

Pg. Stanislav H u r n í k
VÚHU

H Y D R O G E O L O G I C K Ý V Ý Z K U M
K U Ř A V E K V I X . P O L I
D O L U K O H I N O O R I I .
V M A R I Á N S K Ý C H R A D Ě C Í C H

Již přes 70 let je v centrální části Chomutovsko-mostecké teplické pánve spojena těžba hnědého uhlí s odvodňováním zvodnělých písků v nadložním souvrství. Dodnes je však značná část těchto písků – kuřavek neodvodněna a váže nemalé zásoby kvalitního hnědého uhlí (viz "rezervátní pole"). V tomto prostoru leží též IX. pole dolu Kohinoor II, v němž již během příštích let má být zahájena těžba. Jelikož se do nedávna předpokládalo, že zdejší kuřavky jsou těžko odvodnitelné, bylo nutno urychleně objasnit některé základní otázky, k jejichž zodpovězení sotva postačovaly dosavadní zkušenosti.

Při dosavadní odvodňovací praxi se vycházelo především z mnohaletých zkušeností a hlavní důraz se kladl na technické práce. Geologie a hydrogeologie kuřavek byla do nedávna opomíjena.

Jelikož odvodňování kuřavek je především problémem hydrogeologickým, bylo řešení odvodňování IX. pole Kohinoor II zaměřeno především tímto směrem. Již po zhodnocení vrtného průzkumu bylo možno konstatovat, že odvodňování zdejších kuřavek nebude činit větších potíží než na dole Mír (viz zpráva VÚHU, 1961).

Zhodnocení vrtného průzkumu

Po vyhodnocení vrtného průzkumu bylo možno konstatovat, že zvodnělé písky jsou v celém prostoru IX. pole. Rovněž bylo zjištěno, že zde netvoří lokální čočky, ale že se vyskytují vesměs v určitých, plošně rozsáhlých horizontech. Pro polohy písků, které leží v těsné blízkosti nad sebou, bylo použito označení "kuřavkové obzory" (viz zpráva VÚHU, 1961).

V prostoru IX. pole lze rozlišit tři kuřavkové obzory. První obzor leží v průměru 100 m nad stropem hlavní sloje, druhý 20-30 m a třetí (pouze lokální výskyt) byl zastižen zhruba 30 m pod druhým. Nejvýznamnější je první obzor, který je vyvinut v celém prostoru IX. pole. Je téměř v celém prostoru tvořen nejméně dvěma písčitými polohami. Jeho generelní úklon je k SZ, kde dosahuje počva obzoru největší hloubky (243 m). Strop nejvyšší polohy je zde v hlouce 215 m pod povrchem. Nejmenší hloubky dosahuje v jižní části, kde se pohybuje pouze kolem 130 m. Směrem SZ se rovněž snižuje mocnost jílu mezi písky a slojí až na 31 m. Mocnost I.obzoru a zejména jednotlivých poloh je dosti proměnlivá. V západní části IX. pole se v průměru pohybuje mezi 7- 15 m, ve střední a východní části mezi 9-19 m. Byly rovněž zjištěny mocnosti, přesahující 20 m.

Druhý obzor zasahuje do prostoru IX. pole od východu a byl zastižen pouze několika vrty. Třetí obzor je zřejmě reprezentován lokálně značně omezenými čočkami, které byly dosud zastiženy pouze dvěma vrty a maximální mocnost činí 3,5 m.

Větší pozornost byla věnována též tektonice. Třebaže se jedná o malý úsek, je dosti tektonicky porušen. Interpretace výsledků vrtného průzkumu byla porovnávána s předpokládanými tektonickými liniemi, které jsou uváděny v důlních mapách a s liniemi, které byly zjištěny geofyzikálním průzkumem. Bylo zjištěno, že průběh poruch, stanovený geofyzikálním průzkumem, prováděným za války, neodpovídá skutečnosti.

Z geologie zkoumaného území vyplývá, že IX. pole je součástí severozápadního uzávěru kuřavkové oblasti. Přirozený uzávěr probíhá v těsném sousedství IX. pole, kde západním a severozápadním směrem písky vyklíňují. Na jihu probíhá poklesová porucha "skok Viktoria", která je podle dosavadních znalostí nepropustná. Hydraulické spojení s centrální částí kuřavkové oblasti je zřejmě pouze na východě a severovýchodě směrem do Libkovického pole.

Propustnost zdejších písků je v horizontálním i vertikálním

ním směru značně proměnlivá. Příčiny je nutno spatřovat především v tom, že se jedná o koncovou facii bílinské delty. Generálně přecházejí písky západním směrem a severozápadním směrem (vesměs již mimo IX. pole) do písčitých jíílů nebo prachu až do zcela nepropustných jíílů (celkem bylo provedeno na 300 zrnitostních rozborů písků). Průměrný koeficient filtrace písků v IX. poli stanovený laboratorně se pohybuje kolem 6-9 m/24 hod. Po stránce chemické jsou vody z písků natriumbikarbonátového typu.

Významnou vlastností kuřavek je napjatá hladina vody. Před zásahem do zdejšího hydrogeologického režimu se pohybovala kolem 100 m nad stropem zvodnělého horizontu a ve hlubších partiích dosahovala až 140 m. Z rekonstrukce původních hydroisohyps vyplývá, že se pohybovala mezi 205-210 m n. m.

V závěru bude účelné zmíniti se o metodice průzkumu a jeho nedostacích. Třebaže do r. 1961 existovalo v IX. poli několik desítek vrtů, nebylo možné v mnoha případech zodpovědět jednoznačně některé základní otázky. Příčiny jsou především v různé kvalitě vrtného průzkumu. Vrty zde byly prováděny již od počátku století a jejich podstatná část byla vrtána ručními soupravami. Pouze několik vrtů bylo vrtáno na jádro. U vrtů z období před rokem 1958 chybí veškeré hydrogeologické údaje a ve většině případů vykazují podstatně menší mocnosti písků než novější vrty. Od roku 1958 jsou sice zaznamenávány napjaté hladiny podzemní vody a odebírány vzorky na zrnitostní analýsy, ovšem způsob vrtání nemůže při použití do větších hloubek poskytnout přesný a detailní geologický profil. Vezme-li se ještě v úvahu odklon vrtů od svislice (viz obr. 2), jsou dostatečně vysvětleny četné rozdíly v profilech vzájemně sousedících vrtů. Při použití lžícového vrtáku (šapy) bývají zejména ve větších hloubkách horniny natolik rozrušeny a částečně promíseny, že přechody mezi jednotlivými petrograficky odlišnými vrstvami jsou částečně setřeny a slabší polohy bývají někdy i nezjištěny. U tvrdých hornin bývá naopak zjišťována ručními soupravami až trojnásobná mocnost, než ve skutečnosti.

Jelikož tímto průzkumem nebyly dostatečně objasněny hydrogeologické poměry (tvorba a dosah deprese, ověření laboratorních výsledků apod.), byl navržen dlouhodobý čerpací pokus. Jeho účelem bylo mimo získání potřebných hydrogeologických parametrů vyzkoušení odvodňování pomocí ponorných čerpadel.

Na závěr nutno upozornit na zajímavé zjištění v V. revíru dolu Kohinoor II. Při vyhodnocování úložních poměrů bylo zjištěno, že kuřavkové obzory zasahují ještě nad V. revír. Vzhledem k tomu, že se zde nepředpokládal výskyt kuřavek, prováděla se zde těžba uhlí bez zřetele na bezpečnostní opatření při dobývání pod kuřavkou. Je zajímavé, že třebaže kuřavky zde leží 30-90 m nad slojí, nedošlo během těžby k jedinému projevu průniku kuřavek do důlních děl. Při tom důsledky se již projevily vytvořením mírné prolákliny na povrchu terénu. Lze proto předpokládat, že ve zdejších geologických poměrech je bezpečnostní koeficient poněkud nadsazen. Příčiny lze spatřovat nejspíše v petrografické povaze meziložních vrstev a způsobu jejich destrukce.

Dlouhodobý čerpací pokus v IX. poli

Pro detailní hydrogeologický průzkum jsou charakteristické dlouhodobé čerpací pokusy. V rámci prováděného vrtného hydrogeologického průzkumu však o nich nebylo možno uvažovat, neboť kuřavky jsou v uvedené oblasti uloženy velmi hluboko pod povrchem (kolem 200 m). Nebyla totiž k dispozici potřebná čerpadla. Jelikož se zdejšími kuřavkami nebyly praktické zkušenosti, uvažovalo se vyzkoušet jejich odvodnitelnost spuštěním některého z průzkumných vrtů. Vzhledem k tomu, že IX. pole není dosud dotčeno báňskou činností, nebylo možno tento pokus realizovat.

Byl proto podán návrh na nový způsob odvodňování kuřavek pomocí výkonných ponorných čerpadel s čerpáním vody na povrch

a vypracován projekt na vyzkoušení navrženého způsobu odvodňování. Současně s tím však byly reálné možnosti na uskutečnění dlouhodobého čerpacího pokusu. Proto byl projekt vypracován tak, aby bylo možno řešit a vyzkoušet obě otázky.

Navržený hydrogeologický uzel se skládal ze tří pozorovacích vrtů a centrálního čerpacího vrtu. Podle projektu měl být centrální vrt vystrojen lepenými filtry. Jelikož však nebyly k dispozici, byl opět vystrojen filtrem sypaným, ovšem v poněkud jiné formě, než dosud používaný. K čerpání bylo použito ponorné čerpadlo Sigma typu 100 F/876-44. Do systému pozorovacích vrtů byl zapojen též průzkumný vrt MR-26, který byl vzdálen od centrálního vrtu 210 m a vrt MR-22, vzdálený od centrálního 775 m.

Dlouhodobý čerpací pokus byl rozvržen na tři deprese, jichž mělo být dosaženo konstantními, postupně vyššími vydatnostmi. Na základě výsledků krátkodobého čerpacího pokusu bylo rozhodnuto dosáhnout první deprese vydatností 150 l/min. Čerpání bylo zahájeno 7. 4. 1962. Ustálená napjatá hladina byla před zahájením čerpacího pokusu u všech vrtů hydrouzlu kolem 205 m n. m. Pokus byl prováděn po dobu 53 dnů, tj. celkem 1 260 hodin. Z toho se pro různé poruchy na čerpacím zařízení a vypnutí proudu nečerpalo 327 hodin. Celkem bylo při konstantní vydatnosti vyčerpáno z kuřavkového horizontu 8 397 m³. Během pokusu nebyl prakticky vyplavován žádný plastický materiál a čerpaná voda byla čirá.

Velmi mírný pokles hladiny koncem května na všech vrtech hydrogeologického uzlu svědčil o tom, že bylo již téměř dosaženo ustáleného stavu a že během několika dní bude ukončena první deprese. Vzhledem k poměrně značnému poklesu hladin a dosahu depresního kužele se uvažovalo, že druhá deprese nebude dosaženo vydatností 300 l/min., nýbrž při čerpání max. 250 l/min.

V téže době byly nafárány odvodňovací vrty MR-22 a MR-24 u projektované mariánsko-radčické jámy, které byly od hydrouzlu vzdáleny zhruba 800 m. Z nich u vrtu MR-24 během několika dní

nastal výtok vody kolem svodové pažnice, který se prudce zvyšoval a přesahoval 600 l/min.

Jelikož v následujících dnech byl spuštěn i vrt MR-22 a později vrt MR-18, došlo ke značnému ovlivnění hydrogeologického režimu kuřavek v celém prostoru IX. pole. Vzhledem ke stále klesající tendenci napjaté hladiny podzemní vody bylo pokračování v čerpacím pokusu na hydrouzlu bezpředmětným. Hladina podzemní vody, ani vydatnost vrtu MR-24 nebyly totiž ještě zdaleka ustáleny, takže v případě pokračování by byl čerpací pokus natolik ovlivněn, že výsledků měření by nebylo možno použít k vyhodnocení. Během následujících měsíců byla napjatá hladina podzemní vody snížena v celém prostoru IX. pole více než o polovinu.

Výsledky čerpacího pokusu, zejména plochý tvar depresní křivky, byly náležitě potvrzeny zmíněným průnikem kuřavkových vod kolem svodové kolony vrtu MR-24 do důlních prostor. Vyhodnocením tohoto průvalu byly tvarem vzniklé deprese ověřeny též předpoklady o pohybu podzemních vod v širším okolí IX. pole. Tvar deprese v západní části pole se prakticky shodoval s výpočty podle čerpacího pokusu. Např. pro snížení 140 m měla by být ve vzdálenosti 1 000 m dosažena deprese 69 m. Ve vrtu MR-21, který je vzdálen od vrtu MR-24 zhruba 1 100 m, byla naměřena maximální deprese 66 m. K tomu nutno dodat, že uvedené vrty leží na jedné tektonické kře. Ve směru přítoků je tvar deprese deformován jednak dynamickými přítoky, jednak geologickými faktory, ovlivňujícími propustnost.

K výpočtu koeficientu propustnosti z výsledků čerpacího pokusu bylo použito několika způsobů za předpokladu laminárního proudění podzemní vody. Průměrná vypočtená hodnota k činí 1,68 m/24 hodin. Při tom výpočty propustnosti pro jednotlivá ramena použitím jednoho pozorovacího vrtu jsou vyšší než použitím dvou pozorovacích vrtů. V porovnání s laboratorními rozbory písků vykazuje nižší hodnotu. Po vyloučení výpočtů s méně vyhovu -

jíci vrt dosahoval průměrný koeficient filtrace 2,2 m/24 hod.

Dále byly počítány potřebné vydatnosti pro příslušná snížení. K výpočtu bylo použito jednak Thiem-Dupuitova vzorce, jednak Loudova vztahu. Získané výsledky jsou zachyceny v následující tabulce:

Výpočet vydatnosti Q podle Thiem-Dupuitova vzorce pro vrt H₀

$$Q = \frac{2,73 \cdot k \cdot M \cdot s}{\log R - \log r}$$

Snížení	R	Q	
		m ³ /vt.	l/min.
10	696,0	0,00138572	83,148
20	1392,0	0,0025545	153,270
23,73	1651,0	0,00297344	178,404
30	2088,0	0,0036638	219,832
40	2784,0	0,0047378	284,271
50	3480,0	0,00578698	347,218
60	4176,0	0,0068170	409,025
70	4872,0	0,0078318	469,913
80	5568,0	0,0088339	530,037
90	6264,0	0,0098251	589,507
100	6960,0	0,0108068	648,408
140	9744,0	0,014657	879,000

Poznámka : Rozdíl mezi skutečně měřeným Q při první depresi a Q vypočítaným je dán do určité míry vstupním odporem filtru čerpacího vrtu, kdy hladina pozorovacího vrtu je na plášti studně výše než v čerpacím vrtu.

Obtížné bylo vyhodnocování dosahu deprese. Byla použita řada vzorců, vesměs však s výsledky, které se neshodovaly se skutečností, ověřenou čerpacím pokusem. Nakonec bylo nutno přistoupit ke korelaci některých vzorců s ohledem na experimentální výsledky získané čerpacím pokusem. Nejpříjemnější hodnoty byly získány upravením vzorce I.P. Kusakina při dosazení konstanty 1500. Podle odvozeného vzorce, upraveného s ohledem na místní hydrogeologické podmínky studované oblasti byl potom počítán dosah deprese pro různá snížení. Tyto hodnoty jsou uvedeny rovněž v předchozí tabulce.

Jak bylo již výše uvedeno, měly by platit tyto hodnoty pouze za předpokladu stejného koeficientu propustnosti v celé oblasti a s vyloučením všech geologických faktorů ovlivňujících dynamiku podzemních vod.

Dále byl počítán dosah snížení pro určité vzdálenosti od čerpacího vrtu. Jelikož při dosazení vypočteného průměrného koeficientu filtrace do příslušného vzorce vycházely hodnoty, které se značně lišily od naměřených, byl vypočítán koeficient charakterisující tvar depresní křivky

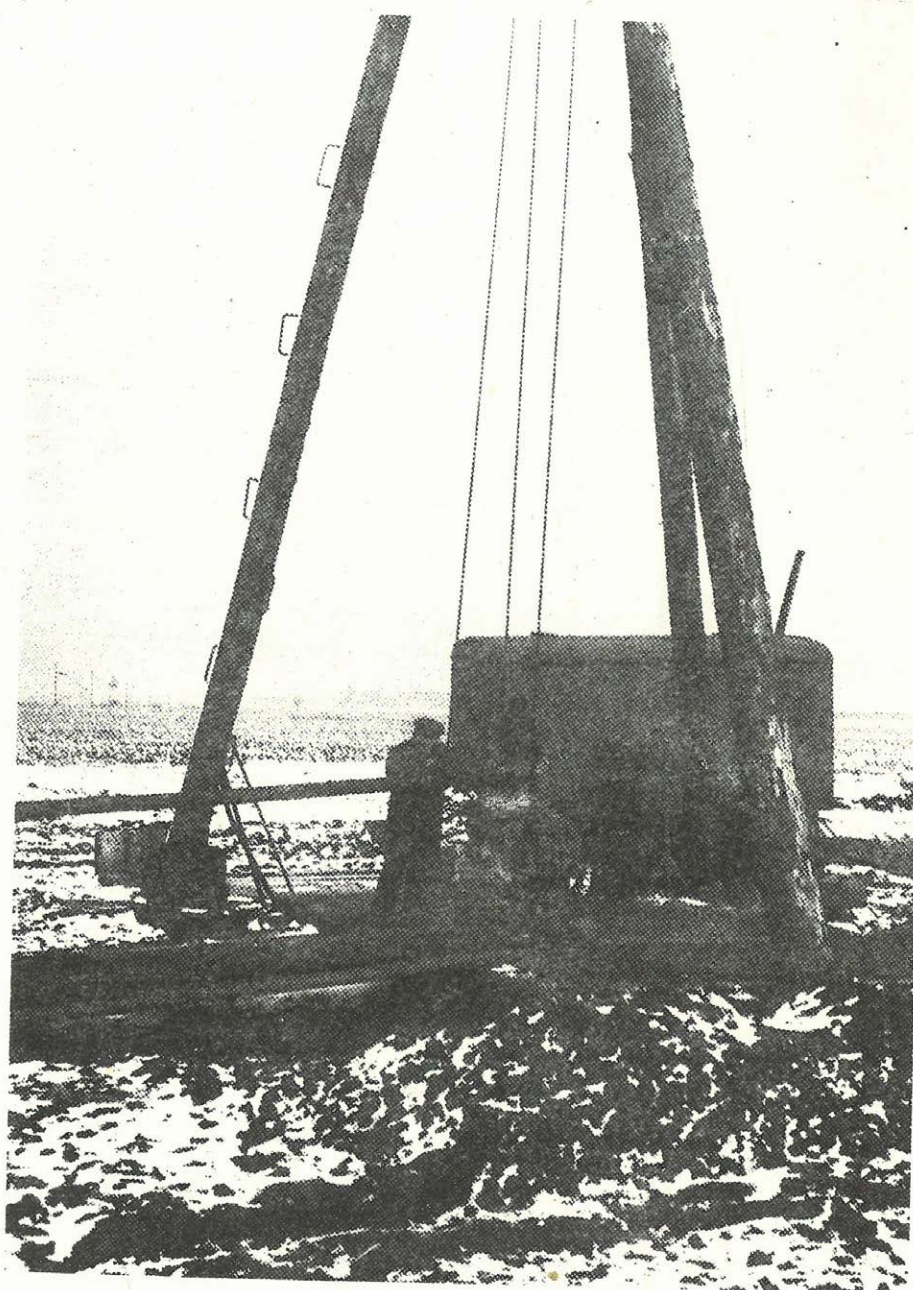
$$\beta = \frac{Q (\ln R - \ln x)}{2\pi M s} .$$

Jeho dosazením do rovnice pro snížení byly potom získány výsledky, které se mnohem více blíží skutečnosti (viz přiložená tabulka).

V závěru nutno zdůraznit, že vyhodnocování tohoto prvního dlouhodobého čerpacího pokusu v mostecké kuřavkové oblasti (na němž se aktivně podílel Pg. H a a s , Pg. T r a c h t u l e c a Pg. B r u s) se prakticky propracovávala metodika pro vyhodnocování získaných výsledků (zejména vyhledávání vhodných vzorců, jichž by bylo možno použít pro danou oblast).

V závěru bude účelné se ještě zmínit o koeficientu filtrace. Jelikož nebylo možno vytvořit na hydrouzlu tři deprese a realizovat barvící zkoušky, pokusily jsme se o revizi hodnoty k pomocí jiných metod. Koeficient filtrace byl počítán ze stoupacích pokusů na průzkumných vrtech (prováděla Pf. Fröhlichová). Jeho průměrná hodnota byla zprůměrována s k čerpacího pokusu a výsledek činil 5,15 m/24 h. Mimoto byla provedena studie o výpočtech k ze zrnitostních rozborů (prováděla s. Kondrátová). Pomocí různých výpočtových metod bylo počítáno k pro vrty hydrouzlu. Po eliminaci nevyhovujících vzorců byla získána průměrná hodnota, která se prakticky shodovala s průměrným koeficientem filtrace z experimentálních zkoušek. Činila 5,06 m/24 h. Z toho lze usuzovat, že průměrná hodnota koeficientu filtrace pro IX. pole se pohybuje kolem 5,0 m/24 hod. Tuto hodnotu je možno považovat za nejvíce odpovídající skutečnosti. Lze totiž předpokládat, že výsledky z čerpacího pokusu jsou poněkud nižší, neboť nebyl uvažován odpor filtrů a naopak při výpočtech k ze stoupacích pokusů dochází k nadhodnocení v souvislosti se zkreslením prvních fází stoupací křivky.

Závěrem možno konstatovat, že podrobný hydrogeologický průzkum IX. pole poskytl velmi dobré výsledky, na jejichž podkladě bude možno vypracovat reálný projekt na odvodnění. Ukázalo se, že rozteč odvodňovacích vrtů lze volit mnohem větší, než byla dosud v odvodňovací praxi používána (kolem 200 m). Zavedením vhodných lepených filtrů lze očekávat, že vydatnosti jednotlivých vrtů se budou značně přibližovat vypočteným hodnotám, takže celkový odvodňovací efekt bude velmi příznivý.



Tabulka dosahu snížení při snížení
s na čerpacím vrtu

součinitel charakterisující tvar depres-
ních křivek se rovná

podle vzorce

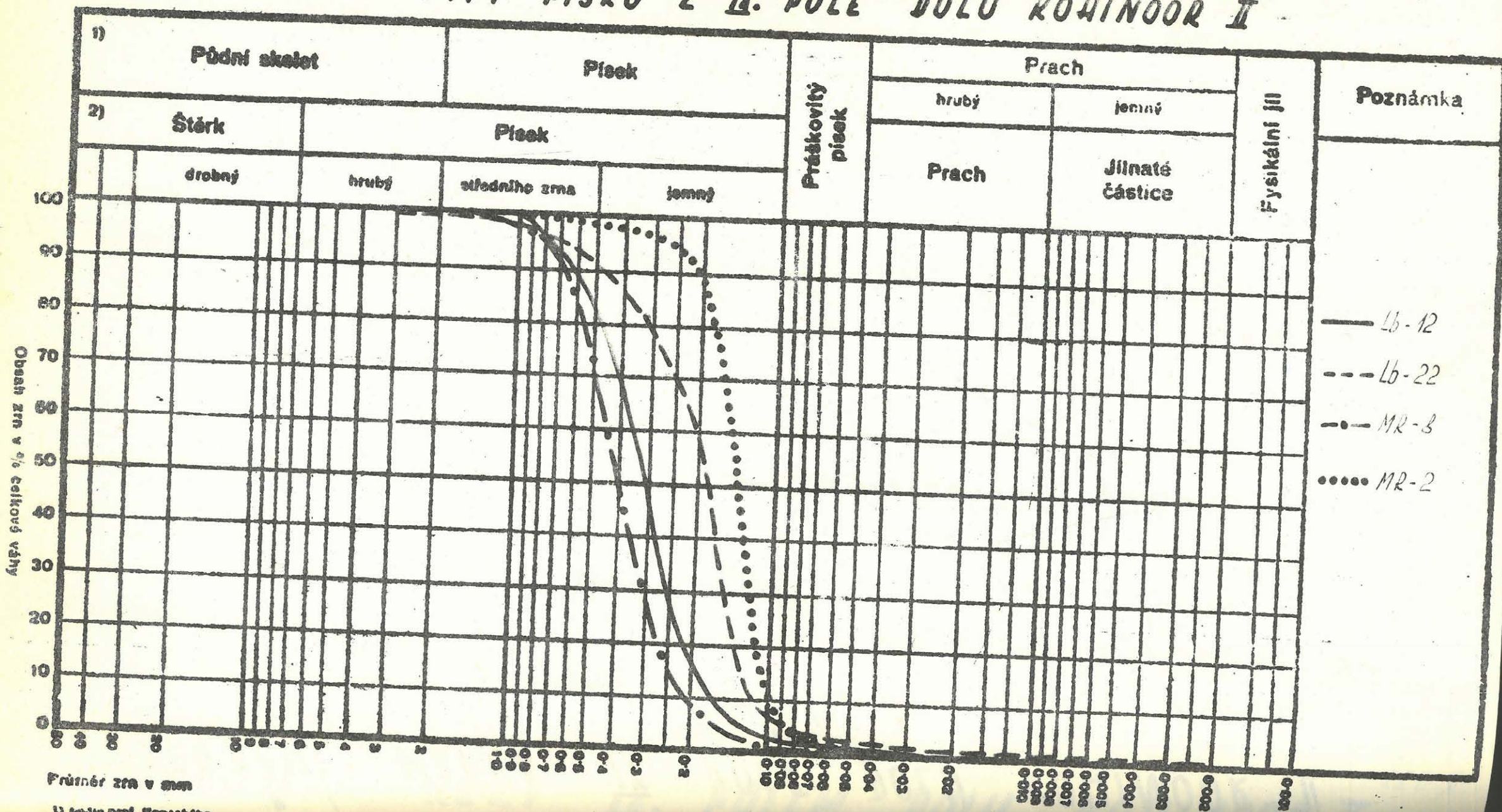
$$S = \frac{Q}{2\pi \cdot \rho \cdot M} \dots (\ln R - \ln x)$$

$$= \frac{Q (\ln R - \ln x)}{2\pi M \cdot s}$$

s' = 23,73		s' = 50		s' = 100		s' = 140	
x (m)	s (m)	x (m)	s (m)	x (m)	s (m)	x (m)	s (m)
100	17,2408	100	42,4706	100	94,8091	100	138,8002
200	12,9874	200	34,1763	200	79,3186	200	177,7907
300	10,4856	300	29,3256	300	70,2594	300	105,5012
400	8,7166	400	25,8832	400	63,8303	400	96,7815
500	7,3442	500	23,2125	500	58,8426	500	90,0178
600	6,2177	600	21,0313	600	54,7688	600	84,4895
700	5,2757	700	19,1874	700	51,3252	700	79,8194
800	4,4542	800	17,5889	800	48,3397	800	75,7720
900	3,7305	900	16,1805	900	45,7096	900	72,2021
1000	3,0824	1 000	14,9194	1000	43,3520	1000	69,0083

KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMIN

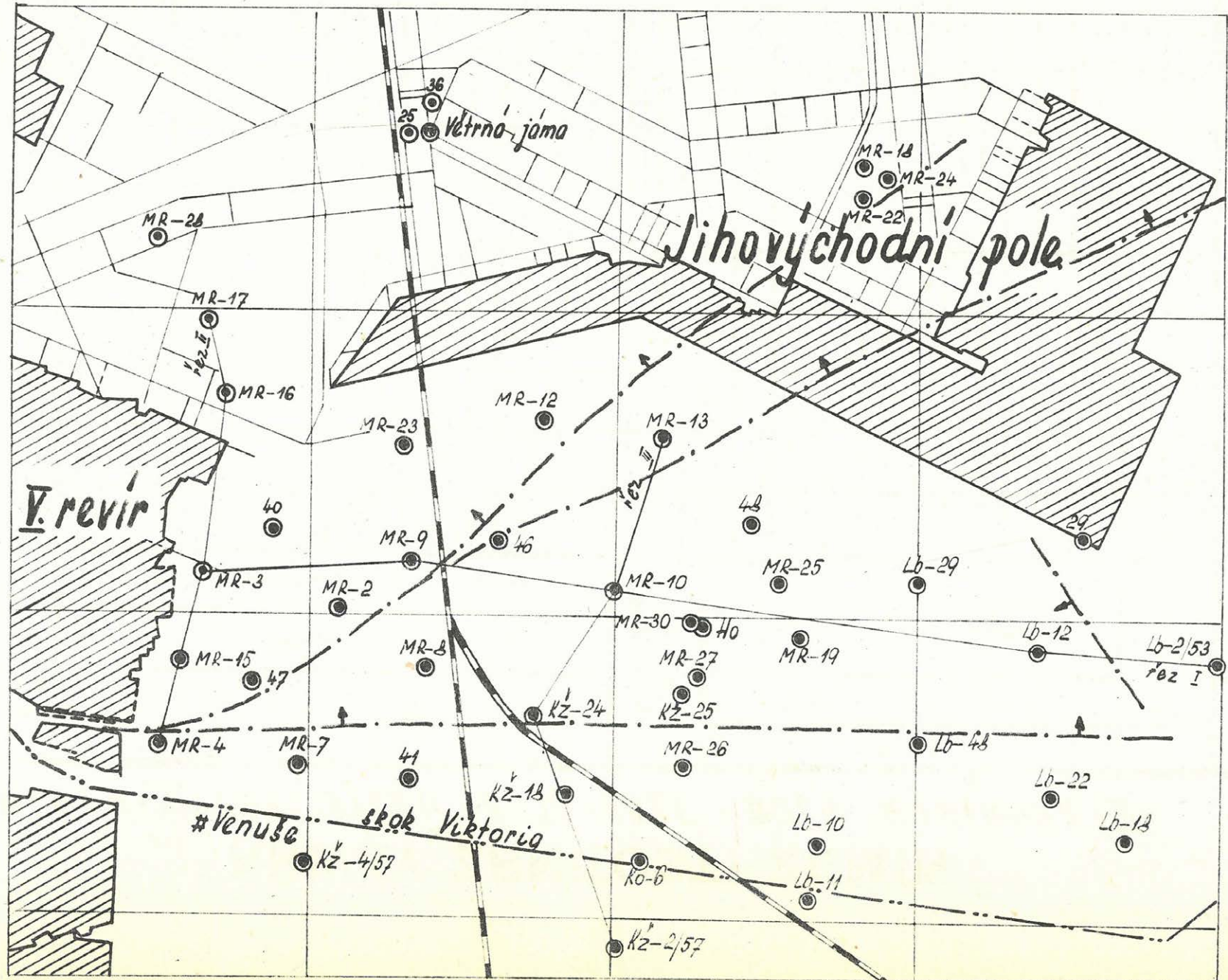
HLAVNÍ TYPY PÍSKŮ Z II. POLE DOLU KOHINOOR II



Průměr zrn v mm

1) podle prof. Knapického
2) podle ČSN 1150-1937

SITUACNÍ MAPKA IX. POLE DOLU KOHINOOR II
1 : 10 000



REZ I

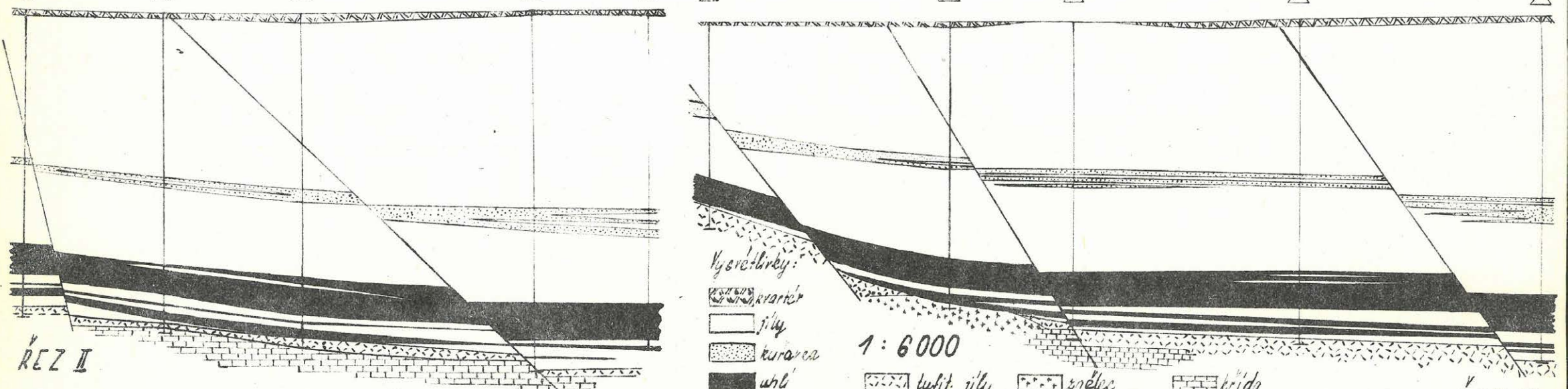
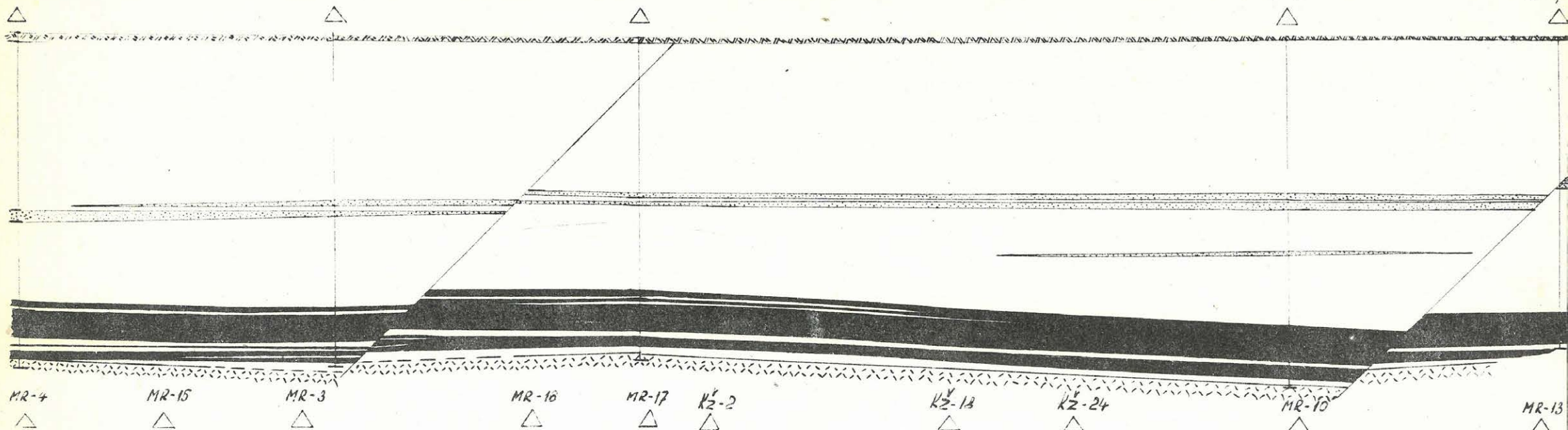
MR-3

MR-9

MR-10

LD-12

LD-2/3



Vývěř: vývěř

vývěř

jíl

kurarce

uhlí

1:6000

tufit. jíly

zvěřec

brida

REZ II

REZ III

GEOLOGICKÉ ŘEZY IX. POLEM DOLU KOHINOOR II