

Ing. Pavel R u c k ý, VÚHU

Matematicko - statistické hodnocení výskytu
zpevněných poloh

Úvod

Postup porubních front povrchových lomů v SHR je prováděn nejen zvyšováním mocnosti skrývaného nadloží, a tedy těžených objemů skrývaných zemin, ale i vzrůstem podílu těžby tvrdých, chemicky zpevněných poloh. I když v položce skrývaných hmot představuje zastoupení těchto hornin podíly kubatur řádově v procentech, jejich geomechanické vlastnosti jsou však především u TC jednou z příčin primárního snižování jejich výkonnosti, zvyšování poruchovosti; sekundárně pak vynucují nároky na úpravy zavedené technologie dobývání a dodatečné zavádění dalších technologických zařízení a doprovodných technologií, včetně nárůstu požadavků na trhací práce. Pro komplexní řešení této problematiky je nutné znát distribuci zpevněných poloh v těžebním poli, jejich kvalitativní a kvantitativní geomechanické znaky ve vazbě na geologické poměry ložiska. Na podkladě požadavku, vzneseného na kontrolním dnu úkolu RVT R 10-125-301 - 24.3.1981, bylo v rámci řešených dílčích úkolů kolektivem oddělení mechaniky zemin provedeno i vyhodnocování výskytu zpevněných poloh na lokalitách Vršany, Bylany, Šverma - západ, Libouš a Ležáky - Kopisty (lit. 1; 2; 4; 5). Pro prvotní ohodnocení výskytu tvrdých poloh sloužily údaje geologického průzkumu od konce 19. století až do roku 1980, převážně pro ložiskové účely. Je tedy zřejmé, že identifikace jednotlivých poloh, opírající se o geologické popisy vrtných jader, a to i velmi starých etap průzkumu, poskytla velmi nerovnoměrné výsledky, zatížené řadou subjektivních a objektivních chyb. Pro nízkou četnost (hustotu) průzkumných vrtů nemohly být uskutečněny selekce

a vyřazení řady informací s problematickými, nehodnověrnými údaji. Z hlediska typů zpevněných poloh na hodnocených územích byly zaznamenány výskyty karbonátů, jílovců zpevněných karbonátem a pískovců. Vyhodnocování jejich rozmístění a případné návaznosti v masivu nadložního komplexu, v mezislojových vrstvách či vlastní hnědouhelné sloji je vzhledem ke značné variabilitě laterálního i horizontálního rozšíření těchto poloh a k bodovému charakteru informací a jejich možných chyb velmi nesnadné. Pro prvotní řešení této problematiky ve dříve uvedených oblastech lomů Vršany, Bylany, Šverma - západ, Libouš a Ležáky - Kopisty jsme zvolili jednak grafické zpracování dat o zpevněných polohách ve formě mapových podkladů jejich výskytu v nadloží a vlastním slojovém pásmu s několika charakteristickými řezy, jednak formou základního statistického vyhodnocení pro celý dobývací prostor, např. histogramy skupinových rozdělení mocností a hloubky uložení jednotlivých kvalitativních skupin zpevněných poloh, pravděpodobnostmi jejich výskytu a prognózování tvaru frekvenčních křivek (viz příklady v přílohách). Dále bylo charakterizováno celé nadloží i po stránce geomechanické výsledováním průběhu a změn hodnot mechanicko-fyzikálních parametrů, pokud byly ovšem v době řešení k dispozici. Vlastní geomechanické rozborů byly uskutečněny ve shodě s příslušnými ČSN.

Výsledky prvotních vyhodnocení lokalit Šverma - západ,
Libouš, Vršany, Bylany a Ležáky - Kopisty

Zhodnocení, která mají sloužit zejména jako výchozí podklad pro další řešení problematiky výskytu a vlastností zpevněných poloh, jsou pro jednotlivé dobývací prostory na různorodé úrovni, odpovídající zejména stavu prozkoumanosti zájmového území.

Informovanost o jednotlivých lokalitách charakterizuje tabulka č. 1.

Tabulka č. 1

Lokalita	Počet vrtů, z toho s geo- mechanikou	Celk. hodn. plocha ₂ /km ² /	Plocha případ. na 1 vrt /km ² /	Počet geom. rozborů zpev.poloh
Vršany	201 81	7,46	0,0371 0,0921	-
Bylany	410 37	14,22	0,0347 0,2016	1
Šverma - západ	141 -	8,14	0,0577 -	-
Libouš	397 27	22,27	0,0561 0,8248	-
Ležáky - Kopisty	63 8	3,70	0,0587 0,4656	1

Z hlediska geologického vývoje se na stavbě souvrství hnědouhelných slojí lokalit Libouš, Šverma - západ, Vršany a Bylany uplatnily vlivy žatecké delty, zejména štěpením uhelné sloje na tři i více drobnějších slojek, zmocněním mezislojových vrstev, zvýšením podílu písčitých sedimentů, zejména pak výskytem pískovců, často i s karbonátovým tmelem a větším výskytem pelokarbonátových poloh. Přínos klastického, anorganického materiálu se tedy projevil nejen na zhoršení kvalitativních znaků uhelné substance zvýšením obsahu popelovin, ale i vytvořením vhodných podmínek pro vznik tvrdých poloh. Lom Ležáky - Kopisty je na periférii centrální části pánve s neštěpenou jednotnou hnědouhelnou slojí a monotónním jílovitým nadložím pouze s nepravidelnými výskyty pískových poloh. Proto nemohly být v tomto případě výběrové soubory zpracovávaných dat detailněji děleny na soubory z přirozeně omezených oblastí jednotlivých dolových prostorů s odlišným vývojem sloje a nadložního

souvrství. Analýza byla provedena odděleně na dvou souborech. První zahrnuje data obecně pojatého nadloží (v podstatě na většině lokalit svrchní část slojového souvrství ve smyslu Elznicova členění 1964). Druhý zahrnuje celé slojové pásmo (mezislojové polohy), a to s výjimkou území lomu Libouš pro celý dobývací prostor. Pro vyjádření distribuce zpevněných poloh byla zvolena za srovnávací plochu hlava svrchní sloje. V prostoru Bylan, kde byla relativně nejobjektivnější srovnávací plocha v převážné většině denudována, je srovnávací plocha totožná s počvou spodní uhelné sloje. Jednotlivé znaky byly vyhodnoceny formou histogramů skupinového rozdělení. Podle uspořádání jednotlivých polygonů jsme odhadovali přibližný průběh frekvenční křivky pravděpodobnosti, jejíž vykazuje převážně asymetrické tvary. Z provedených prací se ukazuje, že při dobré znalosti velkých náhodných výběrů bychom mohli na jejich základě spolehlivě odhadovat parametry rozptylu základního souboru, na němž závisí mnoho indučkních statistických závěrů. Mimoto byly odhadnuty střední hodnoty a rozptyl, intervaly spolehlivosti, a zajímali jsme se i o povahu korelace mezi sledovanými parametry.

Použitá symbolika vyjadřuje tyto statistiky:

$\bar{x}, \bar{y}$	aritmetický průměr,
$\tilde{x}, \tilde{y}$	střední hodnota odečtená z frekvenční křivky (polygonu),
$\tilde{s}_x, \tilde{s}_y$	interval rozptylu, stanovený z tvaru frekvenční křivky,
s_x, s_y	hodnoty směrodatné odchylky,
$L_{1,2_{n-1,\alpha}}$	interval spolehlivosti pro střední hodnotu na dané hladině významnosti α .

a) Lom Šverma - západ

Výskyt karbonátů v nadloží je charakterizován pravděpodobností $p = 0,226$ a parametry danými z odhadu teoretické frekvenční křivky /histogramy/:

$\tilde{h} + 2\tilde{s}_h$ je v rozmezí ± 0 až $+ 7$ m,

$\tilde{m} \pm 2s_m$ je mocnost poloh $0,15 - 0,35$ m,

kde h - značí výšku uložení nad srovnávací plochou
(hlav svrchní sloje),

m - mocnost propláستku.

Jílovce zpevněné karbonáty při $p = 0,100$ se uplatňují v intervalu ± 0 ; $+ 10$ m nad hlavou svrchní sloje v mocnostech $0,20 - 0,55$ m. Tvrdé materiály typu pískovců s karbonátovým tmelem, či pískovců obecně nebyly zaznamenány.

Nálezy zpevněných propláستků v souvrství hnědouhelných slojí jsou vázány, až na výjimky, na tělesa mezislojových, písčito-jílovitých vrstev mezi střední a spodní slojí (spodní mezislojové vrstvy) a svrchní a střední slojí (svrchní mezislojové vrstvy).

Ojedinele byla zaznamenána sideritizace v uhelných slojích v mocnostech $0,05 - 0,10$ m. Sloj se vytvářela v jezerně-deltovém prostředí žatecké delty, v severní části pole s přechodem do vývoje jednotné sloje. Střední mocnost karbonátů je v rozpětí $0,10 - 0,20$ m, $m \pm 2s_m$ $0,06 - 0,26$ m. Průběhy odhadovaných křivek výskytu karbonátických jílovců se téměř kryjí, přičemž maxima výskytu karbonátů lze očekávat v hloubkách -5 ; $- 15$ m a $- 40$; $- 45$ m, karb. jílovců $- 15$; $- 25$ m a $- 40$; $- 45$ m pod stropem svrchní sloje.

V profilech vrtů je popisováno 25 případů nálezu pískovců v hloubkách $- 10$ až $- 15$ m a $- 30$ až $- 45$ m s lokálním maximem mocností $0,20 - 0,35$ m, přičemž však $1/3$ rozdělení mocností je větší $0,55$ m. Výskyt pískovců tmelených karbonáty je uveden pouze ve dvou případech. Většinou jsou pískovce umístěny při stropu

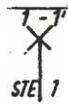
či patě pískových akumulací. Charakteristický řez s vyznačeným výskytem tvrdých poloh je na příloze č. 1.

b) Lom Libouš

Zájmové území leží na předělu chomutovské a žatecké oblasti. V jižní části ložiska se uplatňuje na stavbě souvrství hnědouhelných slojí vliv žatecké delty zejména štěpením mocné uhelné polohy na řadu drobnějších slojek s podstatně zhoršenými kvalitativními parametry, zmocněním mezislojových vrstev, zvýšením podílu písčitých sedimentů, zejména pak výskytem pískovců a pelokarbonátů. Severní část je charakterizována již poměrně stálým vývojem sloje a mocnosti proplástek, dělicích sloj na tři uhelné lávky. Proplásky jsou tvořeny jíly, jílovci až uhelnými jílovci a jejich mocnost se pohybuje mezi 2 - 3 m, lokálně i více. Podle geologické stavby byly tedy vymezeny v dobývacím prostoru dvě oblasti - tzv. severní a jižní. Separátně jsou u nich vyhodnoceny výběrové soubory z nadloží sloje a mezislojových poloh.

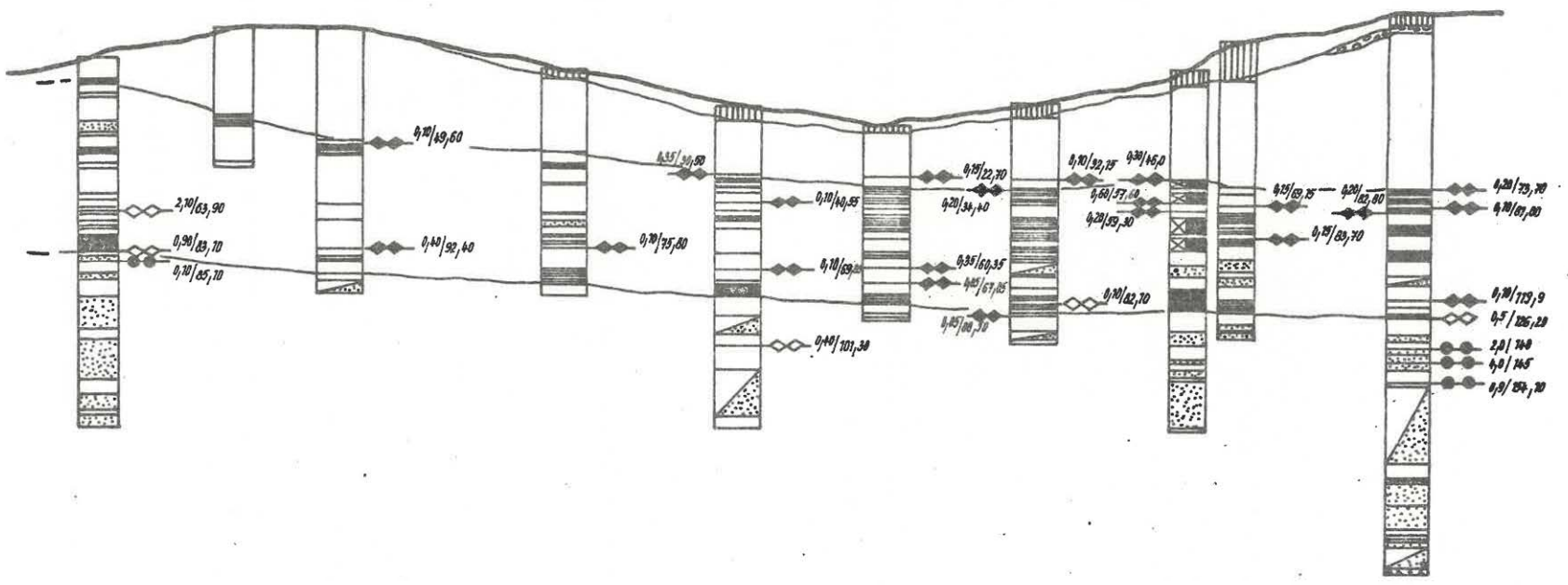
Severní oblast

- V nadloží byly karbonátové a karbonátem zpevněné polohy zaznamenány pouze v sedmi případech. Vyskytují se ve výškách 5 až 50 m nad stropem sloje, pelokarbonáty o mocnostech 0,05 až 0,15 m, jílovce s významným obsahem karbonátů (označované jako jílovce s karbonáty) od 0,02 do 2,00 m.
- V mezislojových polohách jsou karbonátové proplásky uloženy v hloubkách od - 10 m do - 62 m a mocnostech 0,06 - 0,42 m. Jílovce s karbonáty jsou vyvinuty hlavně v intervalech - 5 až - 20 m a - 30 až - 50 m, při v. a jv. demarkaci, kde místně vzrůstá podíl anorganických sedimentů mezi 2. a 3. uhelnou slojí, je maximum mezi - 60 a - 70 m. Výskyt pískovců byl nízký - pouze ve východní části, v průměrné mocnosti $\bar{m} = 0,32$ m a $\bar{h} = - 49$ m.



VST 9	N/1922	STE 30	STE 46	STE 1	STE 44	STE 18	STE 74/A	STE 42	STE 2	Název vrtu
287,99	348,77	300,01	283,79	260,42	260,88	260,76	282,50	285,24	302,98	Nadm. výška
236,76	218,38	471,67	369,21	312,70	305,65	326,90	702,37	3,97,49		Vzdálenost mezi vrtly
24,50	58,0	111,70	57,60	136,70	82,70	101,00	191,00	125,00	235,00	Čistková hloubka

400
300
200
100
± 0



- VYSVĚTLIVKA :**
- Antracit
 - Látovec zpevněný karbonátovým tmelcem
 - Pískovec
 - Uhlé polehy
 - Hlína
 - Šlátky, šlátkopíský
 - Písky, pískovce (psv) [při mocnosti > 1m]
 - Nevulkanické horniny
 - Krystalinikum
 - Jílý, jílovce - písčité, uhlé ap.
 - Ztráta jádra (předpokl. výskyt horniny - karst, výnos drti)
 - Rozvrtné jádro

ŠVERMA - ZÁPAD
GEOLOGICKÝ ŘEZ A-A'
S VYZNAČENÍM VÝSKYTU
ZPEVNĚNÝCH POLOH

M výšák 1: 2 000
 dělek 1: 70 000

PŘÍLOHA č. 1

Jižní oblast

- V nadloží jsou pelokarbonáty a jílovce s karbonáty shodně vázány na intervaly ± 0 ; + 25 m, mocnosti karbonátů 0,36 m, jílovců s karbonáty 0,07 - 0,51 m, ojediněle byly registrovány výskyty pískovců.
- V meziloží jsou pelokarbonáty i jílovce s karbonáty soustředěny v okolí tří lokálních maxim - 5; - 10, - 30; - 40 a - 50; - 60 m, charakterizujících značnou variabilitu vývoje mocnosti mezislojových písčito-prachovito-jílovitých sedimentů. Rozpětí mocností se pohybuje u karbonátů od 0,05 do 0,70 m, u karbonátických jílovců od 0,05 do 0,90 m, přičemž více jak 10 % hodnocených případů má mocnosti větší než 0,9 m.
- Pískovce jsou v převážné většině soustředěny v pískových akumulacích o rozpětí mocností 0,05 - 3,71 m při stropě či bázi těchto poloh.

c) Lom Vršany

S výjimkou severních a východních částí pole, kde je sedimentace v relativně klidnějším vývoji, jsou ostatní části ložiska charakterizovány přínosem vysokého podílu klastického materiálu a výrazným oddělením středních slojových vrstev od svrchních a spodních slojových vrstev písčito-jílovitými sedimenty o mocnosti, dosahující místně až 60 - 70 m. Zastoupení pelitů a psamitů je velmi proměnlivé.

- Nadloží hnědouhelných slojí není zachováno na celém zájmovém území (bylo částečně denudováno) a z celkového počtu 81 vyhodnocených vrtných profilů připadlo 20 případů výskytu karbonátových poloh, 11 jílovců s karbonáty a jeden případ pískovcové lavice. Prostorové umístění těchto proplástků bylo 0 - 10 m, resp. 0 - 15 m nad stropem svrchní uhelné sloje, mocnosti pelokarbonátů se pohybovaly od 0,05 do 0,80 m, jílovců s karbonáty 0,05 - 3,00 m.

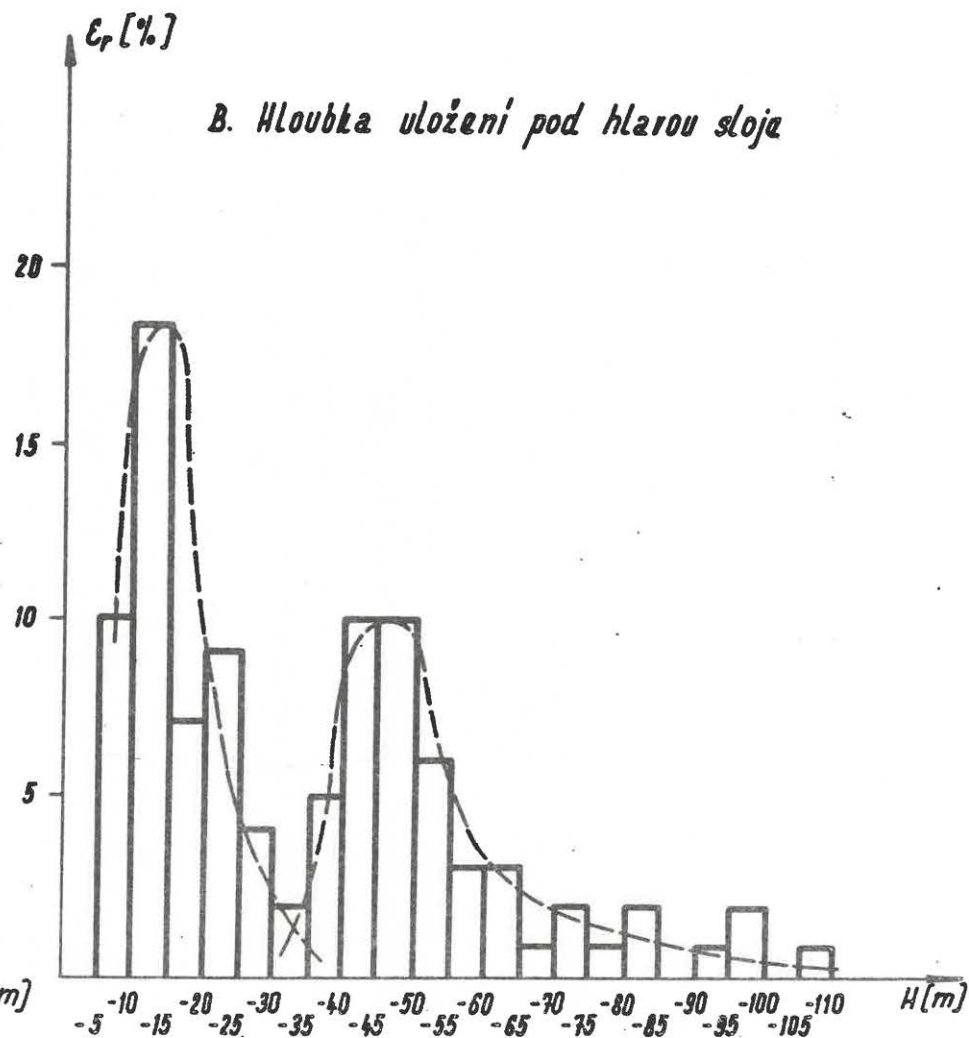
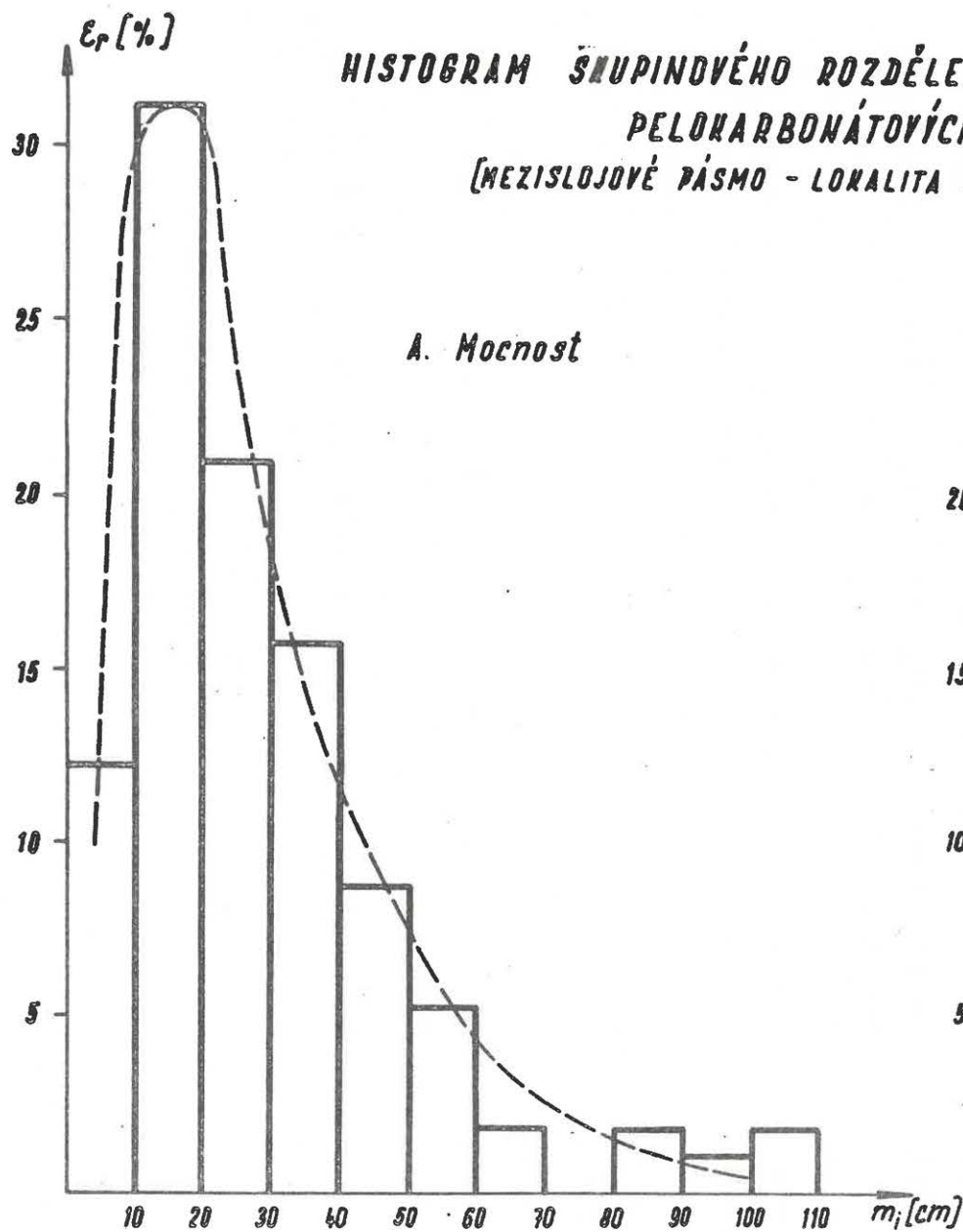
- Svrchní mezislojové, písčito-jílovité vrstvy se podílejí na nálezech proplátek řady karbonátů z 50 % (u jílovců s karbonáty 25 %), zatímco spodní mezislojové vrstvy se podílejí 50 %, resp. 75 % z celkového počtu hodnocených případů (viz přílohy č. 2 a 3). Odhad rozpětí parametrů pelokarbonátových poloh udává u mocností 0,05 - 0,60 m s hloubkami uložení od - 7 m do - 25 m a od - 35 m do - 75 m, polohy zpevněných jílovců se pohybují ve stejných hloubkových mezích, mocnosti však dosahují z cca 10 % větší než 3 m. U pískovcových vrstev lze očekávat mocnosti zejména 0,05 - 0,40 m, ale také polohy o mocnostech 1,00 - 1,50 m. Informace pro vyslovení předpokladu o jejich parametrech jsou však nedostačující.

d) Lom Bylany

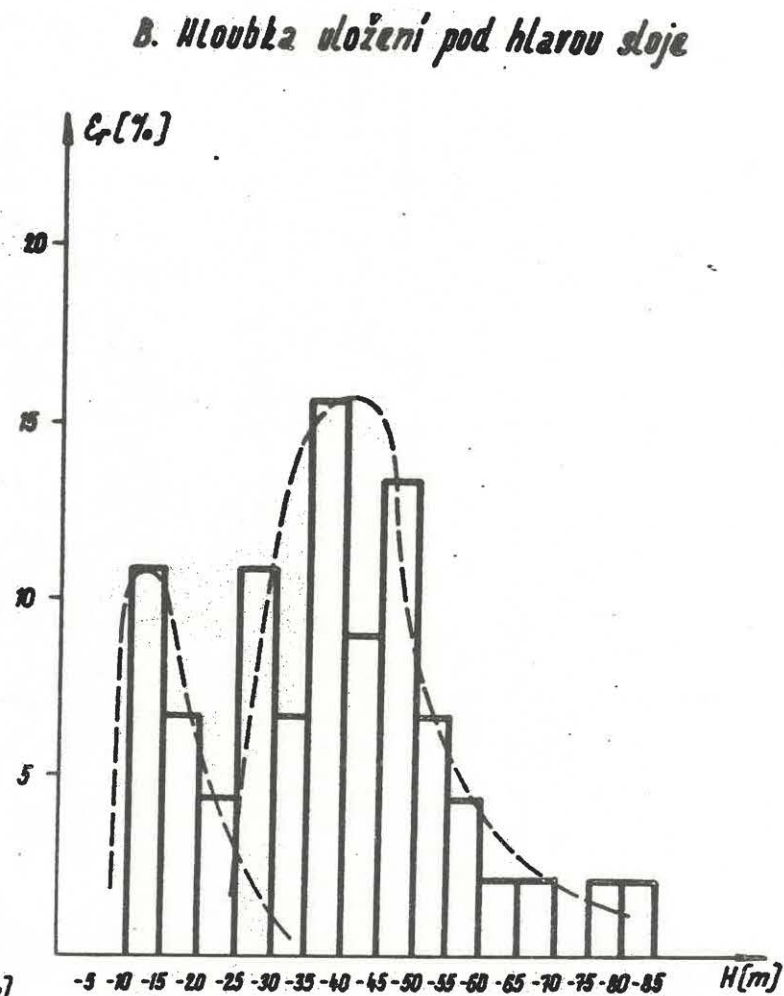
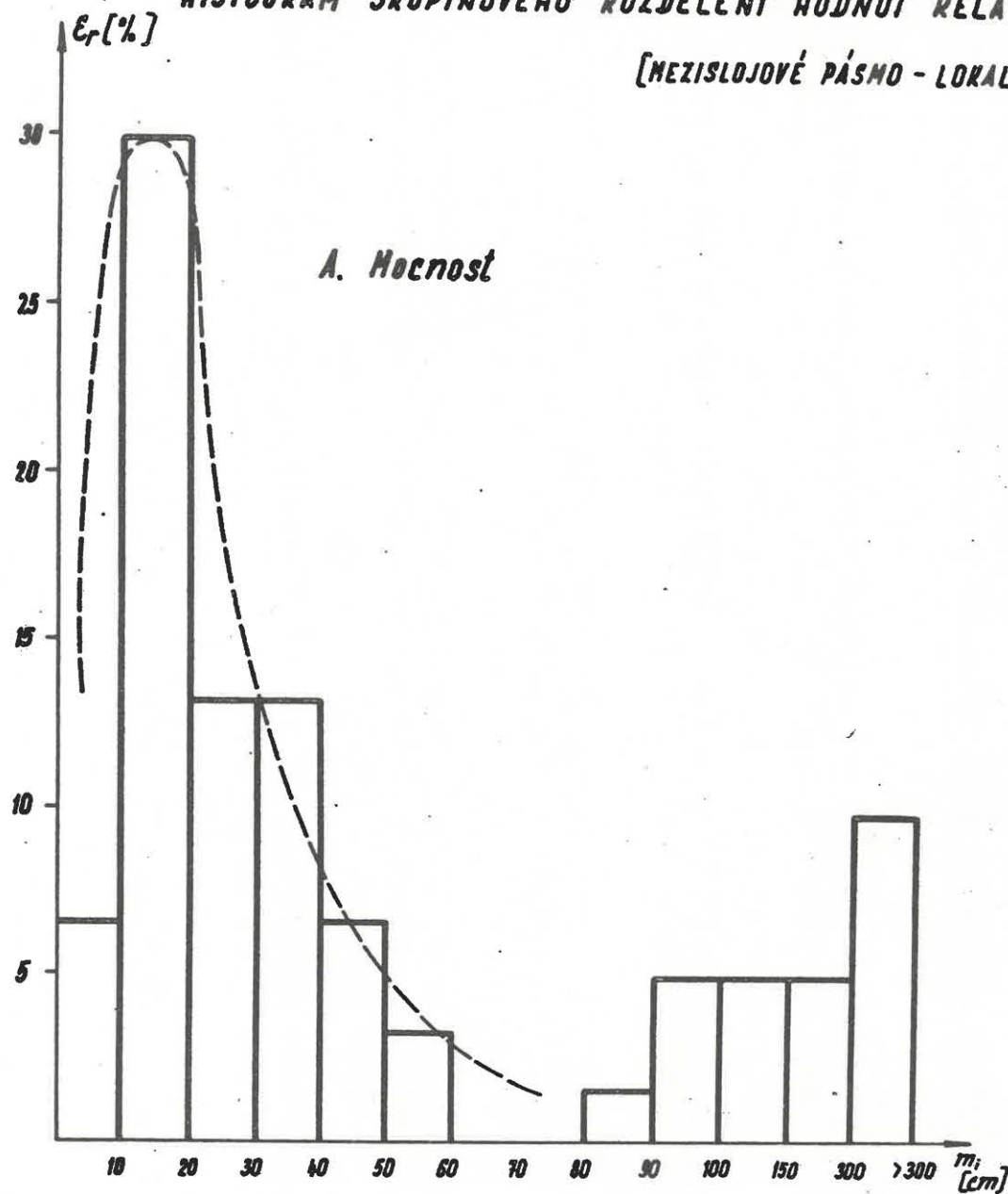
Vývoj souvrství hnědouhelných slojí byl ovlivňován přínosem anorganického materiálu ze Žatecka, mocné akumulace písků vytvářely vhodné podmínky pro zachycení cirkulujících roztoků, z nichž v redukčním prostředí vznikl cementující karbonát. Jednotlivé lávky sloje jsou od sebe odděleny až 40 - 45 m mocnými vrstvami a čočkami písků a písčito-jílovitých hornin. Střední slojové vrstvy jsou vyvinuty na cca 60 % pole, svrchní sloj - s výjimkou reliktů u Havraně - je na celém území denudována. Výskyt zpevněných poloh je vázán převážně na spodní mezislojové vrstvy.

- Karbonátové polohy jsou soustředěny z více než 70 % do spodní sloje (50 %) a spodních písčito-jílovitých mezislojových vrstev. Hranice mocností jsou 0,05 - 0,50 m.
- Polohy karbonátem zpevněných jílovců vykazují dvě výrazná lokální maxima, a to ve výškách 0 - 30 m (překrývá spodní uhelnou sloj s řadou jílovitých proplátek) a 30 - 60 m (oblast spodních mezislojových písčito-jílovitých vrstev). Výskyt takto popisovaných poloh je situován ve spodních slojových vrstvách z 60 % všech případů, ve spodním meziloží v 24 % a 16 % připadá na svrchní mezislojové vrstvy. Z uspořádání

HISTOGRAM ŠKUPINOVÉHO ROZDĚLENÍ RELATIVNÍCH ČETNOSTÍ
PELOKARBONÁTOVÝCH POLOH
[MEZISLOJOVÉ PÁSMO - LOKALITA VRŠANY]



HISTOGRAM SKUPINOVÉHO ROZDĚLENÍ HODNOT RELATIVNÍCH ČETNOSTÍ POLOH JÍLOVCŮ S KARBONÁTY
[MEZISLOJOVÉ PÁSMO - LOKALITA VRŠANY]



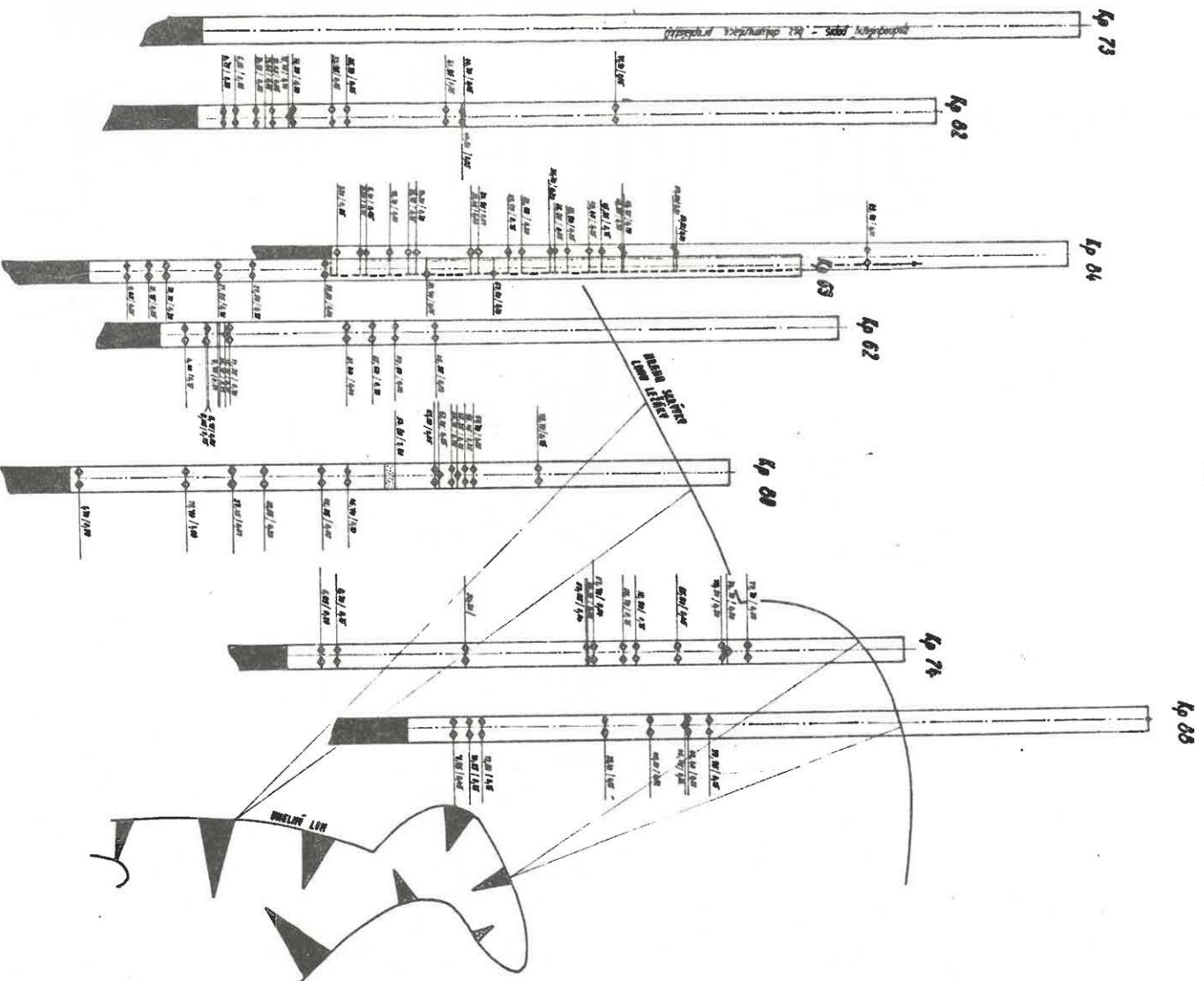
polygonů skupinového rozdělení vyplývá, že 90 % mocností je rozloženo od 0,05 m do 0,70 m.

- Pískovcové polohy se kumulují téměř výlučně do spodní mezi-slojové vrstvy v písčito-jílovitém vývoji, z části pak zasahují i do neuhelných poloh při hlavě spodní sloje (odhadem asi 20% případů). Mocnosti pískovcových vrstev se pohybují v rozmezí 0,05 - 1,00 m, lze však očekávat i nálezy masivních vrstev větších než 1,00 m.

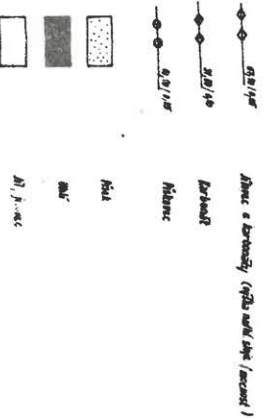
e) Dobývací prostor Ležáky - Kopisty

Distribuce zpevněných poloh v části dolového pole Ležáky - Kopisty byla ověřena v rámci zhodnocení 1. etapy geotechnického průzkumu, realizovaného v letech 1978 - 1980. (viz příloha č. 4).

- Převážná část výskytu pelokarbonátových poloh se váže na nadložní horizont do výšky cca 60 m nad stropem sloje s maximem od 5 do 15 m. Maximální mocnosti dosahují 0,50 m, z 90 % však do 0,25 m. Na hladině významnosti 0,25 je jistý výskyt 5 proplástek o $m_{\max} = 0,20$ m. (Příloha č. 5).
- Popsané jílovce s karbonáty neukazují na anomálie v rozložení, ze zkušenosti však předpokládáme, že rozpětí intervalu sleduje meze výskytu karbonátů, avšak s větším rozptylem. Z 90 % jsou do 0,35 m, 6 % případů vykazuje mocnosti vyšší. Nález 4 proplátek jílovců s karbonáty v 100 m profilu nadloží očekáváme v průměru s jistotou $p = 0,75$.
- Pískovcové desky a lavice jsou rozšířeny až na výjimky v pís-kových akumulacích o $\bar{m} = 0,50$ m, s pravděpodobností existence i větších mocností.

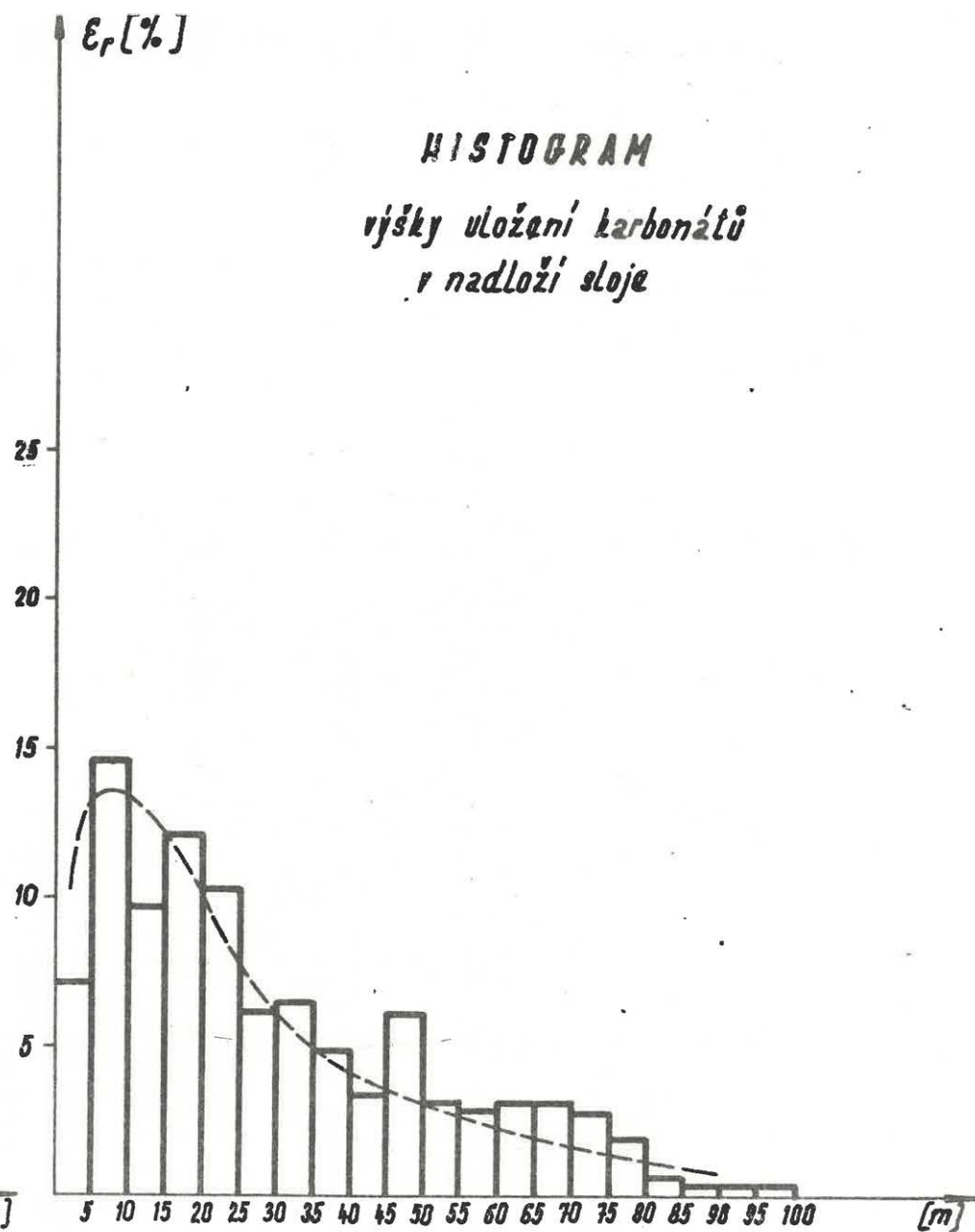
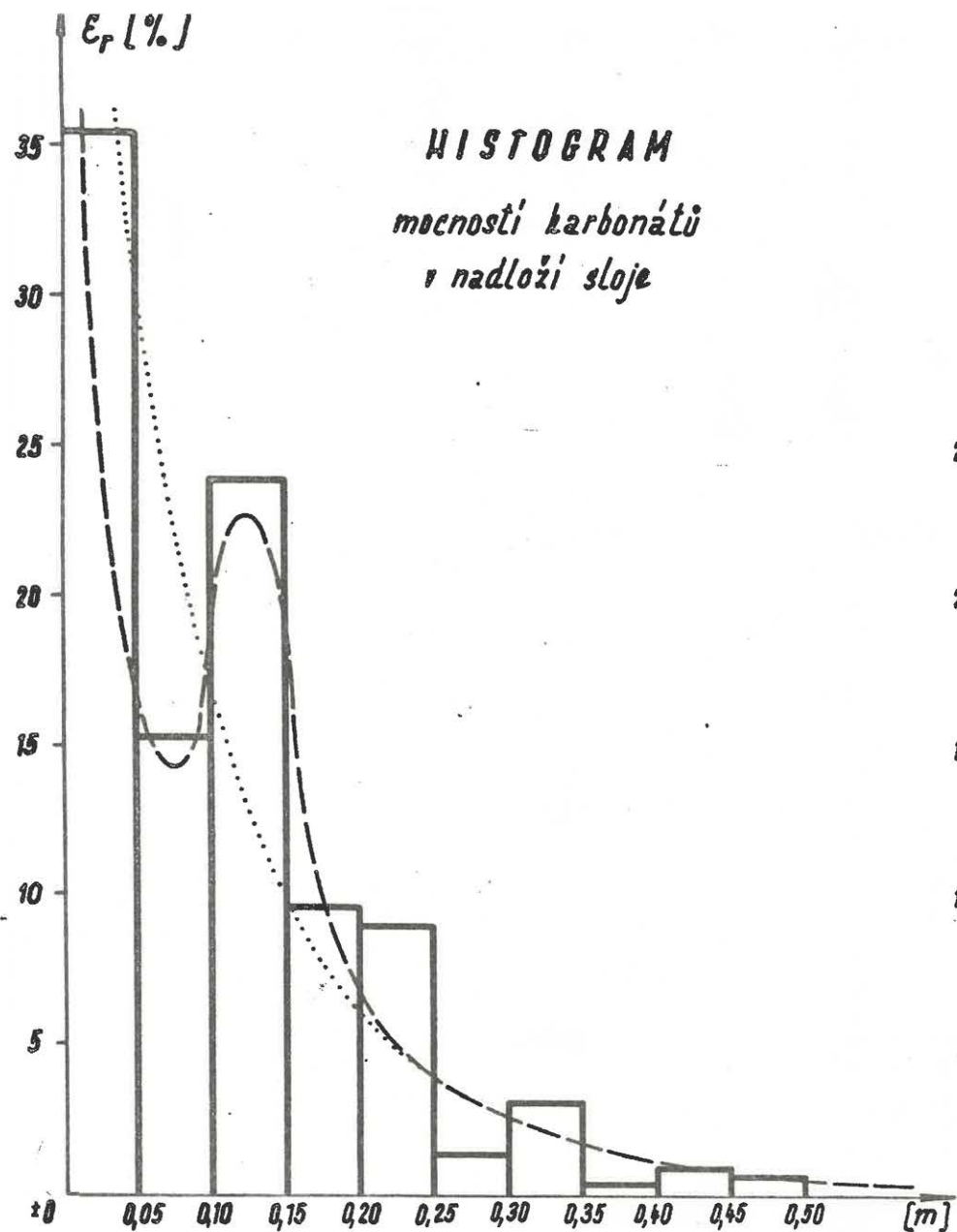


UVĚŠTLIVKY :



VÝSKYT ZDĚVŮVNŮCH PŮDNI V PŘEDPOLÍ
LOHU LEŽÁKŮ - K DOISTVŮ PRŮMĚLNĚ PŮDNI

m výška
v
15



LOKALITA LEŽÁKY - KOPISTY

PŘÍLOHA č. 5

Zhodnocení současného stavu ověřování výskytu zpevněných
poloh a perspektivy dalšího řešení problematiky

Jak vyplývá z předběžných hodnocení geotechnických poměrů na uvedených lokalitách, jejichž jedním zájmovým okruhem bylo i vyhodnocení výskytu zpevněných poloh, je současný stav znalostí o distribuci, ale zejména o mechanicko-fyzikálních parametrech těchto těžce rozpojitelných materiálů, neuspokojivý. Základním předpokladem zlepšení této situace je řádný geotechnický průzkum, doplněný nezbytnými poznatky z geologických věd, především údaji petrografickými. V současnosti pracujeme s bodovými údaji, zatíženými v řadě starších, ale i novějších etapách průzkumu omyly a chybami z hlediska statistické klasifikace nevyhnutelnými a hrubými. Dále jsme nemohli pro nízký stupeň znalostí posoudit či definovat, zda hodnocená veličina má charakter spojitý či nespojitý pro určitou oblast s daným faciálním vývojem. Protože navíc četnost, resp. hustota provedených průzkumných vrtů do období hodnocení lokalit Šverma - západ, Libouš, Vršany, Bylany a Ležáky - Kopisty byla nízká, se značnou nerovnoměrností v plošném rozmístění, u prvních tří budoucích lomů i bez znalostí báňských postupů (záměrů), nebylo možno uskutečnit dílčí, detailní analýzy a prognózy. Mimo nastíněnou problematiku existuje ještě celá řada nevyřešených statistických úloh pro vlastní hodnocení výskytu a vlastností zpevněných poloh, jako jsou např. nejspolehlivější odhady střední hodnoty náhodné veličiny, rozptylu, povahy a stupně závislosti, výběry dvojic, trojic atd. hodnot. Pro komplexní řešení klasifikace výskytu zpevněných poloh a jejich mechanicko-fyzikálních a petrografických vlastností, včetně dobývateľnosti, se pro období 8. pětiletky připravuje ustanovení VVŘT, složený ze zodpovědných řešitelů dílčích úkolů RVT na VÚHU a zástupců rozhodujících realizátorů. V rámci řešení dílčího úkolu H 50 - 125 - 001 - 07 by mělo být na podkladě dalších etap geologického průzkumu v předpolí předběžně hodnocených lokalit a uskutečněných ověřovacích pokusů na již

provozovaných lomech v závěrečné fázi provedeno souborné zpracování a vyhodnocení s prognózou průběhu kvantitativních a kvalitativních znaků pevných poloh.

Bude realizována spolupráce s VVUÚ Radvanice, Ústavem geologie a geotechniky ČSAV v Ostravě a VŠB v části zajišťující měření rypných odporů a laboratorních měření abrazivity, vtláčné pevnosti, Poissonovy konstanty, pevnosti v tlaku apod.. Půjde tedy i o řešení problému s návaznou konfrontací s výsledky geofyzikálního výzkumu realizovaného "in situ" na těžebních lokalitách tak, aby byla zajištěna maximální nestrannost a objektivita hodnocených dat a výsledků řešení. Při velkém množství zpracovávaných dat lze pak kromě běžných statistických výpočtů počítat různé korelační vztahy, řešit úlohy diskriminační a sdružovací analýzy a vytvářet grafické výstupy výpočtů jako jsou trendové mapy, aplikace zobrazovacích metod apod..

S h r n u t í

Článek popisuje stávající znalosti o výskytu zpevněných poloh na lokalitách Šverma - západ, Libouš, Vršany, Bylany a Ležáky - Kopisty na základě geologicko-geotechnického vyhodnocení, matematicko-statistických metod, hodnotí nízkou prozkoumanost z hlediska problematiky zpevněných poloh a stručně charakterizuje geologickou situaci. Diskutována je otázka současného stavu v ověřování těchto poloh a perspektivy dalšího řešení problematiky.

Literatura

- 1/ Bertlík, O., Rucký, P.:
Zhodnocení geomechanických podmínek lokality Vršany. -
VÚHU 1981
- 2/ Bertlík, O., Novotný, J., Rucký, P.:
Zhodnocení geomechanických podmínek lokality Bylany. -
VÚHU 1982