73,2 S_2 0}{A_1 19,4 A_2 7,4} J 6 Br 6 B —,$

1093—1075 m — voda o	M 5,7	$\frac{S_1 \ 81,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 16,0 \ A_2 \ 2,6}$	J 9 Br 7 B —
1023—1017,5 m — voda o	M 5,7	$\frac{S_1 \ 84,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 13,6 \ A_2 \ 2,2}$	J 8 Br 7 B —

Voda byla proplyněna metanovým plynem; tlak na ústí 2,4 MPa.

S výsledkem „bez přítoku“ byla ukončena čerpací zkouška intervalu 2955—2930 m.

K o r y č a n y - 4

- 120,0 m svrchní soláňské vrstvy
- 1123,0 m spodní soláňské vrstvy
- 1484,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 1675,0 m menilitové vrstvy
- 1729,0 m podmenilitové vrstvy
- 1800,0 m krystalinikum

V ý s l e d k y č e r p a c í z k o u š k y (pístováním):

Z intervalu 1753—1733 m přítok metanového gazolinického plynu; tlak na ústí 13,0 MPa, kapacita 66 300 m³/d.

K o ž u š i c e - 1

- 1015,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 1028,0 m menilitové vrstvy (?)
- 1176,0 m podmenilitové vrstvy
- 1287,0 m karpát — ojediněle s polohami slepenců
- 1303,0 m krystalinikum — biotitický granodiorit

Interval nezapažené části vrtu 1303—1293,73 a perforované kolony 1293,73—1272,63 m

zkoušen pístováním — přítok vody o M 8,6 Cl 4,5 $\frac{S_1 \ 90,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 7,8 \ A_2 \ 1,6}$ J 6 Br 23 B 60

nevysoce nasycené metanovým plynem ($K_{nas} \ 0,29$).

Interval 1267—1256 m zkoušen pístováním — přítok vody o

M 12,4 Cl 6,3 $\frac{S_1 \ 88,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 9,0 \ A_2 \ 2,4}$ J 13 Br 40 B 30

značně nasycené ($K_{nas} \ 8,0$ /sloupec vody 800 m) metanovým plynem téměř bez obsahu vyšších homologů metanu. Interval 1233—1221 m zkoušen pístováním — přítok vody o

M 18,2 Cl 9,6 $\frac{S_1 \ 91,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,8 \ A_2 \ 3,6}$ J 20 Br 62 B 45

nasycené metanovým plynem ($K_{nas} \ 0,95$). Interval 1214,5—1209,5 m zkoušen pístováním

— přítok vody o M 18,6 Cl 9,9 $\frac{S_1 \ 91,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 5,0 \ A_2 \ 3,4}$ J 20 Br 63 B 48

nasycené metanovým plynem. Interval 1188—1181,5, 1178,5—1175 m zkoušen pístováním

— přítok vody o M 18,7 Cl 10 $\frac{S_1 \ 92,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,4 \ A_2 \ 3,6}$ J 24 Br 65 B 70

přesycené metanovým plynem ($K_{nas} \ 1,15$). Interval 916,5—901 m zkoušen pístováním — přítok vody. Interval 881—874, 870—863 m zkoušen pístováním — přítok vody.

K o ž u š i c e - 3

- 254,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 353,0 m podmenilitové vrstvy
- 838,0 m karpát
- 870,0 m krystalinikum — granodiority

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Přetok vody (nerepresentativního chemismu) s metanovým plynem (tlak na ústí 0,6 MPa) při zkoušení intervalu 324—319 m pístováním. Interval 848—838 m zkoušený pístováním

— slabý přítok vody o M 20,0 C_1 11,6 $\frac{S_1}{A_1} \frac{92,2}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{5,8}{2,0}$ — J 53 Br 85 B 20.

Interval 714—706 m zkoušený pístováním — přítok vody o

M 22,1 C_1 13,0 $\frac{S_1}{A_1} \frac{90,2}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{8,0}{1,8}$ — J 60 Br 96 B 28.

Interval 278,5—272,5 m zkoušený pístováním — slabý přítok vody o

M 21,7 C_1 12,9 $\frac{S_1}{A_1} \frac{88,0}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{10,4}{1,6}$ — J 29 Br 79 B —.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky testerem z nezapažené části vrtu — intervaly 860—846,5, 864—841,35 m.

K o ŷ u š i c e - 4

— 588,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy

— 607,0 m menilitové vrstvy

— 693,0 m podmenilitové vrstvy

— 960,0 m karpát

— 1032,0 m karpát — bazální klastika

— 1085,0 m krystalinikum

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Produkce metanového plynu z intervalu 949—942 m; tlak na ústí 8,2 MPa, kapacita 25 300 m³/d. Z intervalu 971—962 m přetok vody o

M 8,8 $\frac{S_1}{A_1} \frac{88,0}{9,0} \frac{S_2}{A_2} \frac{0}{3,0}$ — J 7 Br 22 B 56,

z intervalu 1042—1027 m slabý přítok vody o

M 6,7 $\frac{S_1}{A_1} \frac{95,6}{4,0} \frac{S_2}{A_2} \frac{0}{0,4}$ — J 7 Br 16 B —.

Vody jsou syčeny metanovým plynem.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalu 1010—998 m a 1047 až 1006,5 m (zkoušeno v průběhu vrtání testerem).

K r o m ě ř í ŷ - 1

— 65,0 m pliocén

— 1080,0 m karpát

— 1148,0 m krystalinikum

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Silný přítok vody proplyněné metanovým plynem z intervalů 531—525 m — voda o

M 14,8 $\frac{S_1}{A_1} \frac{89,8}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{5,0}{5,2}$ — J 38 Br 71 B 32:

tlak na ústí 2 MPa, kapacita max. 447 m³/d, 574—562,5 — voda o

M 9,3 $\frac{S_1}{A_1} \frac{92,4}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{4,2}{3,4}$ — J 19 Br 39 B 0,

1085—1075 m — voda o M 8,5 $\frac{S_1}{A_1} \frac{93,0}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{3,6}{3,4}$ — J 16 Br 35 B 0.

Přítok vody slabě proplyněné metanem o M 6,0 $\frac{S_1}{A_1} \frac{95,6}{0} \frac{S_2}{A_2} \frac{0,2}{4,2}$ — J 9 Br 18 B 0

v průběhu vrtání při zkoušce intervalu 1114—1092 m testerem.

L u b n á - 1

- 102,0 m svrchní soláňské vrstvy
- 220,0 m zlínské vrstvy okrajového synklinálního pásma
- 661,0 m spodní soláňské vrstvy
- 718,0 m svrchnokřídové vrstvy (frýdecký typ)
- 1043,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 1070,0 m podmenilitové vrstvy (střední—svrchní eocén)
- 1400,0 m oligomiocenní převážně jílovcové vrstvy s vložkami a polohami pevných a polozpevnělých pískovců (flyšový vývoj — pouzdřanská jednotka)
- 1450,0 m karpát
- 1560,0 m krystalinikum — růžová až červená žula (Český masív)

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Z intervalu 1559,5—1434,76 m přítok emulze ropy s metanovým plynem. Tlak na ústí těžebních trubek 7,5, na ústí mezikruží 11,0 MPa. Těžba ropy 59,5 m³/d. Voda o

$$M \ 13,6 \ Cl \ 7,7 \ \frac{S_1 \ 91,0 \ S_2 \ 4,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,6} \ J \ 5 \ Br \ 38 \ B \ 45.$$

L u b n á - 2

- 80,0 m svrchní soláňské vrstvy
- 350,0 m spodní soláňské vrstvy
- 426,0 m svrchní křída (maastricht)
- 972,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 1077,0 m podmenilitové vrstvy
- 1140,0 m svrchní křída tmavošedá (kampán—maastricht)
- 1439,0 m oligomiocenní vrstvy převážně jílovcové (pouzdranská jednotka)
- 1870,0 m karpát
- 1928,0 m krystalinikum — růžová až červená žula

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (přístováním):

Interval 1925—1856,43 m — přítok vody značně nasycené metanovým plynem ($K_{nas} \ 0,44$) o

$$M \ 13,1 \ Cl \ 7,6 \ \frac{S_1 \ 91,0 \ S_2 \ 6,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,8} \ J \ 4 \ Br \ 38 \ B \ 36.$$

Interval 1865—1858 m — přítok vody značně nasycené metanovým plynem ($K_{nas} \ 0,46$) o

$$M \ 14,2 \ Cl \ 8,1 \ \frac{S_1 \ 90,6 \ S_2 \ 6,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,0} \ J \ 4 \ Br \ 42 \ B \ 56.$$

Interval 1845—1840 m — přítok vody c M 15,1 Cl 8,3 $\frac{S_1 \ 94,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,6 \ A_2 \ 3,8}$ J 6 Br 36 B 56.

Interval 866,5—859 m — přítok vody slabě sycené metanovým plynem o

$$M \ 7,4 \ Cl \ 3,7 \ \frac{S_1 \ 89,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 8,6 \ A_2 \ 2,2} \ J \ 6 \ Br \ 13 \ B \ —.$$

Interval 844,5—838,5 m — přítok vody slabě sycené metanovým plynem o

$$M \ 5,6 \ Cl \ 2,8 \ \frac{S_1 \ 91,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 6,4 \ A_2 \ 2,6} \ J \ 6 \ Br \ 17 \ B \ 52.$$

Interval 751—742 m — přítok vody slabě sycené metanovým plynem o

$$M \ 9,5 \ Cl \ 4,8 \ \frac{S_1 \ 89,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 8,4 \ A_2 \ 2,4} \ J \ 6 \ Br \ 24 \ B \ —.$$

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 1835—1830; 1054,5 až 1042,5; 806—801 m.

L u b n á - 3

- 698,0 m spodní soláňské vrstvy
- 725,0 m belovežské vrstvy
- 924,0 m zlínské vrstvy okrajového synklinálního pásma
- 1145,0 m spodní soláňské vrstvy
- 1164,0 m belovežské vrstvy
- 1270,0 m spodní soláňské vrstvy
- 1340,0 m podmenilitové vrstvy se zavrásněným útržkem ždánicko-hustopečských vrstev
- 1520,0 m oligomiocenní vrstvy (pouzďfanská jednotka)
- 1580,0 m karpát
- 1658,0 m krystalinikum — růžová až masově červená žula

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Přítok vody nasycené metanovým plynem se stopami ropy (K_{nas} 7,0/sloupec vody 721 m) z intervalu 1402—1385 m — chemismus vody

$$M \ 23,0 \ Cl \ 11,1 \ \frac{S_1 \ 86,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 3,8 \ A_2 \ 10,2} \ J \ 28 \ Br \ 94 \ B \ 52.$$

Z nezapažené části vrtu a perforované kolony z intervalu 1658—1565,5 m přítok vody značně nasycené metanovým plynem (K_{nas} 0,5) o

$$M \ 12,5 \ Cl \ 6,9 \ \frac{S_1 \ 94,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0,8 \ A_2 \ 4,8} \ J \ 4 \ Br \ 29 \ B \ 40.$$

Z intervalu 1600—1565,5 m přítok vody značně nasycené metanovým plynem (K_{nas} 0,52) o

$$M \ 12,3 \ Cl \ 6,8 \ \frac{S_1 \ 94,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,0 \ A_2 \ 4,0} \ J \ 6 \ Br \ 28 \ B \ 41.$$

Z intervalu 1590—1579 m přítok vody o $M \ 11,3 \ Cl \ 6,4 \ \frac{S_1 \ 96,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,6 \ A_2 \ 0,8} \ J \ 5 \ Br \ 33 \ B \ 56,$

z intervalu 772,5—756 m přítok vody o $M \ 24,5 \ Cl \ 13,5 \ \frac{S_1 \ 94,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,0 \ A_2 \ 4,0} \ J \ 24 \ Br \ 87 \ B \ 52$

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky z intervalů 1490—1483,5; 1445 až 1435; 1315,5—1305; 886—870; 260—247,5 m.

L u b n á - 4

- 547,0 m spodní soláňské vrstvy
- 876,0 m pestré zelené a zelenošedé, rudohnědé jílovce — zdounecká nebo ždánická jednotka (?)
- 1550,0 m karpát
- 1628,0 m krystalinikum — silně rozpukané růžové žuly

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Produkce metanového plynu byla zjištěna z intervalů zkoušených těžebními trubkami s pakrem: 1018—1015 m — tlak na ústí 1,4—6,7 MPa — kapacita 16 000—30 000 m³/d; 992,5—989,5 m, 985—981 m — tlak na ústí 7,3 MPa — kapacita 9000 m³/d; 904—899,5 m — kapacita 50 m³/d. Změřená kapacita sondy při otevření všech produktivních intervalů činila 15 000 m³/d, tlak na ústí 6,6 MPa.

Interval nezapažené části vrtu+perforované kolony 1628—1550,42 m zkoušen pístováním

$$\text{— přítok vody o } M \ 44,3 \ Cl \ 27,1 \ \frac{S_1 \ 60,0 \ S_2 \ 40,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0} \ J \ 12 \ Br \ 110 \ B \ 124.$$

Voda je téměř nasycena (K_{nas} 0,82) metanovým hélionosným plynem (CH₄ 74,8, He 0,52 %) se zvýšeným obsahem dusíku (N₂ 23,1 %). Interval 1533,5—1527,5 m zkoušený těžebními

trubkami s pakrem — přítok vody o $M \ 46,9 \ Cl \ 28,5 \ \frac{S_1 \ 59,8 \ S_2 \ 40,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,2} \ J \ 14 \ Br \ 131 \ B \ 132;$

voda je téměř nasycena (K_{nas} 0,82) metanovým helionosným plynem (CH_4 76,0, He 0,38 %) se zvýšeným obsahem dusíku (N_2 20,7 %). Interval 1513,5—1506,5 m zkoušený těžebními trubkami a pakrem — přítok vody o

$$M \ 12,8 \ Cl \ 6,4 \ \frac{S_1 \ 89,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,4 \ A_2 \ 6,2} \text{---} J \ 27 \ Br \ 48 \ B \ 82.$$

Voda je nasycena metanovým helionosným plynem (CH_4 86,0, He 0,25 %) se zvýšeným obsahem dusíku (N_2 9,0 %). Vyhodnocený koeficient nasycení K_{nas} 1,5/sloupec vody 163 m.

M a r e f y - 1

- 336,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 370,0 m šitbořické vrstvy
- 375,0 m menilitové vrstvy
- 480,0 m podmenilitové vrstvy
- 1027,0 m lažánecké vápence — vápence a dolomity devonu
- 1035,0 m jílovité vápence devonu
- 1040,0 m bazální klastika devonu
- 1081,0 m krystalinikum — granodiority

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Interval nezapažené části vrtu 1081—1017,45 m zkoušený pístováním — přítok vody o

$$M \ 5,2 \ Cl \ 3,0 \ \frac{S_1 \ 96,8 \ S_2 \ 0,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,4} \text{---} J \ 4 \ Br \ 20 \ B \ 12,$$

voda téměř nasycena metanovým plynem (K_{nas} 0,9). Interval 890—849,87 m zkoušený tyčovým testerem — přítok vody o $M \ 4,0 \ Cl \ 1,5 \ \frac{S_1 \ 71,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 21,4 \ A_2 \ 7,2} \text{---} J \ 3 \ Br \ 6 \ B \ 16.$

Interval 875—856, 842—823 m zkoušený pístováním — přítok vody o

$$M \ 4,0 \ Cl \ 1,5 \ \frac{S_1 \ 73,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 29,6 \ A_2 \ 6,2} \text{---} J \ 3 \ Br \ 9 \ B \ \text{---}$$

Voda nevysoce nasycena metanovým plynem (K_{nas} 0,21). Interval 535—480 m zkoušený pístováním — přítok vody o $M \ 3,8 \ Cl \ 1,5 \ \frac{S_1 \ 72,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 17,6 \ A_2 \ 9,6} \text{---} J \ 3 \ Br \ 9 \ B \ 12.$

Voda téměř nasycena metanovým plynem (K_{nas} 1,6/sloupec vody 147 m). Interval 405 až 396 m zkoušený pístováním — přítok vody o

$$M \ 3,9 \ Cl \ 1,3 \ \frac{S_1 \ 66,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 31,8 \ A_2 \ 1,8} \text{---} J \ 4 \ Br \ 9 \ B \ \text{---}$$

M ě u ř í n - 1

- 49,0 m spodní baden — morav
- 403,0 m devon — vápence a dolomity (givet—sp. frasn?)
- 2100,0 m devon — bazální klastika (eifel—givet?)

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k :

Přítok vody s neměřitelným množstvím ropy při čerpacích zkouškách pístováním z intervalů

$$75\text{---}55 \text{ m --- voda o } M \ 1,5 \ \frac{S_1(Cl) \ 19,2 \ S_1(SO_4) \ 43,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,8 \ A_2 \ 32,8} \text{---} J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0,$$

z intervalu 115—90 m — voda o

$$M \ 3,1 \ \frac{S_1(Cl) \ 61,6 \ S_1(SO_4) \ 21,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 12,6 \ A_2 \ 4,8} \text{---} J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0,$$

z intervalu 135—125 m — voda o

$$M \ 2,0 \ \frac{S_1(Cl) \ 49,4 \ S_1(SO_4) \ 25,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 18,0 \ A_2 \ 6,8} \text{---} J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0.$$

Bez živičných příznaků skončeny výsledky čerpacích zkoušek z intervalů: 250—222 m —
 přítok vody o
$$M\ 1,8 \quad \frac{S_1(\text{Cl})\ 30,8 \quad S_1(\text{SO}_4)\ 26,0 \quad S_2\ 0}{A_1\ 8,8 \quad A_2\ 34,4} \quad J - Br - B - ,$$

 410—379,9 m (tester v průběhu vrtání) — slabý přítok vody o

$$M\ 4,1 \quad \frac{S_1(\text{Cl})\ 58,0 \quad S_1(\text{SO}_4)\ 11,0 \quad S_2\ 0}{A_1\ 30,2 \quad A_2\ 0,8} \quad J\ 3\ Br\ 3\ B\ 0,$$

 674—424,8 m — přítok vody o
$$M\ 3,8 \quad \frac{S_1\ 67,0 \quad S_2\ 0}{A_1\ 30,4 \quad A_2\ 2,6} \quad J\ 2\ Br\ 5\ B\ 0.$$

 Tyčovým testerem byl docílen přítok vody z intervalu 1400—1378,6 m (nezapaženo) o

$$M\ 19,9 \quad \frac{S_1\ 84,4 \quad S_2\ 10,8}{A_1\ 0 \quad A_2\ 4,8} \quad J\ 11\ Br\ 40\ B\ 0$$

 a z intervalu 1880,6—1817,7 m (nezapaženo) o
$$M\ 18,0 \quad \frac{S_1\ 84,2 \quad S_2\ 12,6}{A_1\ 0 \quad A_2\ 3,2} \quad J\ 9\ Br\ 34\ B\ 0.$$

 S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 222—197; 1325—1271 m (nezapažený interval); 2100—2061 m (nezapažený interval).

M o r k o v i c e - 1

- 191 m karpát (pískovce, slepence, jílovce — pestrý vývoj)
- 997 m karpát (šedé vápnité jílovce — slíny — s laminami pískovců)
- 1051 m krystalinikum — metamorfity

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Projev metanového plynu z počátku čerpací zkoušky s nástupem tlaku na ústí těžebních trubek 1,0 MPa a na ústí mezikruží byl zjištěn z intervalu 323,5—319,5 m. Po odpuštění plynu kolektor bez přítoku.

Přítok vody byl docílen z intervalu 822,5—811 m; chemismus vody

$$M\ 27,1 \quad \text{Cl}\ 15,7 \quad \frac{S_1\ 86,4 \quad S_2\ 11,0}{A_1\ 0 \quad A_2\ 2,6} \quad J\ 65 \quad Br\ 116 \quad B\ 52.$$

Voda byla téměř nasycena metanovým plynem se stopovým obsahem vyšších uhlovodíků ($K_{\text{nas}}\ 0,89$). Přítok vody byl docílen rovněž z intervalu 703—697, 692—684 m; chemismus

$$\text{vody} \quad M\ 21,1 \quad \text{Cl}\ 11 \quad \frac{S_1\ 92,0 \quad S_2\ 3,2}{A_1\ 0 \quad A_2\ 4,8} \quad J\ 65 \quad Br\ 116 \quad B\ 52.$$

Voda má zvýšené nasycení metanovým plynem téměř bez obsahu vyšších uhlovodíků. S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky z nezapažené části vrtu 1051 až 1024,4 m a z intervalu 1000—995 m.

N e s v a č i l k a - 1

- 202,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy
- 417,0 m eggenburg—ottnang (mikulčická série) — do hloubky 273 m žatčanské vrstvy
- 1589,5 m autochtonní paleogén na bázi s bloky devonských vápenců.

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

$$\text{Interval}\ 1562\text{—}1553 \text{ m — přítok vody o} \quad M\ 46,4 \quad \text{Cl}\ 28,1 \quad \frac{S_1\ 77,2 \quad S_2\ 22,4}{A_1\ 0 \quad A_2\ 0,4} \quad J\ 23 \quad Br - B\ 61.$$

$$\text{Interval}\ 1540\text{—}1535 \text{ m — přítok vody o} \quad M\ 46,2 \quad \text{Cl}\ 28,5 \quad \frac{S_1\ 78,0 \quad S_2\ 21,6}{A_1\ 0 \quad A_2\ 0,4} \quad J\ 24 \quad Br - B\ 93$$

Interval 1512—1505 m — přítok vody o

$$M\ 35,6 \quad \text{Cl}\ 21,4 \quad \frac{S_1\ 81,0 \quad S_2\ 18,2}{A_1\ 0 \quad A_2\ 0,8} \quad J\ 15 \quad Br - B\ 126.$$

Interval 1497—1495 m — slabý přítok vody. Interval 1487—1483 m — přítok vody o
 M 34,6 Cl 21,0 $\frac{S_1 \ 82,6 \ S_2 \ 16,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,8}$ J 15 Br — B 61.

Interval 1467—1462 m — přítok vody o M 37,6 Cl 22,7 $\frac{S_1 \ 85,2 \ S_2 \ 14,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,6}$ J 16 Br — B 58.

Interval 697—693 m — přítok vody o M 21,7 Cl 11,6 $\frac{S_1 \ 94,4 \ S_2 \ 1,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,6}$ J 19 Br — B —.

Interval 608—604 m — přítok vody o M 15,2 Cl 8,5 $\frac{S_1 \ 93,0 \ S_2 \ 2,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,4}$ J 14 Br — B 24.

Interval 580—576 m — bez přítoku. Interval 410—405 m — přítok vody o
 M 3,6 Cl 1,5 $\frac{S_1 \ 87,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 8,6 \ A_2 \ 4,4}$ J 3 Br — B stopy.

Interval 360—357 m — přítok vody o M 5,6 Cl 2,5 $\frac{S_1 \ 81,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 11,8 \ A_2 \ 7,2}$ J 4 Br — B stopy

Interval 240—230 m — přítok vody o M 13,4 Cl 7,0 $\frac{S_1 \ 87,6 \ S_2 \ 6,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 5,6}$ J 24 Br — B 20.

Vody z intervalů 1562—1553; 1540—1535; 1512—1505; 1487—1483 m vykazují zvýšené nasycení metanovým plynem téměř bez obsahu vyšších uhlovodíků (K_{nas} až 0,61). Stupeň nasycení zbývajících vod metanovým plynem nebyl zjištěn.

Nesvačilka-3

- 337,0 m eggenburg—ottnang (mikulčická série)
- 1380,0 m autochtonní paleogén
- 2230,0 m spodní karbon — kulm (myslejovické souvrství)
- 24839, m spodní karbon — říčské vápence

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Interval nezapažené části vrtu 2483,5—1556,4 m — přítok vody o
 M 35,9 Cl 22,0 $\frac{S_1 \ 77,4 \ S_2 \ 22,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,2}$ J 13 Br 140 B 31.

Interval 1405—1398, 1390,5—1382,5 m — bez přítoku. Interval 1315—1308,5, 1304—1299 m — přítok vody o M 6,9 Cl 3,9 $\frac{S_1 \ 68,0 \ S_2 \ 27,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,2}$ J 0 Br 16 B 48.

Interval 1261—1255, 1250—1247 m — bez přítoku. Interval 1257—1249 m — přítok vody o
 M 5,5 Cl 3,0 $\frac{S_1 \ 75,2 \ S_2 \ 20,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,6}$ J 0 Br 8 B 0.

Interval 1120—1111 m — přítok vody o M 1,1 Cl 0,1 $\frac{S_1 \ 53,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 37,0 \ A_2 \ 9,4}$ J 0 Br 0 B 8.

Interval 1076—1067,5 m — přítok vody o M 1,3 Cl 0,1 $\frac{S_1 \ 47,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 43,4 \ A_2 \ 9,6}$ J 0 Br 0 B —.

Interval 955—949 m — bez přítoku.

Interval 956,5—951 m — přítok vody o M 1,6 Cl 0,1 $\frac{S_1 \ 34,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 57,4 \ A_2 \ 8,2}$ J 0 Br 0 B —.

Interval 819—809 m — přítok vody o M 2,5 Cl 0,6 $\frac{S_1 \ 50,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 44,2 \ A_2 \ 5,6}$ J 0 Br 0 B —.

Interval 682,5—678,5 m — přítok vody o M 12,6 Cl 7,2 $\frac{S_1 \ 91,6 \ S_2 \ 3,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,8}$ J 5 Br 32 B 28.

Interval 143,5—139,5 m — přítok vody o

$$M \ 2,9 \ Cl \ 0,8 \quad \frac{S_1 \ 56,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 35,0 \ A_2 \ 8,2} \quad J \ stopy \ Br \ 0 \ B \ 30.$$

Vody všech zkoušených intervalů jsou nevysoce syceny metanovým plynem téměř bez obsahu vyšších uhlovodíků.

N ě m ě i ě k y - 1

- 2010,0 m Zdánicko-hustopečské souvrství
- 2041,0 m menilitové vrstvy
- 2140,0 m podmenilitové souvrství se zavrásněným egerem
- 2212,0 m pouzdřanská jednotka se šupinami pouzdřanských a boudeckých vrstev
- 4185,0 m jura — peliticko-karbonátový vývoj
 - 2231,0 m kobylské vápence a dolomity
 - 2630,0 m kurdějovské vápence a dolomity
 - 4185,0 m mikulovské slínovce
- 4789,0 m svrchní karbon (namur A) — přesmyk v hl. 4400,0 m
- 4830,0 m spodní karbon (visé G_o — V_{3c})
- 4864,0 m spodní miocén (turné Tn 2b-c)
- 5003,0 m svrchní devon (svrchní frasn)
- 5048,0 m spodní karbon (turné Tn 3a-b)

V ý s l e d k y ě r p a c í c h z k o u š e k (tyčovým testerem):

Přítok metanového plynu z intervalů 5026—4997 (nezapažená část) — tlak na ústí 32,7 MPa; 4870—4827, 4785—4776, 4750—4743, 4740—4730, 4640—4627, 4622—4610 m. Z intervalu 2177—2189 m přítok ropy s plynem; tlak na ústí mezikruží až 8,2 MPa, na ústí těžebních trubek 3,1 MPa. Ložisková voda má

$$M \ 45,9 \quad \frac{S_1 \ 91,0 \ S_2 \ 6,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,2} \quad J \ 9 \ Br \ 7 \ B \ \text{—}.$$

Chemismus vrstevních vod silně proplyněných metanovým plynem je znám z intervalů

$$5026\text{—}4997 \ m \quad M \ 21,8 \quad \frac{S_1 \ 80,4 \ S_2 \ 16,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,6} \quad J \ 24 \ Br \ 51 \ B \ 68.$$

$$4785\text{—}4730, \ 4640\text{—}4610 \ m \quad M \ 59,3 \quad \frac{S_1 \ 95,4 \ S_2 \ 2,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,4} \quad J \ 13 \ Br \ 16 \ B \ \text{—},$$

$$4575\text{—}4525 \ m \quad M \ 53,1 \quad \frac{S_1 \ 96 \ S_2 \ 1}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3} \quad J \ 25 \ Br \ 29 \ B \ \text{—},$$

$$4115\text{—}4102 \ m \quad M \ 50 \quad \frac{S_1 \ 95,6 \ S_2 \ 2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,4} \quad J \ 46 \ Br \ 45 \ B \ \text{—}.$$

Stupeň proplynění vrstevních vod i chemismus rozpuštěných plynů není prokázán z inter-

$$\text{valů: } 2344\text{—}2331 \ m \quad M \ 37,9 \quad \frac{S_1 \ 97,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,4 \ A_2 \ 0,2} \quad J \ 18 \ Br \ 9 \ B \ \text{—};$$

$$2316\text{—}2307 \ m \quad M \ 30,4 \quad \frac{S_1 \ 96,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1 \ A_2 \ 2,4} \quad J \ 17,2 \ Br \ 10 \ B \ \text{—};$$

$$2298\text{—}2291 \ m \quad M \ 55,1 \quad \frac{S_1 \ 97,8 \ S_2 \ 0,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,8} \quad J \ 13 \ Br \ 8 \ B \ \text{—};$$

$$2267\text{—}2255 \ m \quad M \ 44,9 \quad \frac{S_1 \ 93,2 \ S_2 \ 3,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,4} \quad J \ 29 \ Br \ 9 \ B \ \text{—}.$$

N í t k o v i c e - 2

- 86,0 m karpat (pestrý vývoj se štěrky)

- 310,0 m karpát
- 849,0 m karpát (pelitický vývoj) — spodní šupina
- 880,0 m vápence, pískovce a slepence famen (hábská facie)
- 1590,0 m organodetritické a hlíznaté vápence (frasn — s polohami diabasových porfyritů)
- 1745,0 m vápence, dolomity a křemence devonu (frasn—givet)
- 1766,0 m bazální klastika devonu
- 1833,0 m krystalinikum — růžový granodiorit

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Produkce metanového plynu bez obsahu vyšších uhlovodíků z intervalů 1016—1000; 953 až 938; 863—849 m, tlak na ústí 5,8 MPa; kapacita 97 000 m³/d, po kyselinování 297 000 m³/d;

ložisková voda má M 16,8 Cl 8,9 $\frac{S_1 \ 88,0 \ S_2 \ 4,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 8,0}$ J 53 Br 87 B 53.

Přítok vody z intervalů 1833—1351 m (nezapažená část vrtu) — chemismus vody

M 6,4 Cl 3,5 $\frac{S_1 \ 91,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,4 \ A_2 \ 7,2}$ J 4 Br 20 B 26;

interval 1472—1351 m (nezapažená část vrtu) — chemismus vody

M 5,7 Cl 2,4 $\frac{S_1 \ 77,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 18,4 \ A_2 \ 4,0}$ J 3 Br 10 B 0.

Interval 1343—1200 m — přítok vody o M 4,5 Cl 2,0 $\frac{S_1 \ 81,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 12,6 \ A_2 \ 6,4}$ J 5 Br 14 B 28.

Vody všech uvedených tří intervalů jsou nevysoce syceny metanovým plynem bez obsahu vyšších uhlovodíků (K_{nas} pod 0,28), zvýšený obsah hélia 0,289 % byl zjištěn ve vodě intervalu 1833—1351 m.

Nítkovice-5

- 34,0 m karpát — pestrý vývoj
- 845,0 m karpát
- 860,0 m devon

Výsledek čerpací zkoušky (pístováním):

Interval 854—849 m — slabý přítok metanového plynu se zvýšeným obsahem hélia 0,154 %

s vodou o M 5,2 Cl 2,5 $\frac{S_1 \ 84,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,0 \ A_2 \ 15,0}$ J 6 Br 15 B 0.

Tlak na ústí 5,1 MPa. Kapacita nezměřitelná.

Osvětimany-1

- 1410,0 m spodní zlínské vrstvy
- 1545,0 m belovežské vrstvy
- 1660,0 m svrchní solánské vrstvy
- 2520,0 m spodní solánské vrstvy — v intervalu 2265,0—2287,0 m s úrzkou jury a zdounecké jednotky
- 2820,0 m krystalinikum — žula

Výsledek čerpací zkoušky:

Interval 2553—2511 (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — slabý únik metanového plynu s vysokým obsahem vyšších uhlovodíků (CH_4 85,75; C_2 5,8; C_3 2,0; $n-C_4$ 0,55; $i-C_4$ 0,45; $n-C_5+i-C_5$ 0,25; CO_2 0,6; N_2 4,6). Interval 2589—2536 m (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — proplyněný výplach metanovým plynem stejného chemismu. Interval 2644—2583,74 (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — bez přítoku. Interval 2668—2635,37 (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — přítok výplachu s metanovým plynem a stopami ropy; obsah vyšších uhlovodíků (CH_4 87,5;

C₂ 3,5; C₃ 0,5; n-C₄ 0,05; i-C₄ 0,05; n-C₅ stopy; i-C₅ stopy; CO₂ 0,1; N₂ 8,3). Interval 2715—2663,5 m (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — výplach slabě proplyněný metanovým plynem. Interval 2775—2715 m (nezapažená část vrtu) zkoušen tyčovým testerem — bez přítoku. Interval 2820—2518 m (nezapažená část vrtu) zkoušen těžebními trubkami a pakrem — přítok proplyněné vody metanovým plynem se stopami ropy (CH₄ 89,0; C₂ 3,80; C₃ 0,27; n-C₄ 0,049; i-C₄ 0,02; n-C₅ 0,013; i-C₅ 0,012; CO₂ 2,70; N₂ 2,8). Interval 2035—2029 m zkoušen pístováním — přítok vody s výplachem — chemismus vody

$$M \ 8,7 \ Cl \ 3,4 \ \frac{S_1 \ 74,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 25,2 \ A_2 \ 0} \ - \ J \ 7 \ Br \ 10 \ B \ -.$$

Voda přesycena metanovým plynem s obsahem vyšších uhlovodíků (CH₄ 97,0; C₂ 1,3; C₃ 0,33; n-C₄ 0,125; i-C₄ 0,075; n-C₅ 0,037; i-C₅ 0,031; C₆ 0,11; CO₂ 0,19; N₂ 1,0). Interval 1678—1674 m zkoušen těžebními trubkami a pakrem — přetok vody, slabý únik metanového plynu, tlak na ústí 0,5 MPa, chemismus vody

$$M \ 4,9 \ Cl \ 1,5 \ \frac{S_1 \ 61,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 37,2 \ A_2 \ 1,4} \ - \ J \ 3 \ Br \ 7 \ B \ -.$$

Interval 1650—1640 m zkoušen těžebními trubkami a pakrem — přetok vody, slabý únik plynu, tlak na ústí 0,44 MPa, chemismus vody

$$M \ 6,3 \ Cl \ 2,5 \ \frac{S_1 \ 74,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 24,2 \ A_2 \ 1,4} \ - \ J \ 3 \ Br \ 6 \ B \ -.$$

Interval 1600—1590 m zkoušen tyčovým testerem — slabý přítok výplachové vody.

Interval 1565—1555 m zkoušen tyčovým testerem — přetok vody slabě sycené metanovým plynem (K_{nas} 0,15), chemismus vody

$$M \ 9,2 \ Cl \ 3,2 \ \frac{S_1 \ 88,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 11,4 \ A_2 \ 0,4} \ - \ J \ 3 \ Br \ 3 \ B \ -.$$

Interval 1420—1410 m zkoušen testerem — přítok vody slabě sycené metanovým plynem (K_{nas} 0,14) bez obsahu vyšších uhlovodíků; chemismus vody

$$M \ 6,2 \ Cl \ 2,7 \ \frac{S_1 \ 81,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 18,0 \ A_2 \ 1,0} \ - \ J \ 3 \ Br \ 2 \ B \ -.$$

Interval 1380—1375 m zkoušen tyčovým testerem — přetok vody slabě sycené metanovým plynem bez obsahu vyšších uhlovodíků, s obsahem hélia 0,123 %; tlak na ústí 0,25 MPa;

chemismus vody

$$M \ 3,0 \ Cl \ 0,7 \ \frac{S_1 \ 52,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 46,6 \ A_2 \ 2,4} \ - \ J \ 2 \ Br \ 3 \ B \ -.$$

Interval 1335—1320 m zkoušen tyčovým testerem — přetok vody slabě sycené metanovým plynem bez obsahu vyšších uhlovodíků, s obsahem hélia 0,132 %; tlak na ústí 0,28 MPa;

chemismus vody

$$M \ 4,8 \ Cl \ 2,0 \ \frac{S_1 \ 78,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 20,2 \ A_2 \ 1,4} \ - \ J \ 1 \ Br \ 3 \ B \ -.$$

Interval 1150—1136 m zkoušen tyčovým testerem — přetok vody sycené metanovým plynem; tlak na ústí 0,20 MPa; chemismus vody

$$M \ 6,1 \ Cl \ 0,9 \ \frac{S_1 \ 30,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 67,4 \ A_2 \ 2,4} \ - \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ -.$$

Interval 1121—1114 m zkoušen tyčovým testerem — přetok vody s výplachem značně nasycené metanovým plynem (K_{nas} 0,44); tlak na ústí 0,22 MPa; chemismus vody

$$M \ 8,0 \ Cl \ 3,4 \ \frac{S_1 \ 78,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 20,6 \ A_2 \ 1,4} \ - \ J \ 2 \ Br \ 2 \ B \ -.$$

Interval 959—950 m zkoušen tyčovým testerem — přítok vody téměř nasycené metanovým plynem s obsahem hélia 0,118 %. Interval 959—950 m zkoušen těžebními trubkami a pakrem — po kyselinování opět přítok zplyněné vody.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 2280—2273,5; 2286 až 2273; 2080—2070; 2035—2029 m.

R a t a j e - 1

- 385,0 m karpát (pestrý vývoj)
- 610,0 m karpát — převážně pelity
- 748,0 m eggenburg—ottnang
- 1326,0 m karpát — převážně pelity
- 1508,0 m vápence — dolomity — devon (givet)
- 1523,0 m bazální klastické souvrství — devon (givet)
- 1679,0 m krystalinikum (metamorfity)

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Interval 1679—1517,04 m (nezapažená část vrtnu a perforovaná kolona) — přítok vody o

$$M \ 5,3 \ Cl \ 2,9 \ \frac{S_1 \ 94,4 \ S_2 \ 0,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 5,4} \ J \ 8 \ Br \ 23 \ B \ 80;$$

voda slabě sycena metanovým plynem s obsahem hélia 0,11 %. Interval 1481—1468 m — přítok vody o

$$M \ 4,8 \ Cl \ 2,6 \ \frac{S_1 \ 93,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0,2 \ A_2 \ 6,0} \ J \ 6 \ Br \ 18 \ B \ 36;$$

voda slabě sycena metanovým plynem. Interval 1439,5—1427,5; 1414—1404,5 m — přítok

vody o

$$M \ 3,3 \ Cl \ 1,7 \ \frac{S_1 \ 92,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 7,2} \ J \ 3 \ Br \ 11 \ B \ 56.$$

Interval 1385—1366 m — přítok vody o chemismu

$$M \ 2,7 \ Cl \ 1,4 \ \frac{S_1 \ 90,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 5,4 \ A_2 \ 4,2} \ J \ 1 \ Br \ 7 \ B \ 0;$$

voda slabě sycena metanovým plynem. Interval 1314—1311 m — přítok vody o

$$M \ 3,7 \ Cl \ 1,4 \ \frac{S_1 \ 73,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 23,6 \ A_2 \ 2,6} \ J \ 3 \ Br \ 11 \ B \ 18;$$

voda slabě sycena metanovým plynem. Interval 1309—1306 m — přítok vody. Interval

590—582,5 m — přítok vody o

$$M \ 9,6 \ Cl \ 5,1 \ \frac{S_1 \ 92,2 \ S_2 \ 4,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,4} \ J \ 22 \ Br \ 44 \ B \ 12;$$

voda slabě sycena metanovým plynem.

R a t a j e - 2

- 422,0 m karpát v pestrém vývoji (s přeplavenou mikrofaunou)
- 780,0 m svrchní šupina karpátů
- 1222,0 m karpát
- 1900,0 m paleozoikum (vápence, dolomity, rohovec)

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Interval 1900—1587,34 m (nezapažená část vrtnu) — přítok vody o

$$M \ 2,0 \ Cl \ 0,9 \ \frac{S_1 \ 88,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 7,6 \ A_2 \ 4,2} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0;$$

voda slabě sycena dusíkovo-metanovým plynem (N₂ 66,36; CH₄ 33,64). Interval 1565 až

1558 m — přítok vody o

$$M \ 1,9 \ Cl \ 0,7 \ \frac{S_1 \ 82,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 9,2 \ A_2 \ 8,8} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0;$$

voda slabě sycena dusíkovo-metanovým plynem (N₂ 65,0; CH₄ 32,0). Interval 1500—1494 m — bez přítoku. Interval 1333—1328 m — přítok vody o

$$M \ 2,2 \ Cl \ 1,0 \ \frac{S_1 \ 82,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,4 \ A_2 \ 16,2} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ \text{stopy};$$

voda slabě sycena metanovo-dusíkovým plynem (CH₄ 55,2; N₂ 42,92). Interval 1230—1220 m

— slabý přítok vody o

$$M \ 5,0 \ Cl \ 2,6 \ \frac{S_1 \ 93,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,8 \ A_2 \ 2,2} \ J \ 17 \ Br \ 24 \ B \ \text{—}.$$

Interval 558—551 m — slabý přítok vody o

$$M \ 2,8 \ Cl \ 0,9 \ \frac{S_1 \ 67,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 9,2 \ A_2 \ 23,6} \text{---} J \ 6 \ Br \ 7 \ B \ stopy.$$

Interval 488—484 m — slabý přítok vody o

$$M \ 2,8 \ Cl \ 1,0 \ \frac{S_1 \ 72,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 23,2 \ A_2 \ 4,2} \text{---} J \ 6 \ Br \ 7 \ B \ 8.$$

Interval 425—412 m — přítok vody o

$$M \ 2,4 \ Cl \ 0,6 \ \frac{S_1 \ 59,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 38,6 \ A_2 \ 1,8} \text{---} J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0.$$

R o š t í n - 1

— 483,0 m svrchní oddíl zdounecké jednotky

— 634,0 m spodní oddíl zdounecké jednotky

— 728,0 m podmenilitové vrstvy se zavrásněnými útržky ždánicko-hustopečských, příp. i svrchnokřídových vrstev

— 796,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy

— 824,0 m podmenilitové vrstvy

— 1506,0 m karpát

— 1550,0 m krystalinikum — biotitický granodiorit

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Interval 1461—1453 m — přítok vody o

$$M \ 9,5 \ Cl \ 5,1 \ \frac{S_1 \ 93,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0,6 \ A_2 \ 6,4} \text{---} J \ 13 \ Br \ 38 \ B \ 96;$$

voda slabě syčena metanovým plynem. Interval 1412—1405 m — přítok vody o

$$M \ 11,4 \ Cl \ 6,0 \ \frac{S_1 \ 92,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,0 \ A_2 \ 6,0} \text{---} J \ 18 \ Br \ 46 \ B \ 80;$$

voda slabě syčena metanovým plynem. Interval 967—957 m — přítok vody o

$$M \ 18,6 \ Cl \ 10,6 \ \frac{S_1 \ 18,4 \ S_2 \ 0,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,0} \text{---} J \ 54 \ Br \ 105 \ B \ 38;$$

voda slabě syčena metanovým plynem. Interval 733—728; 721,5—715 m — přítok vody o

$$M \ 31,0 \ Cl \ 18,8 \ \frac{S_1 \ 85,0 \ S_2 \ 14,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,4} \text{---} J \ 38 \ Br \ 123 \ B \ 21;$$

voda slabě syčena metanovým plynem.

s výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 1550—1541,89 (nezapažená část vrtu) a 1511—1506 m.

R o u s í n o v - 1

— 665,0 m spodní baden (jílovce)

— 785,0 m karpát (jílovce, na bázi pískovce a slepence)

— 1003,0 m paleozoikum (břidlice) — myslějovické souvrství — svrchní visé

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Interval 1003—794 m (nezapažená část vrtu a perforovaná kolona) — přítok vody o

$$M \ 5,9 \ Cl \ 3,3 \ \frac{S_1 \ 94,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,4 \ A_2 \ 3,0} \text{---} J \ 6 \ Br \ 19 \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 752—735 m — přítok vody o

$$M \ 1,8 \ Cl \ 0,2 \ \frac{S_1 \ 33,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 62,4 \ A_2 \ 4,4} \text{---} J \ stopy \ Br \ stopy \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 728—703 m — přítok vody o

$$M \ 2,4 \ Cl \ 0,3 \ \frac{S_1 \ 30,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 66,2 \ A_2 \ 3,0} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 17$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 663—650 m — přítok vody o

$$M \ 2,8 \ Cl \ 0,4 \ \frac{S_1 \ 30,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 65,6 \ A_2 \ 4,2} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 329—324 m — přítok vody o

$$M \ 2,1 \ Cl \ 0,1 \ \frac{S_1 \ 7,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 86,4 \ A_2 \ 6,0} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0$$

s rozpuštěným dusíkovo-metanovým plynem.

Slavkov-2

— 49,0 m karpat

— 265,0 m organodetritické a šedé kalové až velmi jemnozrné vápence (frasn—tournai)

— 1249,0 m vápence a dolomity (givet—frasn)

— 1273,0 m jílovité tmavé vápence (givet)

— 1320,4 m bazální klastické souvrství devonu (givet—eifel?)

— 1400,2 m krystalinikum — amfibolicko-biotitický granodiorit

Výsledky čerpacích zkoušek:

Interval 1340—1320 m zkoušen pístováním — přítok vody o

$$M \ 2,9 \ Cl \ 1,0 \ \frac{S_1 \ 66,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 23,4 \ A_2 \ 8,4} \ J \ 4 \ Br \ 3 \ B \ 42$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 1305—1291 m zkoušen pístováním — přítok vody, metanový plyn v mezikruží; tlak na ústí 0,29 MPa; voda o

$$M \ 2,9 \ Cl \ 1,0 \ \frac{S_1 \ 67,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 22,2 \ A_2 \ 8,2} \ J \ 3 \ Br \ 4 \ B \ 34.$$

Interval 1224—1053 m (nezapažená část vrtu) zkoušen testerem — přítok vody o

$$M \ 1,1 \ Cl \ 0,3 \ \frac{S_1 \ 59,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 7,4 \ A_2 \ 33,2} \ J \ 0 \ Br \ 1 \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 1046—1027 m zkoušen testerem — přítok vody o

$$M \ 0,8 \ Cl \ 0,2 \ \frac{S_1 \ 75,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 4,2 \ A_2 \ 20,2} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 969,4—913 m zkoušen pístováním — přítok vody o

$$M \ 1,6 \ Cl \ 0,6 \ \frac{S_1 \ 64,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 22,2 \ A_2 \ 13,6} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 6$$

s rozpuštěným metanovým plynem. Interval 910—843 m zkoušen pístováním — přítok

vody o

$$M \ 1,7 \ Cl \ 0,7 \ \frac{S_1 \ 73,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 20,2 \ A_2 \ 6,2} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 11$$

s rozpuštěným metanovo-dusíkovým plynem. Interval 300—50 m zkoušen pístováním —

přítok vody o

$$M \ 1,6 \ Cl \ 0,6 \ \frac{S_1 \ 76,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 17,2 \ A_2 \ 6,4} \ J \ 0 \ Br \ 0 \ B \ 0$$

s rozpuštěným metanovým plynem.

Stupava-1

— 205,0 m belovežské vrstvy

— 365,0 m svrchní soláňské vrstvy

— 1245,0 m spodní soláňské vrstvy

— 1820,5 m svrchní soláňské vrstvy

— 1969,0 m spodní soláňské vrstvy

- 2065,0 m spodní oddíl zdounecké jednotky — spodní křída — alb
- 2156,6 m spodní oddíl zdounecké jednotky — střední eocén
- 2431,0 m karpát
- 2500,0 m krystalinikum (biotitická žula)

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k :

Z nezapažené části vrtu 2500—2425 m zkoušeného pístováním byl docílen přítok repre-

zentativní vrstevní vody o $M \ 32,8 \ Cl \ 19,1 \ \frac{S_1 \ 98,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0,6 \ A_2 \ 0,8} \ J \ 37 \ Br \ 117 \ B \ 56$

s rozpuštěným metanovým plynem.

Slabé přítoky vod chlorido-sodného typu byly zjištěny čerpacími zkouškami prováděnými straddle testem z intervalů karpát 2416—2400; 2318,5—2310,5; 2283—2273,5; 2240 až 2226; 2205—2190; 2175—2171; 2166—2156 m a z intervalů spodních soláňských vrstev 1675,5—1663; 986—975; 660—650 m. Rozpuštěné plyny ve vodách jsou metanového typu. Ve vodě intervalu 2283—2273,5 m byl zjištěn obsah sirovodíku 173,8 mg/l, ve vodě intervalu 2240—2226 m obsah sirovodíku 109,0 mg/l.

Zvýšené proplynění bylo zjištěno v posledních čtyřech zkoušených intervalech karpát. Poznámka: Při straddle testech přítok vod byl doprovázen přítokem filtrátu výplachu. Reprezentativní chemismus vod není znám. Podle nepřesných údajů obsahu halogenidů vody karpát dosahují mineralizace ca 15—20 g/l, bromidů ca 50 mg/l, vody spodních soláňských vrstev dosahují mineralizace ca 6 g/l, obsah jodidů ca 2,5 mg/l, bromidů 0.

S t u p a v a - 3

- 578,0 m svrchní soláňské vrstvy
- 1855,0 m spodní soláňské vrstvy
- 2059,0 m zdounecká jednotka
- 2231 0 m podmenilitové vrstvy ždánické jednotky
- 2236,0 m tektonický útržek oligocénu
- 2298,0 m krystalinikum

V ý s l e d k y č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Produkce metanového plynu z intervalu 1691—1687, 1685,5—1682, 1678—1674,5 m; tlak na ústí 10,6 MPa, kapacita 42 453 m³/d. Slabý přítok metanového plynu při zkoušení intervalů 1705—1701 a 1906—1902. Tlaky na ústí ca 1 MPa.

Přítok metanového plynu a stopy ropy z intervalu 1728—1675,7 m zkoušeného testerem v průběhu vrtání.

Z intervalu 2267—2255, 2245—2238 m došlo k velmi slabému přítoku vody o

$M \ 6,9 \ \frac{S_1 \ 91,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 5,8 \ A_2 \ 3,0} \ J \ 14 \ Br \ 20 \ B \ 168;$ voda byla sycena metanovým plynem.

S výsledkem „bez přítoku“ byla ukončena čerpací zkouška intervalu 1995—1980 m.

S v á b e n i c e - 1

- 215,0 m spodní baden a karpát
- 597,0 m spodní karbon — kulmský vývoj — myslejovické souvrství (svrchní visé)
- 2397,0 m spodní karbon — devon — vápence — dolomity
- 2460,0 m krystalinikum — metamorfity

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Ze zkoušených intervalů 2460—2407,2 (nezapažená část vrtu); 2376—2369; 2293—2282; 2263—2245; 2173—2153; 2070—2055; 1930—1914; 1648,5—1635; 1265—1250; 607—597 m přítok vod slabě až středně mineralizovaných (1,5—6,1 g/l), chloridosodných (S₁ 50,0—76,6) výrazného hydrogenuhlíčitanového podtypu (A₁ 16,6—47,0); voda intervalu 2070—2045 m je podtypu hydrogenuhlíčitanovopápenatá (A₂ 23,2).

Rozpuštěné plyny ve vodách přísluší typově k dusíkovým (nad 75 % N₂) s výrazným podílem metanu (20—25 % CH₄) bez obsahu vyšších uhlovodíků, příp. k plynům dusíkovo-metanovým. Vykazují zvýšený obsah hélia 0,11—0,19 %.

Těšany - 1

- 465,0 m ždánická jednotka
- 610,0 m pouzdřanská jednotka
- 1400,0 m autochtonní paleogén
- 1910,0 m autochtonní paleogén — bazální klastika
- 2893,0 m spodní karbon (visé), slepence, pískovce, břidlice
- 3500,0 m spodní karbon (tournai—visé), vápence, břidlice
- 3620,0 m devon (famen)
- 4082,0 m devon (frasn—givet)
- 4257,0 m devon — bazální klastika
- 4500,0 m krystalinikum — granitoidy

Výsledek čerpacích zkoušek :

Čerpací zkoušky provedené v průběhu vrtání a v zapaženém vrtu tyčovými testery byly většinou neúspěšné (interval 2617—2594,6; 2617—2576; 2630—2570,4; 3004—2980; 3017 až 2993; 3821—3763,3; 3960—3902,88; 4249—4218; 4361—5336; 4500—4433 m) nebo nebyl docílen přítok vrstevní kapaliny (interval 4324—4275; 4500—4398; 4280—4257; 4093 až 4082 m).

Přítok vody byl docílen z intervalů 3960—3911,8 m — chemismus vody

$$M \ 67,6 \ Cl \ 41,1 \ \frac{S_1 \ 64,6 \ S_2 \ 34,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,6} \ J \ 20 \ Br \ 174 \ B \ 44, \ 4093—4082 \ m \ — \ chemismus \ vody$$

$$M \ 76,0 \ Cl \ 45,5 \ \frac{S_1 \ 56,2 \ S_2 \ 42,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,2} \ J \ 19 \ Br \ 132 \ B \ —,$$

4102,5—4094,95 m — chemismus vody

$$M \ 92,1 \ Cl \ 56,7 \ \frac{S_1 \ 49,0 \ S_2 \ 50,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,2} \ J \ 20 \ Br \ 221 \ B \ 48.$$

Rozpuštěné plyny ve vodách celého profilu jsou metanové bez zvýšeného obsahu vyšších uhlovodíků.

Poznámka: Vody získané tyčovým testerem z obzoru 3827—3810; 3665—3645 m nejsou reprezentativní.

Tlumáčov - 1

- 1042,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy (převážně pískovce)
- 1236,0 m podmenilitové vrstvy
- 1658,5 m pouzdřanská jednotka — jílovce a pískovce (eger)
- 2257,5 m karpát — jílovce a pískovce
- 2315,0 m krystalinikum — metamorfity

Výsledek čerpacích zkoušek (pístováním):

Interval 2315—2245 (nezapažená část vrtu + perforovaná kolona) — přítok vody o

$$M \ 35,3 \ Cl \ 20,1 \ \frac{S_1 \ 86,4 \ S_2 \ 10,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,0} \ J \ 36 \ Br \ 131 \ B \ 80.$$

Interval 2201,5—2190,5 m — přítok vody o

$$M \ 34,3 \ Cl \ 15,2 \ \frac{S_1 \ 82,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 17,6 \ A_2 \ 0,4} \ J \ 36 \ Br \ 95 \ B \ 48.$$

Interval 2180,5—2169,5 m — slabý přítok vody o

M 32,3 Cl 13,2 $\frac{S_1 \ 77,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 22,4 \ A_2 \ 0,6}$ — J 38 Br 85 B 51.

Interval 2119—2114 m — slabý přítok vody o

M 24,0 Cl 12,3 $\frac{S_1 \ 90,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 6,6 \ A_2 \ 3,0}$ — J 87 Br 125 B 96.

Interval 1368—1359 m — slabý přítok vody o

M 13,0 Cl 6,0 $\frac{S_1 \ 84,2 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 15,2 \ A_2 \ 0,6}$ — J 19 Br 34 B 42.

Interval 961—950 m — velmi slabý přítok vody o

M 5,7 Cl 2,6 $\frac{S_1 \ 92,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,8 \ A_2 \ 5,8}$ — J 3 Br 7 B 0.

Rozpuštěné plyny patří typově k metanovým. Sycení vod je slabé.

S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 1604—1601, 1592 až 1589; 1605,5—1587,5; 1509,5—1504; 1494,5—1486,5; 1258,5—1250,5; 1242—1236; 1021 až 1010; 1040—1030 m.

Uhřice-1

- 1978,0 m ždánicko-hustopečské souvrství
- 2002,0 m menilitové vrstvy
- 2140,0 m podmenilitové souvrství
- 2763,0 m autochtonní palcogén
2763—2697 m bazální klastika
- 2900,0 m svrchní karbon (namur A)
- 3150,0 m spodní karbon
3015—3019 m svrchní visé
3041—3148 m svrchní tourmai—spodní visé
- 3547,0 m devon (famen?)
3303—3307 m svrchní frasn
3502—3507 m frasn
- 3831,0 m devon — bazální klastika
- 3960,0 m krystalinikum — biotitické pararuly

Výsledek čerpacích zkoušek (tyčovým testerem):

Přítok metanového plynu s vysokým podílem vyšších uhlovodíků byl docílen z intervalů: 3544—3522 m (kapacita 1820 m³/d); 3440—3420 m (kapacita 2628 m³/d); 3420—3396, 3388—3385, 3378—3351, 3329—3325, 3313—3284 m (stopy ropy); 3065—3045 m; 3031 až 3020 m; 2752—2740 m.

Přítok vody proplyněné metanovým plynem o

M 19,8 $\frac{S_1(\text{Cl}) \ 81,2 \ S_1(\text{SO}_4) \ 2,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 14,8 \ A_2 \ 1,6}$ — J 136 Br 123 B —

se stopami ropy byl prokázán z intervalu 2712—2700 m.

Chemismus vrstevních (ložiskových) vod je znám pouze z intervalů: 3632—3574 m

M 32,2 $\frac{S_1 \ 76,2 \ S_2(\text{Cl}) \ 19,4 \ S_2(\text{SO}_4) \ 0,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,8}$ — J 56 Br 80 B —; 2717—2712 m

M 12,4 $\frac{S_1 \ 76,2 \ S_2 \ 0,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 9,2}$ — J 26 Br 15 B —.

S výsledkem „bez přítoku“ skončily čerpací zkoušky intervalů nezapažené části vrtu zkoušené během vrtání 3316—3292, 3507—3449,5 m.

Uhřice-2

- 1302,0 m ždánicko-hustopečské souvrství
- 1339,0 m menilitové vrstvy
- 1618,0 m podmenilitové souvrství
- 1994,0 m autochtonní paleogén
1963—1994 m bazální klastika
- 2496,0 m spodní karbon (svrchní karbon), svrchní—střední visé (namur A)
- 3181,0 m devon (frasn—givet)
- 3330,0 m devon — bazální klastika
- 3450,0 m krystalinikum — amfibolicko-biotitické pararuly

Výsledek čerpacích zkoušek (tyčovým testerem):

Jako průmyslově produktivní plynový obzor byl prokázán zkoušením interval 2505 až 2483 m (tlak na ústí 21 MPa; maximální kapacita po kyselinování obzoru 1 819 250 m³/d, skutečná kapacita 834 960 m³/d). Plyn je ryze metanový etan-propanového podtypu s vysokým podílem vyšších uhlovodíků.

Slabé přítoky metanových plynů byly docíleny z intervalů 3427—3378,2 m, 3111—3052,8 a 2521—2471,5 m z nezapažené části vrtu zkoušené při vrtání a dále z intervalů 3400 až 3375, 3355—3330, 3220—3195, 2745—2725, 2690—2670, 2655—2635 m.

Chemismus vrstevních (ložiskových) vod je znám z intervalu 3220—3195 m.

M 46,9	$\frac{S_1 \ 67 \ S_2 \ 31,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,2}$	J 99 Br 141 B —	a z intervalu 3065—3045 m
M 25	$\frac{S_1 \ 84,4 \ S_2 \ 9,6}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 6,0}$	J 44 Br 54 B —	

Uhřice-3

- 1388,0 m ždánicko-hustopečské souvrství
- 1515,0 m podmenilitové souvrství
- 2195,0 m jura — typu klenčnických vrstev v paraautochtonním tektonickém útržku
- 2237,0 m nikolčické vrstvy (suťová mělkovodní klastika)
- 2498,0 m devon (frasn—givet)
- 2595,0 m devon — bazální klastika

Výsledek čerpacích zkoušek:

Slabý únik metanového plynu a přítok vody o

M 15,4	$\frac{S_1 \ 89,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 0,6 \ A_2 \ 10,4}$	J 45 Br 64 B 22	
--------	---	-----------------	--

se stopami ropy při pístování z intervalu 1515—1507 m.

Přítok metanovým plynem proplývané vody se stopami ropy byl dále docílen při pístování z intervalu 1650—1640 m a projevy ropy byly prokázány tyčovým testerem při zkoušení intervalu 1983—1952 m v průběhu vrtání. Vrstevní voda tohoto obzoru má

M 23,0	$\frac{S_1 \ 88,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 3,6 \ A_2 \ 7,8}$	J 56 Br 70 B 45.	
--------	--	------------------	--

Tyčovým testerem byl docílen přítok vod silně sycených metanovým plynem K_{nas} až 0,67 při zkoušení intervalů: 2595—2483,4 m (nezapažená část) — voda o

M 32,7	$\frac{S_1 \ 63,6 \ S_2 \ 34,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,0}$	J 55 Br 101 B 22;	2480—2470 m — voda o
M 33,7	$\frac{S_1 \ 63,6 \ S_2 \ 33,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,6}$	J 58 Br 107 B 24;	2330—2310 m — voda o
M 23,3	$\frac{S_1 \ 89,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,0 \ A_2 \ 8,6}$	J 61 Br 76 B 48;	2220—2195 m — voda o

M 20,8 $\frac{S_1 \ 83,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 8,4 \ A_2 \ 8,2}$ — J 53 Br 61 B 38; 2090—2075 m — voda o

M 20,4 $\frac{S_1 \ 84,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 11,0 \ A_2 \ 5,0}$ — J 46 Br 51 B 38.

Pístováním byl docílen přítok vod z intervalů: 1960—1940 m — voda o

M 23,6 $\frac{S_1 \ 88,4 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 3,0 \ A_2 \ 8,6}$ — J 66 Br 77 B 48; 1210—1188 m — voda o

M 8,5 $\frac{S_1 \ 80,0 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 16,4 \ A_2 \ 3,6}$ — J 17 Br 21 B 14.

Stupeň nasycení těchto vod metanovým plynem není znám.

S výsledkem „bez přítoku“ skončila čerpací zkouška intervalu 1940—1934 m.

Uhřice-4

— 1063,0 m ždánicko-hustopečské souvrství

— 1086,0 m menilitové vrstvy

— 1283,0 m podmenilitové souvrství

— 1350,0 m autochtonní paleogén
1332,0—1350,0 m bazální klastika

— 1722,0 m jura — peliticko-karbonátový vývoj
1350,0—1478,0 m mikulovské slínovce

1478,0—1660,0 m vranovické vápence a dolomity

1660,0—1722,0 m nikolčické vrstvy

— 1900,0 m krystalinikum — amfibolicko-biotitický křemenný diorit (ve svrchní části silně mylonitizovaný — ca do hloubky 1860,0 m)

Výsledek čerpacích zkoušek:

Emulze ropy byla zjištěna ve výplachu odebraném tyčovým testerem v průběhu vrtání z intervalů 1410—1372,8; 1443,5—1372,8 m.

V průběhu čerpacích zkoušek pístováním byl docílen přítok vody s emulzí ropy z intervalu 1490—1478 m, 1341—1332 m.

Vrstevní vody proplyněné metanovým plynem byly získány pístováním při čerpacích zkouškách z intervalů: 1705—1685 m — voda o

M 20,4 $\frac{S_1 \ 79,6 \ S_2 \ 19,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 0,6}$ — J 56 Br 88 B —; 1605—1595 m — voda o

M 12,7 $\frac{S_1 \ 90,8 \ S_2 \ 7,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,4}$ — J 34 Br 53 B —;

890—887, 884—880, 877—870 m — voda o M 3,8 $\frac{S_1 \ 33,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 65,2 \ A_2 \ 1,2}$ — J 0 Br 0 B —.

S výsledkem „bez přítoku“, příp. velmi slabým přítokem nereprezentativních vrstevních vod skončily čerpací zkoušky intervalů 1900—1868,6 (nezapažená část vrtu zkoušená tyčovým testerem), 1755—1725, 1645—1635, 1615—1592,7, 1440—1420, 1292—1283 m.

Uhřice-5

— 1405,0 m ždánicko-hustopečské souvrství

— 1428,0 m menilitové vrstvy

— 1518,0 m podmenilitové souvrství

— 1643,0 m autochtonní paleogén

— 1963,0 m jura — peliticko-karbonátový vývoj

1643,0—1713,0 m mikulovské slínovce

1713,0—1863,0 m vranovické vápence a dolomity

1863,0—1963,0 m nikolčické vrstvy

— 2050,0 m krystalinikum — amfibolicko-biotitický křemenný diorit

Výsledek čerpacích zkoušek :

Přítok metanovým plynem proplyněné vody se stopami ropy z intervalů 1994—1944,6 (tyčový tester při vrtání) a 1919—1890 m (pístování). Voda z vyššího obzoru má

$$M 17,0 \quad \frac{S_1 85,0 \quad S_2 12,0}{A_1 0 \quad A_2 3,0} - J 57 \text{ Br } 90 \text{ B } 30.$$

Pístování bylo získáno přítok metanovým plynem zcela nasycené až přesycené vody

$$(K_{nas} 0,95) \text{ o} \quad M 16,2 \quad \frac{S_1 96,4 \quad S_2 0,4}{A_1 0 \quad A_2 3,2} - J 48 \text{ Br } 94 \text{ B} - \quad \text{z intervalu } 1370-1362 \text{ m.}$$

Zkoušení dalších intervalů 1756—1721,5 (tyčový tester v průběhu vrtání), 1860—1841, 1800—1790, 1766—1755, 1653—1643, 1528,5—1519 m skončilo „bez přítoku“ nebo s velmi slabým přítokem nereprezentativních vod.

Uhřetice-6

— 995,0 m ždánicko-hustopečské souvrství

— 1200,0 m podmenilitové souvrství (patrně s útržky spodního oligocénu)

— 1363,0 m devon — bazální klastika

— 1420,0 m krystalinikum — biotiticko-amfibolický křemenný diorit

Výsledek čerpacích zkoušek (pístováním):

Přítok metanového plynu zcela bez obsahu vyšších uhlovodíků a ropy z intervalu 1206 až 1290 m (tlak na ústí ca 9,5 MPa, kapacita ca 14 000 m³/d).

Z podloží ropoplynonosného intervalu 1229—1224 m voda o

$$M 14,4 \quad \frac{S_1 86,2 \quad S_2 6,4}{A_1 0 \quad A_2 7,4} - J 25 \text{ Br } 51 \text{ B} -.$$

Přítok vody byl zjištěn z intervalu nezapažené části vrtu 1420—1350,85 m a perforované

$$\text{kolony } 1350,85-1274,95 \text{ m} - \text{ voda o} \quad M 20,7 \quad \frac{S_1 85,0 \quad S_2 11,4}{A_1 6 \quad A_2 3,6} - J 43 \text{ Br } 83 \text{ B} -.$$

Újezd-1

— 150,0 m karpát

— 305,0 m eggenburg—ottmang

— 642,0 m autochtonní paleogén — spodní oligocén

— 2005,0 m spodní karbon — kulm, slepence až blokové (račická facie)

Výsledky čerpacích zkoušek (tyčovým testerem):

Z nezapažené části vrtu přítoky vod zaplněných metanovým plynem z intervalu 2156 až

$$2096,1 \text{ m} - \text{ voda o} \quad M 75,1 \quad \frac{S_1 72,8 \quad S_2 27,0}{A_1 0 \quad A_2 0,2} - J 16 \text{ Br } 191 \text{ B } 14,$$

z intervalu 2007—1911,5 m a 1086—1054,2 m.

Čerpací zkoušky z intervalů 2199—2157,3, 2300—2245,6, 1560—1500,3 m byly ukončeny s výsledkem „bez přítoku“.

Velmi slabý přítok vody s výplachem byl docílen z intervalů 780—757, 657—642 m a zvodněné byly rovněž intervaly 597—590, 527—520 m.

Žarošice-1

— 1257,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy (svrchní eocén—oligomiocén?)

— 1509,0 m podmenilitové vrstvy (spodní—střední eocén) v hloubce 1445,0—1509,0 m přikrovová brekie s útržky autochtonního paleogénu

— 1873,0 m autochtonní paleogén (střední—svrchní eocén—spodní oligocén)

— 2274,0 m spodní—svrchní karbon (tournai—visé—namur A)

- 2330,0 m devon—karbon
spodní karbon (tournai—visé)
- 2760,0 m devon (givet—frasn), vápence — dolomity
- 2867,0 m bazální klastické souvrství — devon (eifel?—givet)

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístopáním):

Neprůmyslové syčení ropou bylo zjištěno v intervalu 1978—1946, 1942—1907 m.

Z intervalu 1254—1247 m přítok vody o	M 11,2 Cl 6,2	$\frac{S_1 \ 81,4 \ S_2 \ 13,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,8}$	J 17 Br 32 B 47.
Z intervalu 1242—1234 m přítok vody o	M 11,5 Cl 6,4	$\frac{S_1 \ 93,2 \ S_2 \ 1,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 5,0}$	J 18 Br 44 B 55.
Z intervalu 1223—1210 m přítok vody o	M 12,8 Cl 7,1	$\frac{S_1 \ 94,8 \ S_2 \ 0,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 4,4}$	J 25 Br 51 B 66
Z intervalu 1161—1143 m přítok vody o	M 11,9 Cl 6,8	$\frac{S_1 \ 96,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 1,2 \ A_2 \ 2,0}$	J 24 Br 39 B 63
Z intervalu 998,5—990 m přítok vody o	M 2,9 Cl 0,1	$\frac{S_1 \ 12,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 36,0 \ A_2 \ 51,4}$	J — Br — B —,

tlak na ústí těžebních trubek 0,2 MPa, na ústí mezikruží 0,35 MPa.

Z intervalu 915—902, m přítok vody. Z intervalu 380—370 m přítok vody.

Rozpuštěné plyny ve vodách patří typově k metanovým.

Vody podle koeficientu nasycení (K_{nas} 0,84 — interval 1254—1247 m, K_{nas} 1,05 — interval 1223—1210 m, K_{nas} 1,19— interval 1161—1143 m) jsou nasyceny až přesyceny metanem. S výsledkem „bez přítoku“ byly ukončeny čerpací zkoušky intervalů 2645—2326,5 (nezapažená část vrtu + perforovaná kolona); 2051—2030, 2025—1995; 1895—1860; 1848—1836; 1786—1762; 1738—1735; 1696,5—1687; 1526—1514; 980—960 m.

Z a r o š i c e - 2

- 630,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy (svrchní eocén—oligomiocén?)
- 650,0 m menilitové vrstvy (svrchní eocén—spodní oligocén)
- 1132,0 m podmenilitové vrstvy (spodní—střední—svrchní eocén) s příkrovovou brekcií; od 975,0—1132,0 m s útržky autochtonního paleogénu)
- 1181,0 m spodní miocén (eggenburg)
- 1279,0 m vápence — dolomity — devon (givet—frasn)
- 1510,5 m bazální klastické souvrství — devon (eifel?—givet)
- 1620,0 m krystalinikum — biotiticko-amfibolický křemenný diorit

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístopáním):

Produkce metanového plynu z intervalu 795—785 m; tlak na ústí 4,2 MPa, kapacita 550 m³/d, z intervalu 642—363 m; tlak na ústí 2,5—3,7 MPa, kapacita 98—882 m³/d, z intervalu 602—592 m; tlak na ústí mezikruží 0,7, na ústí těžebních trubek 0,8 MPa, kapacita 182 m³/d.

Interval 1375—1360 m — přítok vody o	M 17,9 Cl 10,1	$\frac{S_1 \ 86,4 \ S_2 \ 10,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,6}$	J 34 Br 71 B —.
--------------------------------------	----------------	---	-----------------

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} 0,84). Interval 1325—1310 m — přítok vody o

M 16,1 Cl 9,3	$\frac{S_1 \ 86,6 \ S_2 \ 9,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,6}$	J 32 Br 53 B 88.
---------------	--	------------------

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} 0,95). Interval 1304—1282,5 m — přítok vody o

M 19,1 Cl 11,1	$\frac{S_1 \ 85,4 \ S_2 \ 12,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,6}$	J 41 Br 68 B 124.
----------------	---	-------------------

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} 0,94). Interval 1230—1195 m —
přítok vody o M 19,6 Cl 10,9 $\frac{S_1 \ 85,4 \ S_2 \ 8,8}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 5,8}$ — J 39 Br 74 B 104.

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} 1,4). Interval 1180—1156 m —
přítok vody o M 19,6 Cl 10,8 $\frac{S_1 \ 85,4 \ S_2 \ 8,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 6,4}$ — J 28 Br 63 B 88.

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} 1,04). Interval 795—785 m —
přítok vody o M 20,8 Cl 12,2 $\frac{S_1 \ 91,0 \ S_2 \ 7,4}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 1,6}$ — J 37 Br 89 B 28.

Voda nasycena až přesycena metanovým plynem (K_{nas} nad 1). Interval 642—633 m —
přítok plynu a vody o M 3,6 Cl 1,5 $\frac{S_1 \ 82,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 11,8 \ A_2 \ 5,6}$ — J 7 Br 5 B 17.

Interval 602—592 m — přítok plynu a vody

M 7,4 Cl 3,5 $\frac{S_1 \ 85,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 12,4 \ A_2 \ 2,0}$ — J 11 Br 18 B —.

Interval 403—394 m — přítok vody o M 3,6 Cl 1,1 $\frac{S_1 \ 61,6 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 32,0 \ A_2 \ 6,4}$ — J 3 Br 4 B —.

Z d á n i c e - 1

— 712,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy

— 785,0 m menilitové vrstvy

— 958,0 m podmenilitové vrstvy se zavrásněnými útržky spodního miocénu

— 990,0 m krystalinikum — biotitický granodiorit

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k (pístováním):

Těžba ropy 6,5 t/d z nezapaženého intervalu vrtu 990—964,35 m. Ložisková voda má

M 12,6 Cl 7,4 $\frac{S_1 \ 89,2 \ S_2 \ 8,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 2,8}$ — J 11 Br 38 B —.

Roztuštěný plyn ve vodě i ropě je metanový s vysokým obsahem vyšších uhlovodíků.

Z d á n i c e - 5

— 773,0 m ždánicko-hustopečské vrstvy

— 828,0 m menilitové vrstvy

— 940,0 m podmenilitové vrstvy

— 1065,0 m krystalinikum — granodiority

V ý s l e d e k č e r p a c í c h z k o u š e k :

Přítok ropy s metanovým plynem s vysokým obsahem vyšších uhlovodíků z intervalu

nezapažené části vrtu 1057—1035; 992—949, 23 m. Při zkoušení intervalu 992—949, 23 m nastoupil tlak na ústí těžebních trubek 0,35, na ústí mezikruží 0,4 MPA. Ložisková voda

z intervalu 1033—1040 m má M 9,7 Cl 5,1 $\frac{S_1 \ 88,4 \ S_2 \ 5,0}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 6,6}$ — J 13 Br 19 B —.

Ložisková voda z intervalu 1057—1035 m má

M 11,7 Cl 6,7 $\frac{S_1 \ 89,2 \ S_2 \ 7,2}{A_1 \ 0 \ A_2 \ 3,6}$ — J 10 Br 32 B 0.

Z d á n i c e - 2 8

— 702,0 m ždánicko-hustopečské souvrství

— 952,0 m podmenilitové souvrství

— 997,0 m spodní miocén

— 1060,0 m krystalinikum

Výsledky čerpacích zkoušek (pístováním):

Přítok až periodický přetok metanem proplyněné ropy z intervalu 980—976,5, 974,5 až 970,5 m; tlak na ústí těžebních trubek 2,65, na ústí mezikruží 3,33 MPa, produkce plynu 411 m³/d. ropy 4,4—4,8 t/d.

Interval 1000,5—999 m — slabý přítok nereprezentativní vrstevní vody se stopami ropy.

Interval 1027—1020 m — slabý přítok vody o

M 7,2 $\frac{S_1 \ 94,8 \ S_2 \ 0}{A_1 \ 2,2 \ A_2 \ 3,0}$ I 9 Br 18 B — syčené metanem.

Z intervalu 979—928,08 m zkoušeného testerem nebyl docílen přítok.

Závěr

Poznatky o živičné perspektivnosti střední části oblasti jv. svahů Českého masívu na základě provedeného rozboru geochemie hlubinných vod, plynů, kolektorských vlastností a dalších ropně geologických a geochemických faktorů jsou kladné. Tyto poznatky a vyhodnocení prognózách zásob uhlíkovodíků (Šimánek 1976, 1977, 1981) vytvářejí geochemický předpoklad a zdůvodnění vyhledávacího průzkumu průmyslových akumulací ropy a plynu v této oblasti, prováděný Moravskými naftovými doly, Hodonín.

K tisku doporučil V. Homola

Literatura

- Adámek J. - Petr A. (1975): Výpočet zásob zemního plynu ložiska Hradisko k 30. 10. 1975. — MS Morav. naft. doly. Hodonín.
- Aleksejev F. A. (1970): Sovremennoje sostojanije razrabotki prjamyh geochimičeskich metodov poiskov neftjanyh i gazovyh mestoroždenij. In: Prjamyje geochimičeskije metody poiskov nefti i gaza, 3—18. — Trudy Vsesojuz. nauč.-issled. Inst. jađer. Geofiz. Geochim. VNIJAGO, 6. Moskva.
- Altovskij M. E. (1967): Gidrohimičeskije pokazateli neftegazonosnosti. — Izdat. Nedra. Moskva.
- Bars E. A. (1957): Gidrohimičeskije pokazateli neftenosnosti i gidrohimičeskije metody poiskov neftjanyh zaležej. — Geol. Nefti, 8. Moskva.
- Collins A. G. (1975): Geochemistry of oilfield waters. — Elsevier. Amsterdam — Oxford — New York.
- Dadašev F. G. - Salajev S. G. (1965): Zakonomernosti izmenenija chimičeskogo sostava uglovodorodnyh gazov kak kriterij poiskov gazovyh zaležej v Azerbejdžane. — Práce Výzk. Úst. čs. naft. Dolů, Brno, 24/1, 113—136, 191—198. Brno.
- Dlabač M. (1946): Příprava materiálů o naftových ložiskách ČSR. — MS Ústř. úst. geol. Brno.
- (1949): Zpráva o geologických a naftových poměrech v území mezi Židlochovicemi a Sokolnicemi. — MS archív Morav. naft. doly. Hodonín.
- Eliáš M. (1977): Paläogeographische Entwicklung des Mesozoikums und des Tertiärs am Rande der Karpaten und des Böhmischen Massivs. — Erdöl-Erdgas-Z., 93, Sonderausgabe, 5—11. Wien — Hamburg.
- (1981): Facies and paleogeography of the Jurassic of the Bohemian Massif. — Sbor. geol. Věd, Geol., 35, 75—144. Praha.

- Eliáš M. - Eliášová H. (1980): Sedimentologie a mikrofacie jury Pavlovských vrchů. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Gurevič M. S. et al. (1956): Voprosy neftepoiskovoj gidrogeologii. — Gasgeoltechizdat, Moskva.
- Homola V. (1961): Hydrogeologie jz. části vněkarpatské pánve na Moravě. Čerpační pokusy na vrtbách, 103—114. In: Homola V. et al. (1961): Opěrná vrtba Nesvačička-1 v jz. části vněkarpatské pánve na Moravě. — Práce Výzk. Úst. čs. naft. Dolů, 71—82, 103—114. Brno.
- Hromec J. (1970): Závěrečná vrtně geologická zpráva o vrtu Nikolčice-2A. — MS Morav. naft. doly, Hodonín.
- Chauin A. A. (1964): Klassifikacija pesčano-alevritovyh porod-kollektorov nefti i gaza. — Trudy Vsesojuz. neft. nauč.-issled. geol. razv. Inst., 20/28, 12—40. Moskva.
- Chmelík F. et al. (1970): Komplexní geologické zhodnocení vrtu Lubná-1 s přihlédnutím k výsledkům vrtů Lubná-2, -3, -4. — MS Ústř. úst. geol. Praha.
- (1977): Komplexní geologické zhodnocení úseku Střed na v. Moravě a jeho perspektivnost pro výskyt ložisek nafty a zemního plynu. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Jakuceni V. P. (1968): Geologija gelija. — Izdat. Nedra, Leningrad.
- Janák J. (1956): Analytický výzkum zemních plynů. — MS Ústř. úst. geol. Brno.
- Jetel J. (1970): Hydrogeologie vrtu Lubná-1. In: Chmelík F. et al. (1970): Komplexní geologické zhodnocení vrtu Lubná-1 s přihlédnutím k výsledkům vrtů Lubná-2, -3 a -4. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Juránek J. - Novotný D. (1969): Technicko-ekonomický rozbor možnosti otvírky a těžby starých žatčanských ložisek metodou vnitroložiskové spalovací vlny. — MS archiv. Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- Kalvoda J. (1980): Předběžné výsledky stratigrafického a mikrofaciálního výzkumu spodnokarbonských a svrchnodevonských (famenských) karbonátů v hlubokých vrtech úseku „Jih“ a „Střed“. In: Zukařová V. et al. (1980): Biostratigrafické zónování a korelace paleozoika v hlubokých vrtech v podloží a předpolí Karpat na Moravě v oblasti „Jih“ a jižní části oblasti „Střed“. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Kofanov K. P. (1959): Geochimičeskaja klassifikacija uglevododorodnyh gazov. — Trudy Krasnodar. fil. Vsesojuz. neft. issled. Inst., 1, Gostoptechizdat, Moskva.
- Kolářová M. (1976): Hydrogeologická kritéria prospekce uhlovodíků v oblasti karpatské předhlubně a flyšového pásma čs. části z. Karpat. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- (1981): Hydrogeologická kritéria prospekce uhlovodíků v oblasti karpatské předhlubně a flyšového pásma čs. části západních Karpat. — Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol., Mineral., 22, 89—157. Praha.
- Kostelníček P. (1976): Výpočet zásob nafty a zemního plynu ložiska Kostelany. — MS archiv Morav. naft. doly, Hodonín.
- (1983): Dodatek k závěrečné zprávě o hlubokém strukturním průzkumu jižních svahů ždánické elevace I. a II. etapa — Ekonomické zhodnocení a výpočet zásob. — MS archiv Morav. naft. doly, Hodonín.
- Kozlov A. L. (1950): Problemy geochimii prirodnyh gazov. — Gostoptechizdat, Moskva — Leningrad.
- Krajča J. (1960): Výpočty fázových rovnováh v soustavách ložisková voda — zemní plyny. — MS Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- Krejčí J. - Brzobohatý J. (1984): Výpočet zásob nafty a zemního plynu: naleziště Zdánice k 30. 6. 1983. — MS archiv Morav. naft. doly, Hodonín.

- Kvěť R. (1963): O hydrogeochemii flyšového podloží neogenní vídeňské pánve. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- (1970): Geneze hlavních složek plyných vývěřů u Hluku (okr. Uh. Hradiště). — *Čas. Mineral. Geol.*, 15, 4, 357—367. Praha.
- (1973): K probleme genezisa serevdoroda prirodnyh vod. — *Geochimija*, 4, 625—628. Moskva.
- Kvěť R. - Michalíček M. (1966): Hydrogeochemický výzkum z části karpatského flyše. — *Práce Výzk. úst. čs. naft. Dolů*, 23, 100—112, 29—79. Praha.
- Lang Z. (1970): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (Mikulov-1, Mušov-1, Nikolčice-2A, Slavkov-2, Kobylí-1). — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1971a): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (Nikolčice-2A). — MS archiv Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- (1971b): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (Žarošice-1, -2, Lubná-2, -3, -4, Itataje-1, Nesvačinka-3, Bučovice-1). — MS archiv Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- (1972): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (Dražovice-2, Březůvky-1, Lubná-5, -6, -7, Bařice-1, Blatnička-1, Nitkovic-2). — MS archiv Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- (1973): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (krystalinikum, devon, karbon, jura, paleogén, neogén). — MS archiv Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- (1974): Kontrola a vyhodnocení čerpacích a testerových zkoušek při výzkumu karpatské neogenní předhlubně (Holešov-1, Kožušice-1, Lubná-8, -9, Nikolčice-4, -6, Nitkovic-3, -6, Rusava-1, Stupava-1, Ždánice-1, -2). — MS archiv Výzk. úst. geol. inž. Brno.
- Michalíček M. (1967): Hydrogeochemický výzkum na vrtně Bučovice-1. In: Michalíček M. - Šimánek V. (1967): *Geochemie vrtny Bučovice-1*. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1969): Naftově geochemický výzkum vrtně Žarošice-1 a Žarošice-2. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1970): Naftově geochemický výzkum vrtny Lubná-1 (Lubná-1 až -4). — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1971): Hydrogeologie a hydrogeochemie úseku „Jih“. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1972): Geochemie plynů čsl. Karpat: II. část — Rozpuštěné plyny ve vodách. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1974a): Naftově geochemický výzkum jv. svahů Českého masívu. — *Zem. Plyn Nafta*, 19, 3, 349—358. Hodonín — Gbely.
- (1974b): Klasifikace zemních plynů a proplyněných vod. — *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 19, 2, 115—120. Praha.
- (1975): Helium v zemních plynech ČSSR. — *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. Mineral.*, 17, 215—240. Praha.
- (1976): Naftová hydrogeochemie vrtny Jarošov-1. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.
- (1978): Hydrogeochemické hodnocení jižní části předhlubně a vnějších Karpat na Morávě pro vyhledávání ložisek ropy a plynu. — *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. Mineral.*, 19, 35—87. Praha.
- (1980): Příspěvek k geochemii zemních plynů československé části vídeňské pánve a Ostravska. — *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. Mineral.*, 21, 133—182. Praha.
- (1981): Geochemie hlubinných vod a plynů jv. svahů Českého masívu v úseku Jih. — MS archiv Ústř. úst. geol. Brno.

- Michalíček M. - Dlabač M. (1965): Tiefenwässer (Erdölwässer) der westkarpatischen Neogenbecken auf dem Gebiet der ČSSR. — Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 2, 135—162. Praha.
- Michalíček M. - Menčík E. (1981): Projekt „Komplexní zhodnocení litofaciálního vývoje sedimentů paleozoika a mezozoika jv. svahů Českého masívu v podloží vně-karpatské předhlubně a flyšového pásma Karpat“. — MS databanka odboru organické a plynové geochemie Ústř. úst. geol. Brno.
- Michalíček M. - Procházková V. (1971): Hydrogeologie a hydrogeochemie úseku Jih. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- (1972): Naftová hydrogeochemie vrtu Dražovice-2 a hodnocení živické perspektivnosti Dražovské vrchoviny. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- Němec F. (1970): Zhodnocení výsledků výzkumných a průzkumných prací provedených na kostelanské elevaci s návrhem metodiky pro vyhledávání analogických ložisek. — Zem. Plyn Nafta, 15, 2. Hodonín.
- Palmer Ch. (1911): The geochemical interpretation of water analyses. — U. S. Geol. Surv. Bull., 479, 31. Washington.
- Plička M. (1956): Vyhodnocení výskytu živice ve ždánickém flyši. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- (1958): Hluk: dílčí zpráva Vyhodnocení výskytů živice v magurském flyši. — MS Ústř. úst. geol. Brno.
- (1967): Živické projevy v západní oblasti magurského flyše na území ČSSR. — Práce Vězk. Úst. geol. Inž., 25, 166—173, 47—79. Brno.
- Pricklowski V. A. - Laptev F. F. (1949): Rukovodstvo po izučeníi fyzikaľnych svojstv i chimičeskogo sostava podzemnyh vod. — Gostoptechizdat. Moskva.
- Remane A. (1958): Die biologischen Grenzen Meer-Süßwasser und Meer-Land. — Geol. Rdsch., 47/1, 11. Stuttgart.
- Reznikova A. N. (1969): O geochimičeskom značeníi sootnošenija koncentracij n-butana a izo-butana v neftjanyh gazach. — Geol. Nefti i Gaza, 4, 43—77. Moskva.
- Rittenhouse G. (1967): Bromine in oil-field waters and its use in determining possibilities of origin of these waters. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologist, 51, 12, 2439—2449. Tulsa.
- Rehánek J. (1978): Mikrofacie a mikrofauna (in certae sedis) písčito-glaukonitové série svrchní křídly z podloží karpatské předhlubně a vnějšího flyšového pásma na jižní Moravě. — Zem. Plyn Nafta, 23, 4, 327—346. Hodonín.
- Skoček V. (1978): Doplnující sedimentologická zhodnocení paleozoika (včetně devonských bazálních klastik) z nových a starších vrtů MND Hodonín v úseku Jih, Střed, Sever aj. — MS archív Ústř. úst. geol. Praha.
- Stránilík Z. (1980): Litostratigrafické korelace svrchnocenních až spodnomiocenních sedimentů severních okrajů Tethydy na jižní Moravě. — Abstrakt přednášky. Mezinárodní věd. konference Vys. školy báňské. Ostrava.
- Šimánek V. (1976): Naftově geochemický výzkum vrtu Jarošov-1. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- (1977): Naftově geochemický výzkum úseku Střed. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- (1981): Naftově geochemický výzkum úseku „Jih“, II. etapa. — MS archív Ústř. úst. geol. Brno.
- Spíčka V. (1976): Hlubinná geologická stavba autochtonu na jižní Moravě a jeho perspektivnost pro ropu a plyn. — Sbor. geol. Věd, Geol., 28, 9—113. Praha.
- Spíčka V. et al. (1976): Komplexní geologické zhodnocení opěrného hlubinného vrtu Jarošov-1. — MS archív Ústř. úst. geol. Praha

- Těžký A. (1973): Shrnutí výsledků a možností karotážního měření z úseku Střed. — MS Geofyzika, Brno.
- Těžký A. - Šelle M. - Kalina J. (1971): Shrnutí výsledků a možností karotážního měření v úseku „Jih“. In: Špička V. et al: Hlubinná geologická stavba autochtonního podkladu v j. úseku flyšového pásma a jeho perspektivnost pro naftu a plyn. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Thon A. et al. (1974): Geologická koncepce průzkumných prací Morav. naftových dolů. Zhodnocení a vymezení strukturních rajonů nadějných na výskyt přírodních uhlovodíků na jv. svazích Českého masívu. — Zem. Plyn Nafta, 19, 3, 269—291. Hodonín — Gbely.
- Thon A. - Kostelníček P. (1980): Nové poznatky o geologické stavbě a ropoplynosnosti autochtonních útvarů ve Ždánickém lese. — Geol. Průzk., 22/ 6, 161—164. Praha.
- Tokarev A. N. - Ščerbakov A. V. (1956): Radiogidrogeologija. — Gostoptechizdat, Moskva.
- Uрман J. (1973): Fyzikální vlastnosti hornin v úseku Střed. — MS archiv Geofyzika, Brno.
- Valjaško M. G. (1956): Geochimija broma v processach galogeneza i ispolzovanije sodržanija broma v kačestve genetičeskogo i poiskovogo kriterija. — Geochimija, 6, 570—589. Moskva.

Геохимия глубинных вод и газов центральной Моравии

(Резюме чешского текста)

М и р о с л а в М и х а л и ч е к

Представлено 6-го января 1984 г.

В работе обобщены гидрогеохимические результаты, полученные в разведочных скважинах на нефть и газ в центральной части области юго-восточных склонов Чешского массива, ограниченной на севере приблизительно зоной Верхнеморавской долины, а на юге — несвачильским грабенom (прил. 1). Эта область в настоящее время характеризуется уже высокой степенью разведанности в результате поисковой разведки месторождений нефти и газа, проводящейся Моравской нефтяной промышленностью, Годонин, и Геологоразведкой, Острава, которые реализуют результаты фундаментального геологического исследования, проведенного в этой области Центральным геологическим институтом.

Запасы нефти «жатчанских месторождений» (Жатчаны—Жеротин—Талы) (Juránek - Novotný 1969) подверглись в 1969 г., перед началом добычи третичным методом внутрипластового движущегося очага горения, переоценке.

Подсчет запасов нефти и газа проводился также для нефтегазопродуктивной структуры Костеланы (Лубна) (Chmelík et. al. 1970, Němec 1970, Kostelníček 1976), Угржице (Kostelníček 1983), Жданице (Krejčí - Vrzobohatý 1984) и для газопродуктивной структуры Градиско (Нитковице) (Adámek - Petr 1975).

Работы по разведке продолжаются в районах месторождений Жданице и в пределах других положительных структур: Кобержице — скопление газа, Ежов — скопления нефти и газа, Корычаны — скопления газа, Ступава — скопления газа.

Основные результаты, полученные при помощи бурения, приводятся в табл. 1—4.

Геологическое строение области показано на приложениях 1 и 2. Основными геологическими условиями, решающим образом повлиявшими на сохранение или разрушение скоплений углеводородов при предположении их полифазового образования и многократной миграции, можно считать чередование периодов осадконакопления, перерыва и орогенических фаз, которые формировали развитие варисцид Чешского массива, их формирование в эпиварисскую платформу, перекрытие неонидным структурным

ярусом (неогеновым заполнением передового прогиба и надвигом внешних флекских покровов) (Michalíček - Menčík 1981).

С точки зрения потенциальной нефтегазоносности в осадочном разрезе области по Шиманеку (Šimánek 1976, 1977, 1981) имеет значение присутствие следующих литостратиграфических комплексов (они приводятся по порядку важности): автохтонный палеоген, микуловские уплотненные мергели юры; значительно меньшее значение имеют нижнекарбонские сланцы (кульм), карбонатный девон Чешского массива, а также пелито-псаммитовые отложения неогена Предкарпатского прогиба. Из надвигов магурской флишевой области Карпат практическое значение имеют прежде всего злинские слои рачанской зоны, а второстепенное — толщи белокарпатской зоны. Что касается внешних флишевых надвигов Карпат, здесь имеют значение, особенно в южной части области юго-восточных склонов Чешского массива, отложения поуздранской зоны и подменилитовых слоев жданицкой зоны.

В генезисе углеводородных газов второго поколения могут также играть роль вследствие их объемов и абсолютных масс горные породы других литостратиграфических комплексов в благоприятных геологических (термодинамических) условиях на глубинах 6—7 км. Их генезис — по результатам измерения рефлексивностей рассеянного органического вещества — до сих пор не осуществился.

По современным гидрогеологическим данным и результатам коллекторами считаются горные породы выветренной поверхности кристаллического массива, в палеозое коллекторами можно считать базальные обломочные породы нижнего—среднего девона фации „old red“ (кварцевые песчаники и конгломераты, в меньшей степени аркозовые конгломераты и песчанистые глины), доломитизированные части девонских рифовых вилемовицких и лажанецких известняков, псаммиты (граувакковые и аркозовые песчаники, конгломераты) континентального верхнего карбона. В мезозое коллекторами являются прежде всего псаммитовые толщи грестенских слоев лейаса—нижнего доггера (дельтовые и протодельтовые отложения) и никольчицкие слои в фации песчанистых доломитов и доломитовых песчаников с кварцевыми песчаниками на основе карбонатного и пелито-карбонатного развития, а также карбонатные толщи, особенно с увеличивающейся доломитизацией карбонатов, которые в окраинных частях закарстованы. В автохтонном палеогене, в автохтонном неогене и на разрезе надвигов к коллекторам относятся толщи песков, песчаников и, главным образом, базальные обломочные породы.

По классификации Ханина (Chanin 1964) коллекторы палеозоя и мезозоя относятся к последней V-ой категории коллекторов, однако были разведаны также структуры с коллекторами IV-ой категории, где проницаемость находится в пределах $1-10^{-2} \mu\text{м}^2$, а пористость составляет

8—18 ‰. В порядке исключения встречаемся с коллекторскими свойствами, соответствующими III-ей категории коллекторов (напр. Ежов — базальные обломочные породы девона, никольчицкие слои юри на структурах Ежов, Мушов, Микулов).

Карбонаты палеозоя и мезозоя относятся к V-ой категории коллекторов с пористостью ниже 8 ‰ (обычно 2—4 ‰) и с проницаемостью меньше $1 \cdot 10^{-2} \text{ мд}^2$. К высшей категории коллекторов относим промытые и закарстованные карбонаты юры западнее фациальной границы распространения пелито-карбонатного комплекса (Бржези-1, Дунаёвице-1, Грушованы-1, Новоседлы-1, Мушов-1 и др.). Псаммиты автохтонного палеогена и неогена являются коллекторами IV—III категорий, в то время как псаммиты флишевых надвигов Карпат являются, в большинстве случаев, плохими коллекторами V-ой категории по классификации Ханина (Chanin 1964).

Следовательно, ограничивающим фактором промышленной нефтегазопродуктивности всех осадочных комплексов на разрезе целой области является ограниченное наличие хороших коллекторов и их региональное распространение.

Гидрогеологическая оценка структурной зоны Предкарпатский прогиб проведена для платформенного палеозоя и для неогена Предкарпатского прогиба, не перекрытого флишевыми надвигами Карпат.

Нижний структурный этаж — платформенный палеозой — сложен базальными обломочными породами и конгломератами девона, карбонатами, известняками и доломитами девона и нижнего карбона, песчаниками и сланцами нижнего карбона.

Решающим фактором с точки зрения гидрогеологической замкнутости палеозоя и, следовательно, создания условий для образования и сохранения скоплений нефти и газа, является удаленность структур от окраины Чешского массива, существование и увеличение мощностей перекрывающих, а также материнских толщ кульма, автохтонного палеогена и автохтонного неогена Предкарпатского прогиба и в области флишевой зоны Карпат и отдельных флишевых надвигов.

По гидрогеохимическим и гидрогеологическим критериям перспективными в отношении наличия битумов в несвачильском гарбене являются кульм и толщи карбонатов нижнего карбона.

На структуре Градиско (Нитковице) сегодняшняя гидрогеологическая замкнутость толщ девона доказана существованием месторождения метанового газа с повышенным содержанием гелия в пределах контакта самых высоких толщ вилемовицких известняков девона и базальных обломочных пород карпата.

В значительной части интересующей нас области платформенный палеозой гидрогеологической структурной зоны Предкарпатский прогиб

является с точки зрения возможностей образования и сохранения месторождений нефти и газа неперспективным в результате промывки, опреснения проницаемых толщ и эмиграции углеводородов в период перерыва палеозой — эггенбург—баден. И сегодня проницаемые толщи палеозоя относятся на этих структурах к гидрогеологической зоне свободного или же ограниченного обмена вод (Менин-1, Ратае-1, Швабенице-1, Роусинов-1, Дражовице-2, Славков-2).

Оценка перспективности верхнего структурного яруса неогена Предкарпатского прогиба, представленного пелитами и псаммитами в возрасте эггенбург—оттанг, карпат и нижний баден, с точки зрения наличия битумов является относительно положительной. Аналогично палеозою перспективность неогеновой толщи Предкарпатского прогиба с точки зрения наличия битумов растет в восточном направлении от окраины Чешского массива, по мере увеличения гидрогеологической замкнутости толщи и по мере увеличения давления насыщения вод метаном и т. д. (Нитковице, Морковице). У западной окраины неогенового передового прогиба и в случае неглубокого залегания проницаемых толщ имели место достигшее уже высокой степени опреснение первичных синседиментационных вод и эмиграция образовавшихся битумов (Несвачилька-3, Роусинов-1, Дражовице-2, Ратае-1 и др.).

Оценка гидрогеологической структурной зоны флишевой зоны Карпат подразделяется на оценку отдельных структурных ярусов кристаллических пород, палеозоя, мезозоя, палеогена-автохтона, неогена Предкарпатского прогиба под надвигами и флишевой зоны Карпат.

Кристаллические породы — их выветренная поверхность — играют роль коллектора для нефти и газа на структурах Костеланы, Жданице, Корычаны (промышленные скопления), а также на других структурах — Русава, Угржице. Инфильтрация морских вод эвгалинной солености, насыщенных и даже пересыщенных углеводородами, из карпата в выветренную поверхность кристаллических пород доказана химизмом вод в скважинах Ступава-1, Тлумачов-1. Гидрогеохимическая связь между кристаллическими породами, девонем и карпатом доказана на скважине Голешов-1, однако ее гидрогеологическая оценка с точки зрения наличия нефти является отрицательной. Отрицательной является также оценка кристаллических пород в районе скважины Гулин-1 с опресненными водами, низконасыщенными метаном, инфильтровавшими из карпата.

Гидрогеохимические результаты из палеозоя — девона вплоть до нижнего карбона — под флишевыми надвигами в интересующей нас области являются в отношении наличия нефти положительными (Жарошице, Немчички, Тешаны, Угржице, Ежов). Коллекторы, отличающиеся в большинстве случаев малой проницаемостью, являются гидрогеологически замкнутыми, обводненными солянками первичного генезиса или водами

эвгалинной солености, насыщенными и даже пересыщенными метановыми газами. Установленные скопления нефти и метанового газа не имеют промышленного значения за исключением структуры Угржице.

В интересующей нас области отложения автохтонного мезозоя — юры Чешского массива — установлены под флишевыми надвигами Карпат лишь на структурах Кобылы, Угржице и Немчицки. С учетом данных по целой области наличия автохтонной юры на нашей территории (Michalíček 1981) перспективной в отношении наличия битумов считается пелито-псаммитовая фация юры, определенная Элиашем (Eliáš - Eliášová 1980). Оценка обоснована гидрогеологической замкнутостью комплекса, насыщением—пересыщением солянок метаном и проявлениями нефти и газа на целом ряде структур. Автохтонность солянок не доказана; с точки зрения их происхождения более возможным считается девон ввиду мелководного и гиперсоленого развития осадконакопления доломитов девона (Skoček 1978, Kalvoda 1980). Химическая аналогия солянок в толще карбона (Немчицки-1, Уезд-1), девона (Тешаны-1, Никольчице-6) и солянок юры очевидна. Коррелируемость химизма солянок девона также с солянками автохтонного палеогена несвачильского и врановицкого грабенов с доказанным морским развитием свидетельствует о возможности девонского происхождения солянок в разрезе осадков всей области. Следовательно, гидрогеологически замкнутый комплекс юры в пелито-псаммитовом развитии представляет собой миграционную и собирательную толщу не только для углеводородов первичного и вторичного генезиса из материнских пород юры, но и для углеводородов второго поколения из палеозоя.

Западнее границы между пелито-карбонатной фацией и фацией карбонатов юры по геохимии вод и газов была установлена сегодняшняя гидрогеологическая открытость карбонатного комплекса юры, современная стадия вымывания и опреснения боковой инфильтрацией вадозных вод от окраины Чешского массива. По гидродинамической и гидрохимической связанности юрских карбонатов с вышележающими горизонтами нижнего миоцена и карпата (Мушов-1, Новоседлы-1, Поуздржаны-1) при неогеновом перекрытии юры недостаточной мощности необходимо также предполагать вертикальную инфильтрацию вадозных вод. Следовательно, возможность открытия выразительного скопления нефти и газа в этой области ограничена.

Положительную гидрогеологическую оценку автохтонного олигоцена (Нотола 1961) по данным бурения скважины Несвачилька-1, обоснованную гидрогеологической замкнутостью и насыщением глубокозалегающих проницаемых толщ, слабыми солянками — водами эвгалинной минерализации, насыщенными и пересыщенными углеводородами, под-

тверждают также новые результаты, полученные в скважинах Никольчице-2А, Кобыли-1, Тешаны-1, Угржице-1.

Перспективность неогена под флишевыми надвигами Карпат в интересующей нас области с точки зрения наличия битумов больше, чем в гидрогеологической структурной зоне Предкарпатский прогиб. Это является результатом более высокой гидрогеологической замкнутости, более высокого кроющего эффекта флишевых надвигов и большего удаления от окраины Чешского массива. Новым месторождением углеводородов, промышленная эксплуатация которого вполне реальна, является месторождение нефти и газа в карпате в районе Жданице (Krejčí - Brzobohatý 1984). Высокий нефтегазоматеринский характер неогеновых отложений, особенно карпата, находит отражение в содержании биогенных элементов и в насыщении и пересыщении сильно минерализованных Na-Cl вод в гидрогеологически замкнутых коллекторах эггенбург-оттангского возраста (Жарошице-2), карпатского возраста (Кожушице-1—4, Ярогневице-1, Роштин-1, Кромержиж-1, структура Костеланы). Скопления метана под давлением были установлены также целым рядом скважин в карпате на структурах Костеланы, Градиско, Кожушице, Кобержице. В псаммитах карпата в северной части юго-восточных склонов Чешского массива известны промышленные месторождения метановых газов Хорыне, Пришбор, Клокочов.

Флишевая зона Карпат в центральной и в южной частях области юго-восточных склонов Чешского массива остается с точки зрения перспективности в отношении наличия здесь битумов открытой проблемой. Это касается прежде всего магурского надвига. По внешней флишевой зоне мы располагаем минимальной гидрогеологической информацией по отдельным гидрогеологическим (и тектоническим) поуздранской и здоунсцкой зонам, карпату паравтохтона, на разрезе которых при преимущественно пелитовом развитии отложений коллекторы не представлены или же их псаммиты обладают отрицательными коллекторскими свойствами.

Максимальное проявление битумов — непромышленный приток нефти и газа — было установлено на структурах Кобыли-1 и Немчички-1 из проницаемых псаммитов поуздранской (и жданицкой) зоны.

В жданицко-подсилезской зоне был установлен целый ряд проявлений газа, хотя они не имеют промышленного значения (Бояновице-1, Курдеев-3, Жарошице-2, Угржице-3, Цф Кобыли-1), притоки нефти и газа были доказаны в скважинах Кобыли-1 и Ежов-1 и гидрогеологически замкнутые воды Na-Cl типа, насыщенные—пересыщенные метаном, — в скважинах Жарошице-1, Роштин-1, Ярогневице-1.

Жданицко-подсилезская зона представляет собой сегодня непроницаемую толщу-покрышку. Проницаемые псаммиты, встречающиеся в ред-

ких случаях в подменилитовых слоях, а чаще в жданицко-густопеческих и менилитовых слоях, являются плохими коллекторами. Скопления углеводородов или насыщение и пересыщение замкнутых здесь вод являются результатом дополнительной миграции из толщ материнских пород из непосредственной окрестности ловушек. Учитывая плохие коллекторские свойства, существование и открытие крупных месторождений промышленного значения мало вероятно.

Гидрогеологическая оценка внутреннего (магурского) надвига основывается на результатах, полученных в разведочных скважинах из верхнего складчатого комплекса магурской флишевой зоны мощностью более 5,5 км. Нижний комплекс, сложенный мезозойскими отложениями верхнетриасового—альбского возраста, установленный скважиной Ярошов-1 (Špička et al. 1976), вообще нельзя реально оценить. Сегодня пока еще также невозможно провести ответственную оценку значения белокарпатской зоны или быстрицкой зоны как комплекса-покрышки, в котором однако, не исключено присутствие мощных коллекторов.

При существующем состоянии знаний (несмотря на притоки нефти и метанового газа из псаммитовых проницаемых толщ нижних и верхних соланьских слоев и нижних злинских слоев в скважине Ярошов-1, нефти из верхних злинских слоев на скважине Бржезувки-1, проявления газа со следами нефти в нижних соланьских слоях на скважинах Осретиманы-1, Ступава-3, Ежов-1 и метанового газа из злинских слоев рачанской зоны на скважине Блатничка-1) мы считаем верхний комплекс рачанской зоны мало надежным с точки зрения открытия промышленных месторождений нефти и газа. Ни одна скважина пока не показала существование благоприятно развитых, выдержанных по площади коллекторов большей мощности.

Кроме отсутствия регионально развитых хороших коллекторов достаточной мощности отрицательным фактом является более чем 50%-ое опреснение целого верхнего, смятого в складки комплекса рачанской зоны, т. е. до глубины приблизительно 5000 м (по скважине Ярошов-1), но и других зон внутренней (магурской) и также внешней флишевой области.

Подобный химизм вод в целом профиле внешней и внутренней (магурской) флишевой зон Карпат, независимость химизма, особенно хлоридно-натриевой солености, от глубины залегания, от литостратиграфической принадлежности свидетельствует о том, что опреснение, вымывание имело место еще перед достижением современного высокого состояния диагенеза.

Вместе с вымыванием первичных вод в геологическом прошлом неизбежно происходила частичная эмиграция, вымывание углеводородов первичного происхождения. Сегодняшнее содержание битумов в коллекто-

гах представляют собой остаточные первичные битумы, а также углеводороды вторичного происхождения.

Исходя из имеющихся сведений и знаний, можно сделать заключение, что в верхнем складчатом комплексе внешней и внутренней флишевой зон Карпат существуют скопления газообразных и жидких углеводородов. Однако, пока нам не известны никакие реальные факторы, которые обосновали бы предположение открытия в этом комплексе крупных месторождений углеводородов, особенно месторождений нефти. Более вероятным является существование месторождений газа скорее вторичного происхождения, которые, при возможном очень грубом залегании и, следовательно, больших давлениях, несмотря на малую пористость коллекторов, могли бы иметь большое значение.

С точки зрения открытия крупных месторождений углеводородов, прежде всего газов, мы считаем более надежным нижний комплекс магурской флишевой зоны ввиду его мало интенсивного смятия в складки, субгоризонтального залегания слоев. Вышезалегаящий, смятый в складки комплекс мог в геологическом прошлом играть роль как покрышки, так и источника. Коллекторы могут быть здесь также насыщены газами вторичного происхождения; они образовались или, точнее, были выделены из материнских пород в результате интенсивного складкообразования и диагенеза флишевых горных пород, погруженных в больших глубинах.

Газы в центральной части области юго-восточных склонов Чешского массива, растворенные в глубинных водах, нефтях, а также пластовые газы, несмотря на их возраст и литологию коллектора или толщи, к которой они принадлежат также генетически, относятся к газам преимущественно метановым, по классификации углеводородных газов Кофанова (Kofanov 1959) — к этан-пропановым. С генетической точки зрения это типичные газы нефтяного происхождения, характеризующиеся (хотя иногда очень низким) содержанием высших газообразных алканов в углеводородном спектре.

Исключение в химизме представляют собой газы, растворенные в водах девона на скважинах Дражовице-2, Швабенице-1 и Ратае-2, которые при принадлежности горизонтов к гидрогеологической зоне открытого (или ограниченного) обмена вод относим к газам азотного (азот более 75 объем. %) или азотно-метанового (Ратае-2) типа. Кроме метана из высших углеводородов в этих газах присутствует только этан (следы).

Повышенные содержания азота были установлены на целом ряде скважин, причем его концентрации находятся в пределах 10—20 объем. %: Марефы-1, Несвачилька-1, Нитковице-2, 5, Осветиманы-1, Ратае-1, Ступава-1, Тлумачов-1. Повышенная концентрация азота в большинстве случаев связана с повышением гелиеносности или с аномальной долей биогенного азота.

Данные о возрасте аккумуляций метановых газов, полученные гелий-аргоновым методом, колеблются в пределах от одного до сорока миллионов лет.

Месторождения газа Костеланы-запад, а также Градиско, представляют собой скопления гелиеносного метанового газа. Содержание гелия в газах месторождения Костеланы составляет 0,3—0,4 объем. %, в газах месторождения Градиско — приблизительно 0,1 объем. %. Слабо гелиеносными (гелий приблизительно 0,14 объем. %) представляются также скопления метанового газа в карпате на скважине Кожушице-4.

Генетическая связь между повышенными концентрациями гелия и повышенными аномальными концентрациями радиоактивных элементов, прежде всего урана, а также тория, в горных породах кристаллического фундамента данной области, урана в отложениях и радия в водах вышезалегающих осадочных толщ, была доказана (Michalíček 1975).

В газах, растворенных в водах и нефтях, и в свободных (спонтанных и пластовых) газах не были практически установлены повышенные содержания CO_2 (более 25 объем. %), наличие сероводорода в глубинных водах или в свободных газах является также явлением совершенно исключительным.

Наличие углекислого газа поствулканического происхождения в широком смысле в газах и глубинных водах изучаемой области очень ограничено. В свободных и растворенных газах он составляет не более 30 % (Глук). Это, однако, не распространяется на растворенные газы минеральных вод (Květ - Michalíček 1966).

Подводящим путем углекислого газа являются глубинные разломы с.в.—ю.-з. направления зоны Верхненморавской долины. Эта сбросовая зона, характеризующаяся не только выходами кислых минеральных вод, но и термальных вод, продолжается через флишевую и утесовую зоны Карпат.

По результатам анализа геохимии газов газовой структуры Глук подводящая зона и зона насыщения проницаемых толщ и глубинных вод углекислым газом является очень узкой. При малой проницаемости флишевых псаммитов миграция углекислого газа глубинного происхождения приурочена, по всей вероятности, только к собственной проницаемой сбросовой зоне.

Наличие сероводородных и метановых вод естественных выходов и колодцев в данной области чрезвычайно широко. В самой большой степени сероводород биогенного происхождения представлен в водах, содержащих CH_4 , в рачанской зоне. Вместе с многочисленными проявлениями битумов в этой зоне (Plíčka 1958) это является доказательством того, что в этой области отсутствует толща-покрышка. Рассеянные многочисленные проявления битумов, включая выход метановых—сероводород-

ных вод с повышенным содержанием хлоридов, свидетельствует о недостаточной герметичности и о постоянно протекающем опреснении синседиментационных вод, эмиграции битумов из горных пород в профиле магурского надвига без перекрывающего комплекса. Этой покрывкой являются, по всей вероятности, белокарпатская и быстрицкая зоны.

Přeložila M. Radevová

Пояснения к таблицам

- Таблица 1. Нефтегидрогеохимические и коллекторские данные.
Таблица 2. Выбор характерных химических анализов глубинных вод.
Таблица 3. Радиевые воды области с радиоактивностью более 0,37 беккерелей/л.
Таблица 4. Характерный химизм газов области.

Пояснения к приложениям

Прил. 1

Картограмма скважин в области центральной части юго-восточных склонов Чешского массива с пояснениями (краткие литостратиграфические профили скважин и результаты опытной откачки):

1 — границы основных геологических комплексов; 2 — прогиб платформы; 3 — гидрогеохимические корреляционные разрезы 1—1', 2—2' (приложение 2); 4 — план скважин и их литостратиграфические профили; 5 — зоны внешней флишевой области: А — жданицко-подсилезская, здоунецкая и поудржанская зоны, зоны магурской (внутренней) флишевой области Карпат, В — рачанская зона, С — быстрицкая зона, D — белокарпатская зона, Е — несвачильский грабен, F — Верхнеморавская долина.

Прил. 2

Гидрогеохимический корреляционный разрез (1—1'), (2—2'):

1 — корреляционная граница; 2 — трансгрессивная граница; 3 — основные плоскости надвига в надвиговом строении флишевых Карпат; 4—9 — приток: 4 — воды, 5 — нефти, 6 — нефти и воды, 7 — газа, 8 — самоизлив, 9 — испытуемый интервал без притока. Примененные сокращения литостратиграфического профиля скважин — см. Введение. Каротажные кривые: PS — самопроизвольная поляризация, Ω — естественное сопротивление.

Geochemistry of deep-seated water and natural gas in central Moravia

Hydrogeochemical prospecting factors indicate that the area of the SE slopes of the Bohemian Massif bounded in the N by the zone of the Upper Moravian Basin and in the S by the Nesvačilka graben is oil and gas promising and its productivity has been proved. The economic outlook improves south-eastward with increasing distance from the margin of the Bohemian Massif as the covering and source rocks increase in thickness. Factors limiting an industrial-scale oil and gas productivity of the sedimentary complexes in the section of the area are the exceptional occurrence of good reservoir rocks, their regional

inconstancy and the high degree of freshening of the waters occurring in the folded complex in the outer and inner flysch zones of the Carpathians. The existence of almost exclusively methane gases of the ethane-propane type of bituminous origin has been proved in the area.

Přeložila H. Šilarová

