

Ing. Jan Žďárský, CSc., RNDr. Michal Řehoř, Ing. Jaromír Fultner, Ing. Tomáš Lang, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s.

## Hodnocení dobývacích podmínek na lomech podkrušnohorské oblasti

### Bewertung der Abbaubedingungen auf den Tagebauen der Untererzgebirgsregion

Der Einleitungsteil des Vortrags gewährt durch eine enzyklopädische Form Grundinformationen über die geologische Struktur des Kohlenflözhangendgebirges in der Untererzgebirgsregion in Anbetracht der Lösbarkeit und Gewinnbarkeit des Deckgebirges. Weiter dann macht er mit neuen Erkenntnissen bekannt, welche bei der Bewertung der Lösbarkeit und Gewinnbarkeit des Deckgebirges und beim prognostizieren der Lösewiederstände erreicht wurden. Es handelte sich um eine Forschungsarbeit im Rahmen des Grantauftrags, welcher im Jahre 2000 beendet wurde. Dieser Auftrag wurde als "Prognostizierung der Lösewiederstände von Gesteinen in perspektivistischen Abbaufeldern der Großtagebaue" benannt, und auf dem Tagebau Libouš – Ost und Libouš II appliziert.

Eine besondere Aufmerksamkeit ist dem Vorkommen und der Gewinnung von mächtigen Festgesteinslagen, welche meistens nicht durch eine kontinuierliche Technik und Technologie gefördert werden können, gewidmet. Die Autoren sind sich bewusst dessen, dass bei dem möglichen Umfang des Vortrags den weiteren technologischen Aspekten, welche die Gewinnung beeinflussen, wie die Klebrigkeit, Stückgröße u. ä. keine Aufmerksamkeit gewidmet werden konnte. Diese Aspekte wurden jedoch im Schluss des Vortrags bei der Spezifizierung der Ausnutzungsmöglichkeiten der Bewertung der Gewinnbarkeit von Kohlenflözdeckgebirgsschichten in Erwägung gebracht.

### Evaluation of mining conditions at open-pit quarries in districts below Krušné Hory mountain

Paper introduction gives (in an encyclopaedic way) basic information about geological structure of hanging wall

in districts below Krušné Hory mountains considering disintegration and workability of hanging wall. Furthermore the paper mentions new knowledge that were discovered at evaluation of disintegration and workability of hanging wall at prediction of disintegration resistances in the scope of research work to solve grant task concluded in 2000. Name of research work is "Prediction of rock disintegration resistances in perspective mine fields of gigant open-pit quarries". Research work was applied at quarries Libouš – east and Libouš II.

Particular attention is attended to occurrence and mining of thick hard places that mostly cannot be extracted with continuous machinery and technology. Authors are conscious of the fact that attention, at possible scope of the paper, cannot be attended to other technological aspects affecting mining such as binding power, lumpiness, etc. These aspects are considered in conclusion of the paper at specifying possibilities of hanging wall coal seams workability evaluation.

### Hodnocení dobývacích podmínek na lomech podkrušnohorské oblasti

Vstupní část přednášky dává encyklopedickou formou základní informaci o geologické stavbě nadloží uhelných slojí v podkrušnohorské oblasti vzhledem k rozpojitelnosti a dobytelnosti nadloží. Dále pak seznamuje s novými poznatky, kterých bylo při hodnocení rozpojitelnosti a dobytelnosti nadloží dosaženo v prognózování rozpojovacích odporů v rámci výzkumné práce na grantovém úkolu ukončeném v roce 2000 a nazvaném „Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolových polích velkolomů“ a aplikovaném na lomu Libouš – východ a Libouš II.

Zvláštní pozornost je věnována výskytu a dobývání mocných pevných poloh, které

většinou nelze dobývat kontinuální technikou a technologií. Autoři si jsou vědomi toho, že při možném rozsahu přednášky nemohla být věnována pozornost dalším technologickým aspektům,

ovlivňujícím dobývání jako je lepivost, kusovitost apod. Jsou však brány v úvahu v závěru přednášky při specifikaci možností využití hodnocení dobytelnosti nadloží uhelných slojí.

## 1. Úvod

I když dochází k restrukturalizaci českého průmyslu a diverzifikaci výroby elektrické energie a tepla na úkor hnědého uhlí, dá se předpokládat, že v podkrušnohorské oblasti budou v rámci ekolimitů nadále provozovány lomy jak v severočeské, tak sokolovské pánvi.

Podle současných znalostí lze předpokládat, že v Severočeské pánvi lom Českolovenské armády ukončí svoji těžbu cca do roku 2015-2018, lom Vršany cca do roku 2045, lom Bílina cca do roku 2030 a lom Libouš cca do roku 2030. V Sokolovské pánvi pak lom Jiří do r. 2025 a lom Družba cca do r. 2040. Vzhledem k tomu, že tyto velkolomy přecházejí do perspektivních, případně nových dolových polí, většinou hlouběji uložených, je aktuální inovace dobývací techniky, která slouží již desítky let. K tomu, aby bylo možno objektivizovat zadání pro rekonstrukci stávajících rýpadel a zadávací parametry nových strojů, je nutná znalost podmínek dobývání v perspektivních dolových polích, zejména pak znalost rozpojovacích sil, které bude nutno vyvinout pro překonání rozpojovacích odporů dobývaných sedimentů. Ke splnění takového požadavku výraznou měrou přispělo řešení grantového úkolu nazvaného „Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolových polích velkolomů“, registrovaného pod číslem 105/98/0166. Řešení navazuje na dosud provedené práce ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí v Mostě, zabývající se hodnocením dobytelnosti.

## 2. Stručné geologické rozdělení nadloží uhelných slojí s ohledem na dobytelnost

V Severočeské hnědouhelné pánvi je vhodné v nadloží uhelných slojí rozlišovat dva základní geologicko-petrografické horizonty:

### 1. Jezerně-jílovité sedimenty petrografického typu K+I+M

Ty jsou charakterizovány přítomností převažujícího množství jílových minerálů: kaolinitu, illitu, montmorillonitu, v oblasti DNT méně křemene a výjimečně karbonátů.

Jezerně jílovité sedimenty jsou tvořeny jílovci a prachovitými jíly až jílovci. Horizontální a vertikální změny jejich nerostného složení jsou pozvolné, takže tyto sedimenty jako komplex jsou převážně monotónní. Pevné polohy, tvořené převážně pelokarbonáty, se nacházejí hlavně ve spodních partiích sedimentů. Rozpojovací odpor tohoto typu sedimentů roste v důsledku výše uvedených skutečností od povrchu směrem k hlavě sloje prakticky lineárně.

## 2. *Deltovitě písčité sedimenty petrografického typu K+I*

Jsou charakterizovány přítomností jílovitých minerálů kaolinitu a illitu, křemene a karbonátů. Schází montmorillonit. Podíl křemene je proti jezernímu sedimentačnímu prostředí vyšší.

Deltovitě písčité sedimenty jsou tvořeny prachovitými a písčitými jíly až jílovci, karbonátickými jílovci, pelokarbonáty, písky a pískovci, které se ve vertikálním směru navzájem střídají. Také horizontální změny, ovlivněné přínosem deltovitěho (bílinská a žatecká delta) materiálu jsou značné. Jejich odpor proti rozpojení, ale kolísá zejména vlivem přítomnosti písků, pískovců a pelokarbonátů od minimálních do maximálních hodnot.

Sedimenty jezerně-jílovité jsou vyvinuty na většině území Severočeské pánve, výjimku tvoří výchozové partie slojového souvrství. Přibližně ve střední části pánve, v oblasti vlivu říčních delt, jsou pod sedimenty jezerně jílovitými uloženy sedimenty deltovitě-písčité. Jezerně jílovité sedimenty tvoří asi 81 % všech terciérních sedimentů nad hlavou sloje, sedimenty deltovitě písčité pak tvoří 19 % terciérních nadložních hmot.

Deltovitě-písčité horizonty se vyskytují hlavně na lomech Bílina a Hrabák, kde jsou také nositeli pevných poloh pískovcového charakteru. Rozhraní deltovitě-písčitého a jezerně-jílovitého stratigrafického horizontu na lomu Bílina je např. zřejmý z obr. 1.

V Sokolovské uhelné pánvi je pro nadloží dobývané uhelné sloje Antonín charakteristické to, že cyprisové souvrství nasedá na uhelnou sloj Antonín konkordantně, bez hiátu, ostře. Akumulační plošina sokolovské a chebské pánve byla zalita souvislým jezerem. Mocnost souvrství dosahuje v centru sokolovské pánve u Jehličné až 180 m. Cyprisové souvrství je nazvané podle ostrakodů *Cypris angusta* Reuss. Spodní část cyprisového souvrství o mocnosti okolo 40 m je tvořena kaolinitovými jíly, směrem do nadloží s přibývajícím příměsí jílových slíd, karbonátů, sádrovce a pyritu. Z hlediska dobývatelnosti je důležitý výskyt velmi pevných karbonátových lavic a čoček. Svrchní část cyprisového souvrství je tvořena laminovanými jílovci s proměnlivým podílem jílových minerálů dvousíťových (kaolinit), trojsíťových (illit, montmorillonit, nontronit) a čtyřsíťových (chlorit).

## 3. *Klasifikace dobývacích podmínek*

Potřeba objektivizace dobývacích podmínek vedla k rozsáhlým výzkumným pracím, které byly zakončeny:

- jednotnou klasifikací sedimentů (JKS)
- jednotnou klasifikací pevných poloh (JKPP)
- kategorizací dobývatelnosti

Metodika kategorizace dobývatelnosti, jakož i jednotné klasifikace sedimentů a pevných poloh jsou v našich pracích používány od konce devadesátých let, kdy byly přijaty na základě závěrečného oponentního řízení úkolu H-50-125-001 a jsou širší technické veřejnosti známy. Nebudu je tedy připomínat. Byly aplikovány prakticky pro všechny lomy. Na výsledky těchto prací jsme navázali výzkumem a prací nazvanou

„Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolových polích velkolomů“, který byl podporován grantovou agenturou ČR.

#### **4. Metoda a obsah řešení prognózy rozpojovacích odporů**

Metoda prognózování rozpojovacích odporů je založena na úvaze, že pro velikost rozpojovacích odporů jsou rozhodující fyzikálně-mechanické, příp. petrografické vlastnosti sedimentů. Zároveň bere v úvahu, že existují ještě další faktory, které mají na rozpojovací odpor vliv. Jedná se o vlastnosti rozpojovacího orgánu rýpadla a o technologii dobývání. Jak bylo v průběhu prací prokázáno, posledně jmenované faktory sice mají určitý vliv na měrný rozpojovací odpor, který hornina klade rozpojovacímu orgánu, ten však v praxi představuje cca 15 % zjištěného měrného rozpojovacího odporu [9].

Předmětem řešení bylo nalezení korelačních vztahů mezi rozpojovacími odpory a fyzikálně-mechanickými a petrografickými vlastnostmi sedimentů na základě měření měrných rozpojovacích sil in-situ na rýpadlech. Nalezení takových korelačních vztahů má umožnit prognózování rozpojovacích odporů v předpolí lomů a to na základě vlastností hornin zjištěných vrtným průzkumem.

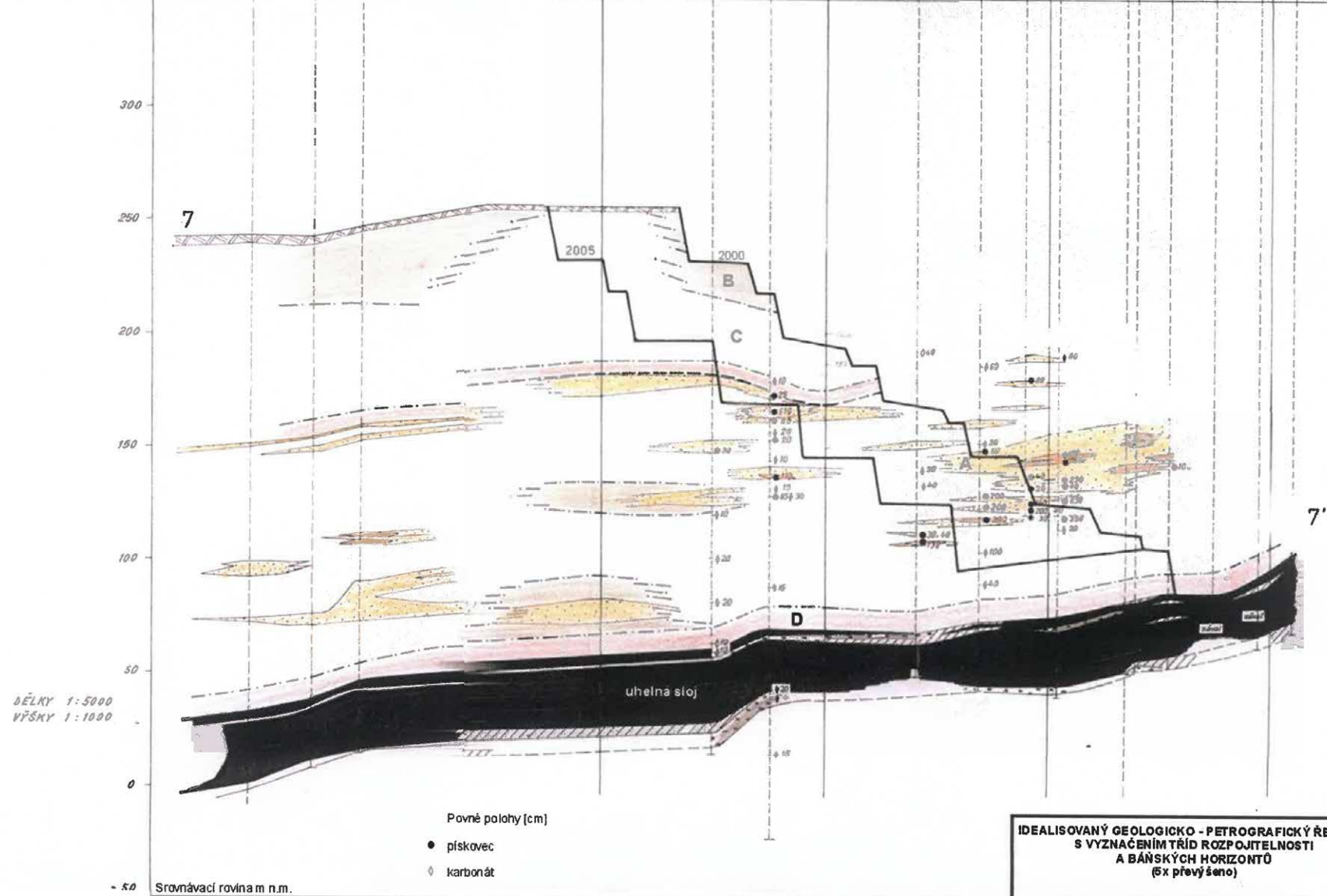
Z důvodů již dříve uvedených bylo nutné pro konstrukci korelačních vztahů přistoupit na některé zjednodušující předpoklady, především:

- a) u rýpadel obdobné konstrukce rozpojovacího orgánu závisí rypné a rozpojovací odpory hlavně na fyzikálních a petrografických vlastnostech sedimentů;
- b) je předpokládán relativně homogenní horninový masív alespoň v mocnosti jedné dobývané lávky;
- c) je uvažována stejná technologie dobývání (jedná se o technologii dobývání kolesovými rýpadly).

Pro konstrukci uvedených korelačních vztahů byla využita nejen měření provedená v rámci řešení grantového úkolu, ale také měření provedená dříve. Tím byl rozšířen soubor vstupních dat. Prováděná měření jsou velmi náročná jak na přípravu, tak na zajištění vlastního průběhu měření i jeho zpracování. Bylo je tedy možno provádět na těch lokalitách a pracovních horizontech, kde to báňsko-technické podmínky dovozovaly a kde také hospodářské vedení organizací takové měření požadovalo, nebo alespoň umožňovalo. Bylo nutno vzít v úvahu, že část porubních front byla před postupem rýpadel rozvolněna trhací prací. Partie nenarušeného horninového masivu jsme nacházeli hlavně v okrajových částech porubních front. Měření byla omezena na dvě lokality a to lom Libouš a Bílina. Uvedené skutečnosti však nijak neznehodnocují provedená měření ani jejich výsledky, neboť se jednalo o dostatečně reprezentativní skladbu petrografických druhů hornin pro celé území SHP včetně jejich diagenetického zpevnění.

Výsledky vychází celkem ze 14 komplexních měření na rýpadlech třídy TC 2 (o výkonnosti cca 5 000 m<sup>3</sup> s.z. hod<sup>-1</sup>), přičemž v lomu Libouš bylo provedeno celkem 11 měření ve 33 lávkách a v lomu Bílina 3 měření v 8 lávkách. Bylo odebráno celkem 66 vzorků hornin o hmotnosti každého z nich cca 20 – 30 kg tak, aby bylo možno provést komplexní petrografické rozbory a zjištění fyzikálně-mechanických vlastností sedimentů. V současné době jsou podobná měření a odběry vzorků prováděny na lomu Jiří v Sokolovské pánvi, pro který se hodnocení dobývacích podmínek včetně prognózy

| KRÍŽENÍ ŘEZŮ         | F - F' |        |        | D - D' |       | C - C' |        |  | B - B' |        |        | A - A'   |          |        |        |        |        |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--|--------|--------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|
| OZNAČENÍ VRTU        | LB 179 | LB 183 | LB 233 |        |       | HK 218 | HK 161 |  | HK 219 | HK 130 | HK 131 | HK 104.8 | HK 108.8 | HK 67  | HK 68  | HK 70  |        |
| NADM. VÝŠKA VRTU [m] | 242.55 | 242.00 | 247.50 |        |       | 260.50 | 259.22 |  | 255.22 | 252.96 | 251.62 | 251.67   | 248.02   | 246.43 | 247.59 | 242.31 | 242.08 |
| VZDÁL. MEZI VRTY [m] |        | 137.0  | 108.0  |        | 368.0 | 792.0  |        |  |        |        |        |          |          |        |        |        |        |
| KONEČNÁ HL. VRTU [m] | 258.00 | 232.00 | 238.00 |        |       | 240.00 | 270.00 |  | 290.00 | 204.00 | 126.50 | 205.00   | 359.00   | 181.00 | 186.50 | 170.00 | 158.50 |



# Vyhodnocení petrografických druhů sedimentů

Tab. 1

| Petrografické zařazení          | Počet vzorků | Zjišťované složení [%] |              |              |                  |              |              |             |              |             |                 |              |             |
|---------------------------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
|                                 |              | Jílové minerály        |              |              | SiO <sub>2</sub> |              |              | Karbonáty   |              |             | Organické látky |              |             |
|                                 |              | min.                   | max.         | prům.        | min.             | max.         | prům.        | min.        | max.         | prům.       | min.            | max.         | prům.       |
| Jílovec                         | 10           | 67,65                  | 88,79        | 82,45        | 1,23             | 9,96         | 6,02         | 3,97        | 9,88         | 5,86        | 2,07            | 9,65         | 5,11        |
| prachovitý jílovec              | 34           | 63,14                  | 83,74        | 75,69        | 10,20            | 24,68        | 14,45        | 3,49        | 9,87         | 5,73        | 0,22            | 10,88        | 4,06        |
| karbonáticko-prachovití jílovec | 7            | 61,17                  | 73,54        | 66,43        | 11,34            | 21,28        | 16,73        | 10,20       | 21,60        | 14,71       | 1,88            | 4,20         | 2,98        |
| karbonátický jílovec            | 8            | 65,55                  | 76,92        | 70,78        | 2,84             | 10,90        | 6,82         | 10,10       | 23,28        | 16,67       | 0,97            | 10,05        | 5,73        |
| jílovitý prachovec              | 7            | 41,92                  | 68,07        | 50,54        | 25,07            | 52,11        | 40,65        | 3,29        | 9,92         | 6,20        | 1,75            | 4,23         | 2,62        |
| <i>soubor vzorků</i>            | <i>66</i>    | <i>41,92</i>           | <i>88,79</i> | <i>72,47</i> | <i>1,23</i>      | <i>52,11</i> | <i>15,27</i> | <i>3,29</i> | <i>23,28</i> | <i>8,08</i> | <i>0,22</i>     | <i>10,88</i> | <i>4,16</i> |

# Vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametr

Tab. 2

| Petrografické zařazení          | Počet vzorků | Zjišťované složení [%] |             |             |                                       |             |             |                           |             |             |                |             |             |
|---------------------------------|--------------|------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
|                                 |              | Vlhkost objemová [%]   |             |             | Hmotnost objem. [g.cm <sup>-3</sup> ] |             |             | Pevnost v pr. tlaku [MPa] |             |             | Pórovitost [%] |             |             |
|                                 |              | min.                   | max.        | prům.       | min.                                  | max.        | prům.       | min.                      | max.        | prům.       | min.           | max.        | prům.       |
| jílovec                         | 10           | 37,0                   | 44,9        | 40,4        | 1,89                                  | 1,98        | 1,93        | 0,97                      | 3,99        | 2,49        | 36,6           | 42,2        | 38,5        |
| prachovitý jílovec              | 34           | 29,0                   | 63,0        | 41,3        | 1,72                                  | 2,19        | 1,94        | 0,08                      | 4,53        | 2,49        | 29,4           | 52,4        | 40,4        |
| karbonáticko-prachovití jílovec | 7            | 29,2                   | 45,4        | 38,3        | 1,93                                  | 2,21        | 2,08        | 1,67                      | 4,12        | 2,71        | 34,5           | 44,5        | 38,9        |
| karbonátický jílovec            | 8            | 39,1                   | 51,0        | 44,6        | 1,39                                  | 2,21        | 1,88        | 0,08                      | 4,65        | 2,31        | 30,4           | 49,0        | 42,5        |
| jílovitý prachovec              | 7            | 23,6                   | 31,4        | 27,8        | 2,12                                  | 2,21        | 2,17        | 0,94                      | 4,53        | 3,34        | 27,7           | 32,6        | 29,7        |
| <i>soubor vzorků</i>            | <i>66</i>    | <i>23,6</i>            | <i>63,0</i> | <i>39,8</i> | <i>1,39</i>                           | <i>2,21</i> | <i>1,97</i> | <i>0,08</i>               | <i>4,65</i> | <i>2,58</i> | <i>27,7</i>    | <i>52,4</i> | <i>39,0</i> |

rozpojovacích odporů nyní zpracovává. Zároveň je doplňována databanka potřebných informací.

## 5. Souborné vyhodnocení odebraných vzorků sedimentů

Z každé dobývané lávky, ve které probíhalo měření, byly odebrány jeden až dva, výjimečně čtyři vzorky podle potřeby s ohledem na petrografickou skladbu sedimentů a s přihlédnutím na makroskopický popis.

Zatřídění sedimentů do jednotlivých skupin petrografických druhů včetně chemických rozborů je provedeno v tabulce 1 podle [4]. Vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů je provedeno v tab. 2 a zatřídění vzorků podle JKS je provedeno v tab. 3 podle [1]. Chemické a fyzikálně-mechanické rozborů vzorků byly provedeny akreditovanou laboratoří hornin VÚHU a. s. podle schválených metodik.

Z uvedených tabulek je zřejmé, že z hlediska petrografického byly při měření v největší četnosti dobývány jílovce různého mineralogického složení. Největší četnost vykazují prachovité jílovce, dále pak jílovce bez přívlastku, karbonátické jílovce a karbonáticko-prachovité jílovce. Jílovité prachovce pak vykazují nejnižší četnost. Ve zvýšené četnosti byly zaznamenávány pouze v lomu Bílina. Při dobývání mají rozhodující vliv na abrazi strojních částí dobývacích strojů, zejména rozpojovacích orgánů, neboť obsahují vysoké procento křemene.

Z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností odebraných vzorků stojí za pozornost to, že nejvyšší průměrné hodnoty pevnosti v prostém tlaku a zároveň nejnižší objemovou vlhkost vykazují jílovité prachovce (mimo pevných poloh třídy E podle JKS), což jistě svědčí o zvýšeném diagenetickém zpevnění. Týká se to opět vzorků odebraných v lomu Bílina na pátém a šestém řezu, tedy v hlubokých partiích lomu v jižním křídle.

**Tab. 3** Zatřídění vzorků podle JKS

| Petrografické zařazení          | Počet vzorků | Rozsah indexu JKS |       |        |
|---------------------------------|--------------|-------------------|-------|--------|
|                                 |              | MIN               | MAX   | PRŮMĚR |
| jílovec                         | 10           | 100,0             | 104,4 | 101,8  |
| prachovitý jílovec              | 34           | 93,0              | 108,0 | 100,6  |
| karbonáticko-prachovitý jílovec | 7            | 97,8              | 109,0 | 103,3  |
| karbonátický jílovec            | 8            | 94,8              | 108,0 | 100,9  |
| jílovitý prachovec              | 7            | 100,6             | 109,4 | 106,5  |
| soubor vzorků                   | 66           | 93,0              | 109,4 | 101,7  |

## 6. Statistické zpracování výsledků provozních měření rozpojovacích sil na rýpadlech a výsledků laboratorních zkoušek vzorků sedimentů lomu Libouš a lomu Bílina

Nejprve byla ověřena závislost obvodové síly kola na pevnosti zemin v prostém tlaku. V další části statistického testování byly zjišťovány korelační vztahy mezi měrnou rozpojovací silou v lávce  $F_{MR}$  a výsledky laboratorních zkoušek: obsahem jílových minerálů, obsahem karbonátů, objemovou vlhkostí, objemovou hmotností, odporem v penetraci, pevností v prostém tlaku a indexem jednotné klasifikace sedimentů.

### 6.1 Datový soubor

Do statistického testování bylo zahrnuto celkem 66 vzorků sedimentů z těžební lokality Libouš a Bílina. Odběr se prováděl v několika etapách v rozmezí let 1994 – 1999 u dobývacích strojů typu KU 800 a SRs 1500. V tabulce 4 je uveden přehled provedených provozních měření. Do statistického souboru nebyly zahrnuty vzorky pevných poloh třídy E podle JKS, které jsou kontinuální technikou a technologií nedobyvatelné.

Tab. 4 Přehled provozních měření provedených v letech 1995-1999

| poř.   | lokalita      | datum      | stroj       | řez     | lávka        | počet pozorování | počet vzorků |
|--------|---------------|------------|-------------|---------|--------------|------------------|--------------|
| 1      | <i>Bílina</i> | 14.12.1994 | K 2000      | spodní  |              | 1                | 1            |
| 2      | Libouš        | 10.04.1995 | KU 800/20   | 4.      | 2.- 4.       | 3                | 3            |
| 3      | Libouš        | 20.05.1997 | KU 800/20   | 4.      | 1.           | 1                | 2            |
| 4      | Libouš        | 02.06.1997 | KU 800/20   | 4.      | 1.- 2.       | 2                | 2            |
| 5      | Libouš        | 25.08.1997 | KU 800/20   | 4.      | 3.- 5.       | 3                | 3            |
| 6      | Libouš        | 20.03.1998 | SRs 1500/55 | 2.spod. | čelba + pláň | 2                | 3            |
| 7      | Libouš        | 16.11.1998 | KU 800/20   | 4.      | 2.- 4.       | 3                | 4            |
| 8      | Libouš        | 19.11.1998 | KU 800/20   | 4.      | 2.- 4.       | 3                | 5            |
| 9      | <i>Bílina</i> | 08.04.1999 | KU 800/17   | 5.      | 1.- 4.       | 4                | 8            |
| 10     | Libouš        | 19.04.1999 | SRs 1500/60 | 1.      | 1.- 4.       | 4                | 8            |
| 11     | <i>Bílina</i> | 27.04.1999 | KU 800/18   | 6.      | 1.- 3.       | 3                | 6            |
| 12     | Libouš        | 07.06.1999 | KU 800/20   | 4.      | 1.- 5.       | 5                | 9            |
| 13     | Libouš        | 08.06.1999 | KU 800/20   | 4.      | 1.- 4.       | 4                | 8            |
| 14     | Libouš        | 5.10.1999  | KU 800/8    | 3.      | čelba        | 1                | 4            |
| celkem |               |            |             |         |              | 39               | 66           |

### 6.2 Shrnutí výsledků statistického zpracování

Cílem statistického zpracování bylo zjištění závislosti měrné rozpojovací síly v lávce  $F_{MRstř}$  na výsledcích laboratorních zkoušek vzorků a to: obsahu karbonátů, obsahu jílových minerálů, objemové hmotnosti, vlhkosti, odporu v penetraci, pevnosti

v tlaku a indexu jednotné klasifikace sedimentů. Při statistickém zpracování byla využita metoda regresní diagnostiky programového systému ADSTAT 2.0 a grafický nástroj a základní statistické výpočty programu EXCEL 97.

Na uvedeném datovém souboru se podařilo prokázat regresní závislost měrné rozpojovací síly  $F_{MRstř}$  na pevnosti v tlaku  $\sigma_c$  a pórovitosti. Dále se podařilo prokázat regresní závislost mezi indexem JKS a  $F_{MRstř}$ . Z toho vyplývá, že i ostatní parametry, které se podílejí na výpočtu indexu JKS, mají vliv na  $F_{MRstř}$ , i když se ji u nich samostatně nepodařilo přímo prokázat regresními vztahy.

**Tab. 5 Regresní vztahy a statistické charakteristiky prokázaných regresí**

| Testovaná závislost                             | Regresní vztah      | korel. koef. R | koef. deter. $R^2$ |
|-------------------------------------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| $F_{MRstř}$ na indexu JKS                       | $y = 4,3x - 328$    | <b>0.79</b>    | <b>0.628</b>       |
| $F_{MRstř}$ na pevnosti v tlaku (do 0.5 Mpa)    | $y = 94,2x^{0,171}$ | <b>0.83</b>    | <b>0.684</b>       |
| $F_{MRstř}$ na pevnosti v tlaku (0,5 – 5,0 MPa) | $y = 11,1x + 78$    | <b>0.74</b>    | <b>0.546</b>       |
| $F_{MRstř}$ na pórovitosti                      | $y = -3.3x + 238$   | <b>0.85</b>    | <b>0.718</b>       |

### 6.3 Pravděpodobný rozsah závislosti měrné rozpojovací síly na JKS, pevnosti v prostém tlaku a pórovitosti

Na základě výsledků statistického testování vztahů mechanicko-fyzikálních vlastností nadložních sedimentů a rozpojovacích sil rýpadel řady TC2 na lomech Libouš a Bílina byl zpracován pravděpodobný rozsah závislostí  $F_{MRstř}$  na JKS, pevnosti v prostém tlaku  $\sigma_c$  a pórovitosti. Zpracování závislosti  $F_{MRstř}$  na všech třech kritériích je provedeno při současném porovnání těchto tří významných kritérií. Za základ byly vzaty hodnoty korelace  $F_{MRstř}$  k indexu JKS. K hodnotám  $F_{MRstř}$  a odpovídajícím indexům JKS byly přiřazeny příslušné hodnoty pevnosti v prostém tlaku  $\sigma_c$  a pórovitosti. V grafickém provedení to znamená, že od vytvořené lineární směrnice trendu ( $F_{MRstř}$  - JKS) byly odvozeny dvě další horizontální osy zbývajících nezávisle proměnných. Takto je možno sledovat průběh všech tří korelací současně. Z hlediska orientace a celkového přehledu je nejvhodnější grafické znázornění (obr. 2). Přesné hodnoty jednotlivých závislostí je výhodné odečítat z tabulky 6. Rozsahy uvedených závislostí jsou uvedeny v tabulkách 7-9.

**F<sub>MRstř</sub> - Index JKS**

Tab. 7

| Třída JKS | Index JKS     | Pásmo<br>pravděpodobnosti<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) | Očekávané střední<br>Hodnoty<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) |
|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| A         | do 95         | do 93                                                                 | do 80                                                                    |
| B         | 95,1 - 100,0  | 68 - 115                                                              | 80 - 102                                                                 |
| C         | 100,1 - 110,0 | 89 - 158                                                              | 102 - 145                                                                |
| D         | 110,1 - 125,0 | x                                                                     | x                                                                        |
| E         | nad 125,1     | xx                                                                    | xx                                                                       |

**F<sub>MRstř</sub> - Pevnost v prostém tlaku**

Tab. 8

| Třída JKS | Pevnost<br>v prostém<br>tlaku<br>(MPa) | Pásmo<br>pravděpodobnosti<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) | Očekávané střední<br>hodnoty<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) |
|-----------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| A xxx     | do 0,40                                | do 94                                                                 | do 80                                                                    |
| B         | 0,40 - 2,16                            | 67 - 115                                                              | 80 - 102                                                                 |
| C         | 2,16 - 6,04                            | 89 - 158                                                              | 102 - 145                                                                |
| D         | x                                      | x                                                                     | x                                                                        |
| E         | xx                                     | xx                                                                    | xx                                                                       |

**F<sub>MRstř</sub> - Pórovitost**

Tab. 9

| Třída JKS | Pórovitost<br>(%) | Pásmo<br>pravděpodobnosti<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) | Očekávané střední<br>hodnoty<br>F <sub>MRstř</sub> (kN.m <sup>-1</sup> ) |
|-----------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| A         | 48 a více         | do 92                                                                 | do 80                                                                    |
| B         | 48,0 - 41,2       | 69 - 114                                                              | 80 - 102                                                                 |
| C         | 41,2 - 28,2       | 90 - 157                                                              | 102 - 145                                                                |
| D         | x                 | x                                                                     | x                                                                        |
| E         | xx                | xx                                                                    | xx                                                                       |

Poznámky k tabulkám:

- x racionálně dobytelné za předpokladu rozvolnění horninového masivu  
trhací prací
- xx kontinuální technologií nedobyvatelné
- xxx platí nelineární závislost (rovnice směrnice mocninného trendu)

Při znalosti fyzikálně-mechanických a petrografických parametrů hornin v předpolí, na základě vrtného průzkumu, je pak možno provést prognózu rozpojovacích odporů pro jednotlivé pracovní horizonty v projektovaných postupech. V letech 2001 a 2002 byla taková prognóza zpracována pro lom Libouš – východ a perspektivní dolové pole Libouš II. (viz obr. 3 a 4). Podrobnosti byly publikovány ve Zpravodaji Hnědé uhlí č. 3 a 4 v r. 2002.

Lokalita : LIBOUŠ + BÍLINA

Pravděpodobný rozsah závislosti  $F_{MRstř}$  na JKS,  $\sigma_c$  a pórovitosti (vztahený k indexu JKS)

Tab. 6

| třída JKS                            |                    |       | A    |      |      |      |      |      | B    |       |       |       |       | C     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|--------------------------------------|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| index JKS                            |                    |       | 90   | 91   | 92   | 93   | 94   | 95   | 96   | 97    | 98    | 99    | 100   | 101   | 102   | 103   | 104   | 105   | 106   | 107   | 108   | 109   | 110   |  |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 12,7  | 71,7 | 76,0 | 80,3 | 84,6 | 88,9 | 93,2 | 97,5 | 101,8 | 106,1 | 110,4 | 114,7 | 119,0 | 123,3 | 127,6 | 131,9 | 136,2 | 140,5 | 144,8 | 149,1 | 153,4 | 157,7 |  |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |  |
|                                      |                    | -12,7 | 46,3 | 50,6 | 54,9 | 59,2 | 63,5 | 67,8 | 72,1 | 76,4  | 80,7  | 85,0  | 89,3  | 93,6  | 97,9  | 102,2 | 106,5 | 110,8 | 115,1 | 119,4 | 123,7 | 128,0 | 132,3 |  |
| pevnost v pr.tlaku                   |                    | [MPa] | 0,06 | 0,10 | 0,14 | 0,21 | 0,29 | 0,40 | 0,61 | 1,00  | 1,39  | 1,77  | 2,16  | 2,55  | 2,94  | 3,32  | 3,71  | 4,10  | 4,49  | 4,87  | 5,26  | 5,65  | 6,04  |  |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 13,3  | 72,3 | 76,6 | 80,9 | 85,2 | 89,5 | 93,8 | 98,1 | 102,4 | 106,7 | 111,0 | 115,3 | 119,6 | 123,9 | 128,2 | 132,5 | 136,8 | 141,1 | 145,4 | 149,7 | 154,0 | 158,3 |  |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |  |
|                                      |                    | -13,3 | 45,7 | 50,0 | 54,3 | 58,6 | 62,9 | 67,2 | 71,5 | 75,8  | 80,1  | 84,4  | 88,7  | 93,0  | 97,3  | 101,6 | 105,9 | 110,2 | 114,5 | 118,8 | 123,1 | 127,4 | 131,7 |  |
| pórovitost                           |                    | [%]   | 54,2 | 52,9 | 51,6 | 50,3 | 49,0 | 47,7 | 46,4 | 45,1  | 43,8  | 42,5  | 41,2  | 39,9  | 38,6  | 37,3  | 36,0  | 34,7  | 33,4  | 32,1  | 30,8  | 29,5  | 28,2  |  |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 11,6  | 70,6 | 74,9 | 79,2 | 83,5 | 87,8 | 92,1 | 96,4 | 100,7 | 105,0 | 109,3 | 113,6 | 117,9 | 122,2 | 126,5 | 130,8 | 135,1 | 139,4 | 143,7 | 148,0 | 152,3 | 156,6 |  |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |  |
|                                      |                    | -11,6 | 47,4 | 51,7 | 56,0 | 60,3 | 64,6 | 68,9 | 73,2 | 77,5  | 81,8  | 86,1  | 90,4  | 94,7  | 99,0  | 103,3 | 107,6 | 111,9 | 116,2 | 120,5 | 124,8 | 129,1 | 133,4 |  |





## 7. Pevné polohy a jejich dobývání - fotodokumentace

Takovou prognózu rozpojovacích odporů je možno provést pro ten prostor dolových polí, které mají standardní skladbu nadložních sedimentů třídy A – D podle JKS, příp. v těch prostorách, kde se vyskytují pevné polohy o mocnosti menší než 0,3 m tj. mocnosti, kterou je schopen rozpojovací orgán kontinuálně pracující techniky rozpojit. V opačném případě musí být nastoleno řešení pomocí jiné technologie dobývání. Vyskytující se druhy pevných poloh, případně jejich dobývání jsou popsány a znázorněny v dalším textu a na obrázcích.

### Lom Bílina

Největší objem pevných poloh, bránících dobývání kontinuální technologií je v lomu Bílina. Tak např. v blízkosti vrtu HK-91 bylo navrtáno extrémních 14 – 38 m pískovce, byla u nich zjištěna pevnost v prostém tlaku až 91 MPa.

Dobývání je možné pouze při nasazení speciální techniky a technologie dobývání i rozvolňování. K jejich obnažení je používáno buldozeru, pomocí trhač práce proveden 1 stupeň desintegrace, na pracovní pláni pak provedena desintegrace pomocí hydraulického kladiva, příp. čelistového drtiče a proveden odvoz na skládku nebo do místa spotřeby.



*Obr. 5 Pískovec z I. řezu s otisky terciérní flóry (pro zajímavost)*

## 8. Výsledky hodnocení dobytelnosti

Podkladem k hodnocení dobytelnosti a rozpojovacích odporů v nadloží uhelné sloje je soubor hodnocení pro posuzované období podle JKS podle pevných poloh a dalších faktorů rozhodných pro technologii dobývání podle jednotlivých těžebních horizontů. Charakteristický příčný řez velkolomem Bílina je znázorněn na obr. 1, velkolomem ČSA na obr. 22 a lomem Vršany na obr. 23. Vzhledem k tomu, že pro perspektivní lom Libouš II byla zpracována také prognóza rozpojovacích odporů jsou na obr. 24 znázorněny geotechnické oblasti a báňské postupy včetně vedení geotechnických řezů a na obr. 25 a 26 geotechnicko-petrografické řezy vedené nejhlubší oblastí budoucího lomu. Geotechnicko-petrografické řezy lomu Jiří se v současné době zpracovávají a nemohou být tedy publikovány. Výsledkem prací hodnotící dobytelnost skrývkových řezů pak je zhodnocení jednotlivých pracovních horizontů podle:

- jednotné klasifikace sedimentů
- jednotné klasifikace pevných poloh
- vymezení ploch s pevnými polohami a kvantifikace objemu pevných poloh
- vymezení horizontů náchylných k nalepování
- skutečná a prognózovaná kusovitost těživa
- očekávané rozpojovací odpory sedimentů
- pravděpodobný potřebný rozsah trhacích prací
- návrh na úpravu technologie dobývání

## Literatura

1. Brus, Z.: Upřesnění jednotné klasifikace sedimentů z hlediska rozpojitelosti. Výzkumná zpráva VÚHU, 1989
2. Gondek, H.: Predikce výkonnosti kolesových rýpadel v závislosti na báňsko-technických podmínkách. Doktorská dizertační práce, Ostrava VŠB, 1989
3. Kryl, V.; Milič, J.: Technologie lomového dobývání uhelných ložisek II. dobývání v obtížných podmínkách Skripta, VŠB – TU Ostrava, 1993
4. Kukal, Z.: Návrh k pojmenování a klasifikaci sedimentů. Metodická příručka ÚUG Praha, 1985
5. Limberk, V.: Povrchové dobývání ložisek, Praha, SNTL, 1964
6. Piatkowiak, N.; Scheffler, D.: Das Schneiden von verfestigten Gestein im Tagebauen. Braunkohle 1996, Nr. 5
7. Raaz, V.: Grabkraftermittlung und Optimierung der maschinen- und verfahrenstechnischen Parameter von Schaufelradbaggern für einen energie – und verschleißgünstigen Abbau von Braunkohle, Kohle und zwischenmitteln im Tagebau Braunkohle 1999, Nr. 5
8. Řehoř, M.; Žďárský, J.; Lang, T.: Geotechnicko-geologické vyhodnocení oblasti Libouš II
1. Odborný posudek, VÚHU, červen 2001
9. Žďárský, J.: Zhodnocení aktuálního stavu dobytelnosti na vybraných horizontech lomu Libouš. Odborný posudek, VÚHU, červen 1995
10. Žďárský, J.: Zhodnocení dobytelnosti podloží uhelné sloje lomu Bílina do r. 2010. Odborný posudek, VÚHU, listopad 1996



Obr. 6 Těleso pískovce rozvolněného trhačí prací



Obr. 7 Zpracování pevných poloh na pracovní pláni rýpadla KU 800/18, pomocí hydraulického kladiva a čelistového drtiče (vpravo)



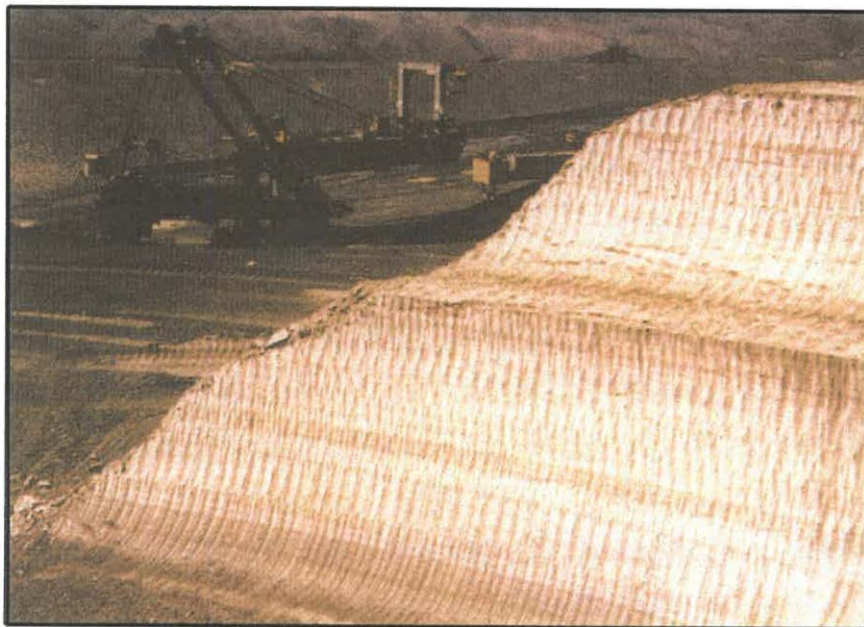
Obr. 8 Skládka pískovcových valounů využívaných při stabilizaci vnitřní výsypky



Obr. 9 Karbonátové konkrece na lomu Bílina na posledním skryvkovém řezu u rýpadla K 650

## LOM ČSA

Nadloží uhelné sloje na VČSA je tvořeno jezerně-jílovitým horizontem.



Obr. 10 Ve VČSA se nad uhelnou slojí často střídají jílovce, karbonátové jílovce a karbonáty



Obr. 11 Karbonátická čočka v V. skryvkovém řezu VČSA

## LOM VRŠANY

Nadloží uhelné sloje je tvořeno nejen jezerně jílovitými vrstvami, ale také výraznými nánosy deltově-písčitých sedimentů.



Obr. 12 Rýpadlo KU 800/1 v lomu Vršany dobývá horizont s pískovcovými pevnými polohami



Obr. 13 Pískovcové pevné polohy na pracovní pláni ve II. řezu

## LOM LIBOUŠ

Nadloží uhelné sloje lomu Libouš je tvořeno jezerně jílovitým horizontem. Místy se vyskytují karbonáty a to buď se železitého nebo vápenitého charakteru. V dolovém poli jsou rozmístěny zcela náhodně. Vytvářejí konkrce nebo čočky. Někdy vystupují až do horních řezů.



Obr. 14 Karbonátové konkrce v I. řezu (spodním) – foto p. Hejsek



Obr. 15 Karbonátová konkrce ve III. řezu lomu Libouš



Obr. 16 Vápencový valoun ve III. řezu lomu



Obr. 17 Karbonát se železitým tmelem (železnák) z lomu Libouš



Obr. 18 Vápencová čočka ve III. řezu

## Lom Jiří

V cyprisovém nadloží uhelné sloje Antonín v lomu Jiří jsou pevné polohy tvořeny karbonátovými lavicemi a čočkami pelokarbonátů.



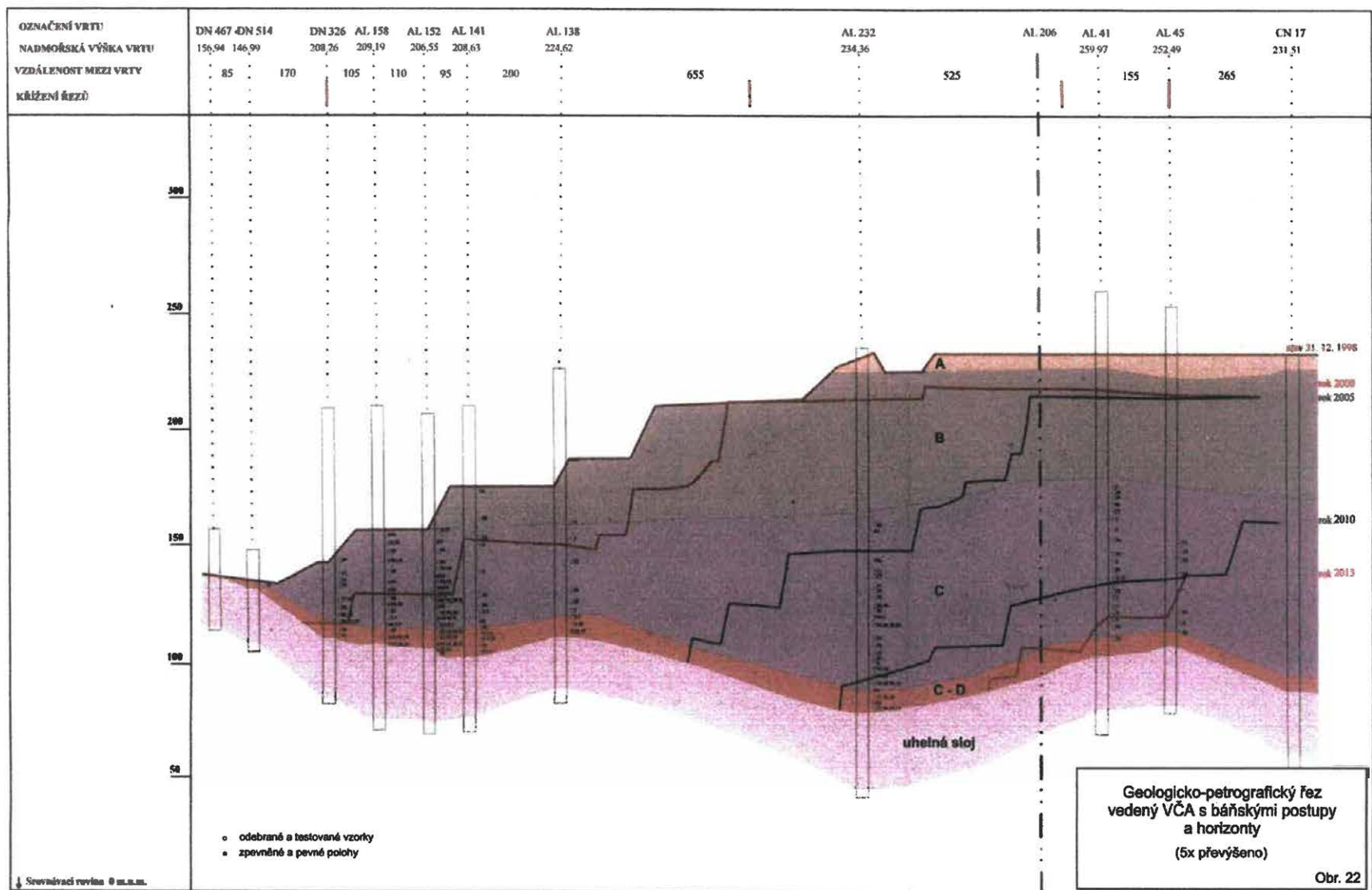
Obr. 19 Hojně rozšířené lavicovité uložení karbonátů

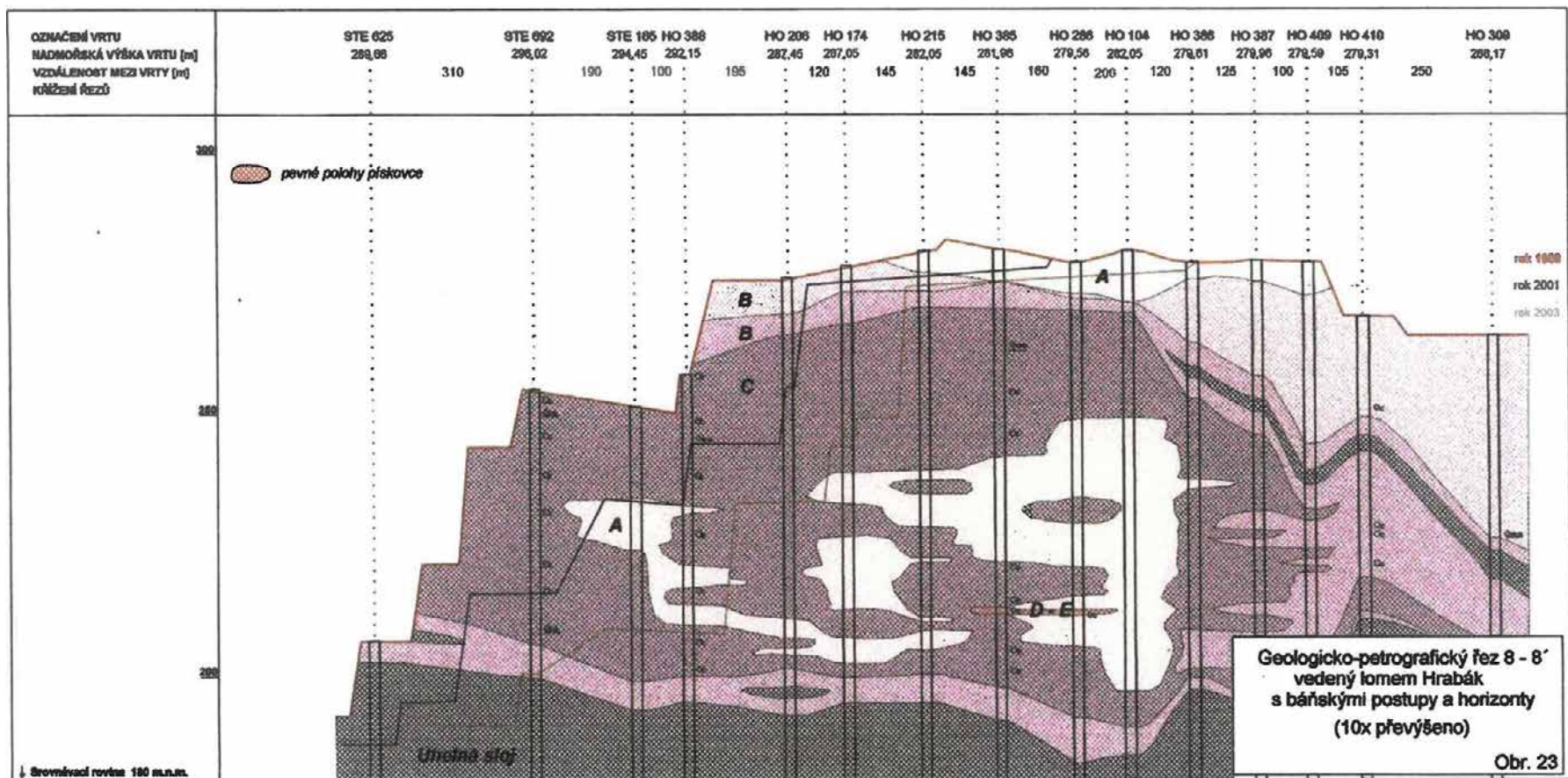


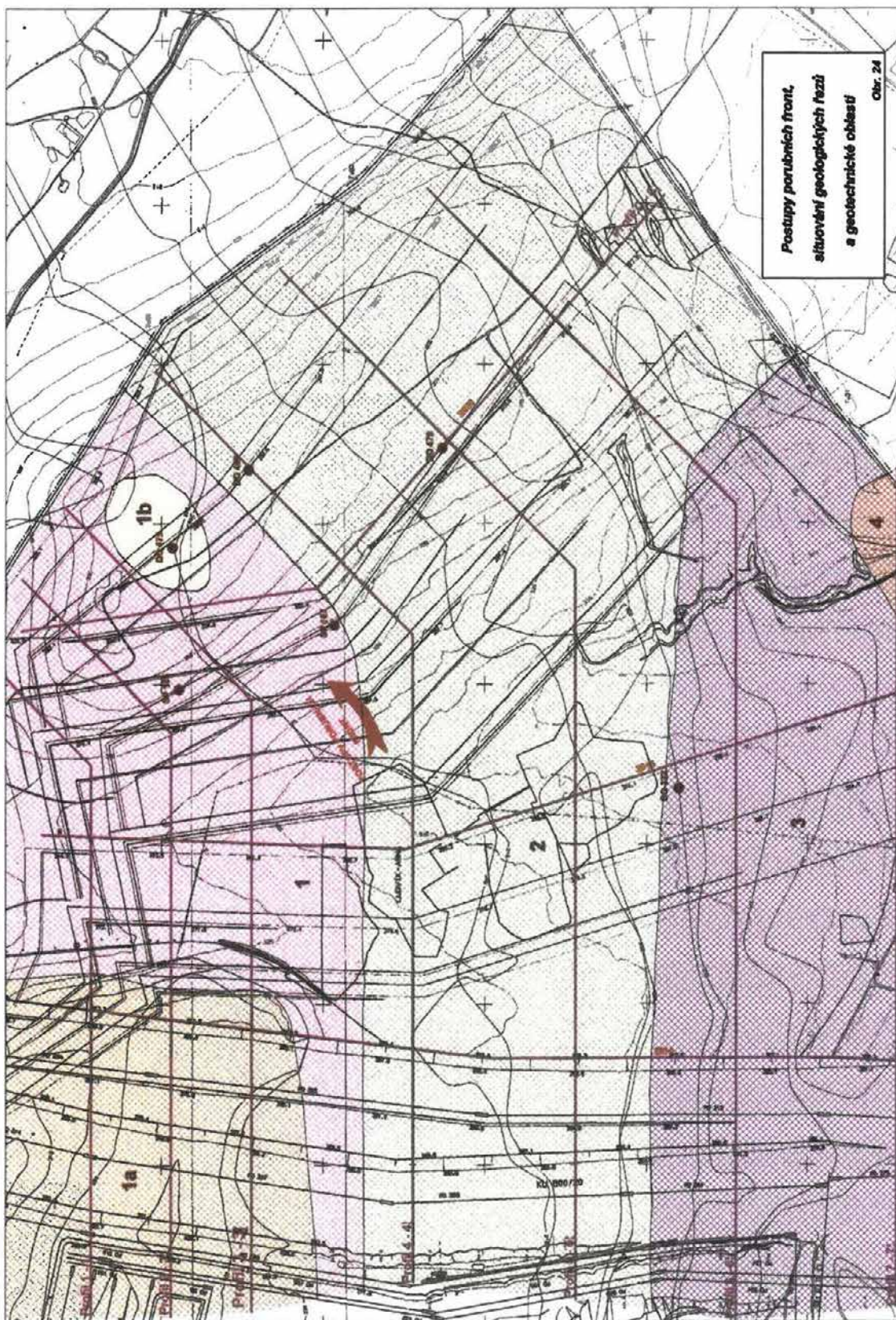
Obr. 20 Čočka pelokarbonátu se zřejmými krystaly ankeritu, uložená v cyprisových jílovcích II. skrývkového řezu

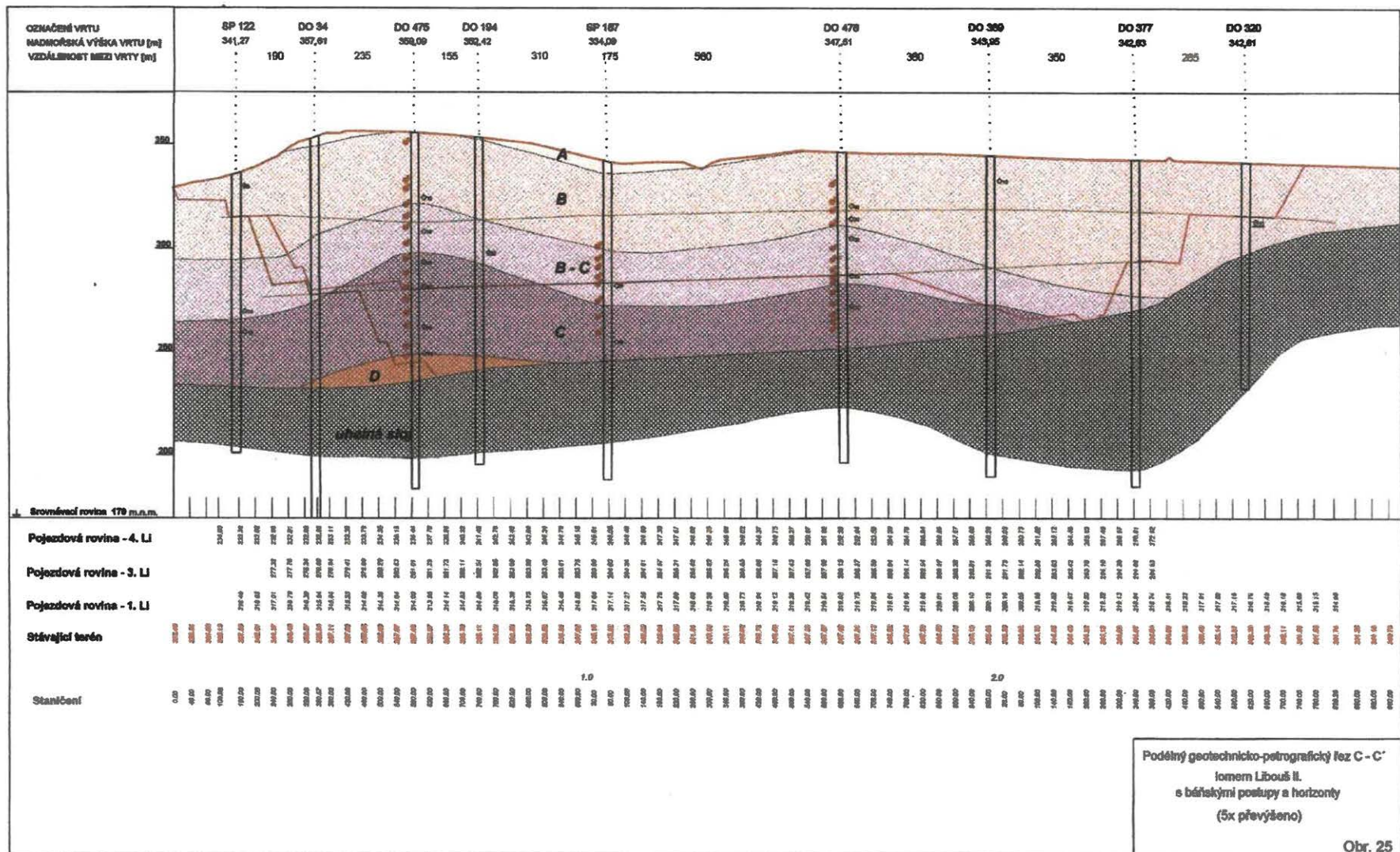


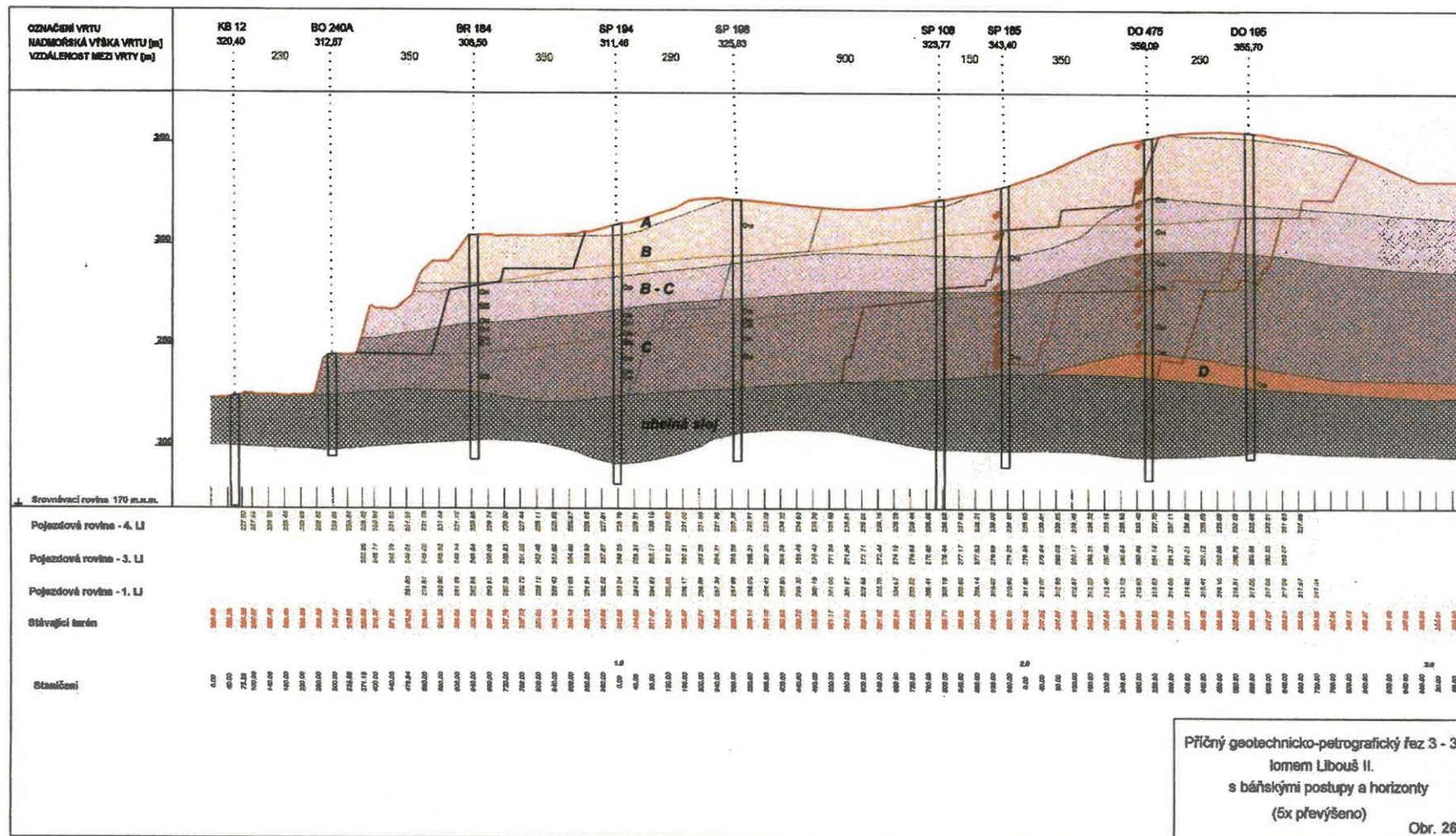
Obr. 21 Dobývání I. skrývkového řezu rýpadlem KU 800/16 v současnosti. Jsou zde dobře zřetelné linie karbonátových jílovců.











Pravděpodobný rozsah závislosti  $F_{MRstř}$  na JKS,  $\sigma_c$  a pórovitosti (vztahený k indexu JKS)

Tab. 6

| třída JKS                            |                    |       | A    |      |      |      |      |      | B    |       |       |       |       | C     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| index JKS                            |                    |       | 90   | 91   | 92   | 93   | 94   | 95   | 96   | 97    | 98    | 99    | 100   | 101   | 102   | 103   | 104   | 105   | 106   | 107   | 108   | 109   | 110   |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 12,7  | 71,7 | 76,0 | 80,3 | 84,6 | 88,9 | 93,2 | 97,5 | 101,8 | 106,1 | 110,4 | 114,7 | 119,0 | 123,3 | 127,6 | 131,9 | 136,2 | 140,5 | 144,8 | 149,1 | 153,4 | 157,7 |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |
|                                      |                    | -12,7 | 46,3 | 50,6 | 54,9 | 59,2 | 63,5 | 67,8 | 72,1 | 76,4  | 80,7  | 85,0  | 89,3  | 93,6  | 97,9  | 102,2 | 106,5 | 110,8 | 115,1 | 119,4 | 123,7 | 128,0 | 132,3 |
| pevnost v pr.tlaku                   |                    | [MPa] | 0,06 | 0,10 | 0,14 | 0,21 | 0,29 | 0,40 | 0,61 | 1,00  | 1,39  | 1,77  | 2,16  | 2,55  | 2,94  | 3,32  | 3,71  | 4,10  | 4,49  | 4,87  | 5,26  | 5,65  | 6,04  |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 13,3  | 72,3 | 76,6 | 80,9 | 85,2 | 89,5 | 93,8 | 98,1 | 102,4 | 106,7 | 111,0 | 115,3 | 119,6 | 123,9 | 128,2 | 132,5 | 136,8 | 141,1 | 145,4 | 149,7 | 154,0 | 158,3 |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |
|                                      |                    | -13,3 | 45,7 | 50,0 | 54,3 | 58,6 | 62,9 | 67,2 | 71,5 | 75,8  | 80,1  | 84,4  | 88,7  | 93,0  | 97,3  | 101,6 | 105,9 | 110,2 | 114,5 | 118,8 | 123,1 | 127,4 | 131,7 |
| pórovitost                           |                    | [%]   | 54,2 | 52,9 | 51,6 | 50,3 | 49,0 | 47,7 | 46,4 | 45,1  | 43,8  | 42,5  | 41,2  | 39,9  | 38,6  | 37,3  | 36,0  | 34,7  | 33,4  | 32,1  | 30,8  | 29,5  | 28,2  |
| $F_{MRstř}$<br>[kN.m <sup>-1</sup> ] | rozsah $F_{MRstř}$ | 11,6  | 70,6 | 74,9 | 79,2 | 83,5 | 87,8 | 92,1 | 96,4 | 100,7 | 105,0 | 109,3 | 113,6 | 117,9 | 122,2 | 126,5 | 130,8 | 135,1 | 139,4 | 143,7 | 148,0 | 152,3 | 156,6 |
|                                      |                    | 0     | 59,0 | 63,3 | 67,6 | 71,9 | 76,2 | 80,5 | 84,8 | 89,1  | 93,4  | 97,7  | 102,0 | 106,3 | 110,6 | 114,9 | 119,2 | 123,5 | 127,8 | 132,1 | 136,4 | 140,7 | 145,0 |
|                                      |                    | -11,6 | 47,4 | 51,7 | 56,0 | 60,3 | 64,6 | 68,9 | 73,2 | 77,5  | 81,8  | 86,1  | 90,4  | 94,7  | 99,0  | 103,3 | 107,6 | 111,9 | 116,2 | 120,5 | 124,8 | 129,1 | 133,4 |

11. Žďárský, J.: Vyhodnocení aktuálního stavu dobytelnosti a měření měrných rozpojovacích sil ve východní části porubní fronty rýpadla KU 800/20 v lomu Libouš. Odborný posudek, VÚHU, říjen 1997
12. Žďárský, J.: Hodnocení dobývacích podmínek u rýpadla SRs 1500 v porubní frontě spodního II. skrývkového řezu v lomu Libouš v 1. polovině r. 1998. Odborný posudek, VÚHU, srpen 1998
13. Žďárský, J.: Zhodnocení aktuálního stavu dobytelnosti nadloží uhelné sloje velkolomu Jiří. Odborný posudek, VÚHU, říjen 1998
14. Žďárský, J.; Bašta, L.: Zhodnocení horninového masívu I. skrývkového řezu a měření měrných rypných a rozpojovacích sil na rýpadle SRs 1500/60 lomu Libouš. Odborný posudek, VÚHU, červen 1999
15. Žďárský, J. a kol.: Zhodnocení dobývacích podmínek na lokalitě Hrabák pro optimalizaci technologie. Odborný posudek, VÚHU, září 1999
16. Žďárský, J. a kol.: Vyhodnocení rozpojovacích odporů na rýpadle KU 800/20. VÚHU, prosinec 1999
17. Žďárský, J.; Řehoř, M.; Lang, T.: Zhodnocení dobývacích podmínek nadloží uhelné sloje v lomu Libouš-východ II. etapa. Odborný posudek. VÚHU, září 2000
18. Žďárský, J.; Řehoř, M.; Fultner, J.; Lang, T.: Prognóza dobývacích podmínek pro lom Libouš II. Výzkumná zpráva, VÚHU, prosinec 2001
19. Žďárský, J.: Výsledky řešení grantového úkolu č. 105/98/0166 „Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolových polích velkolomů“. Závěrečná zpráva, VÚHU, prosinec 2000
20. Žďárský, J.; Kremláček, V.: Rock cutting resistance prognosis at the Libous model mining site based on newly developed metod. Referát přednesený na mezinárodním symposiu o báňském projektování a volbě technologického zařízení v Athénách ve dnech 6. – 9. 11. 2000. Str. 695-700 vydaného sborníku
21. Žďárský, J.: Nord Bohemian Libous Openkast Mine: Mineability of Overburden Strata and Foreskast of Digging Resistance. Časopis Surface Mining č. 2/2001 v anglickém a německém znění, str. 215-227
22. Žďárský, J.; Fultner, J.; Hejsek, J.: Výsledky řešení grantového úkolu „Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolových polích velkolomů“ na základě testování hornin a měření rozpojovacích odporů na rýpadlech v lomu Libouš. Zpravodaj Hnědé uhlí č. 3/2002, str. 26-35
23. Žďárský, J.; Řehoř, M.; Lang, T.; Hejsek, J.: Prognóza rozpojovacích odporů hornin