

Ing. Pavel R u c k ý , VÚHU
Oldřich O r l t , VÚHU

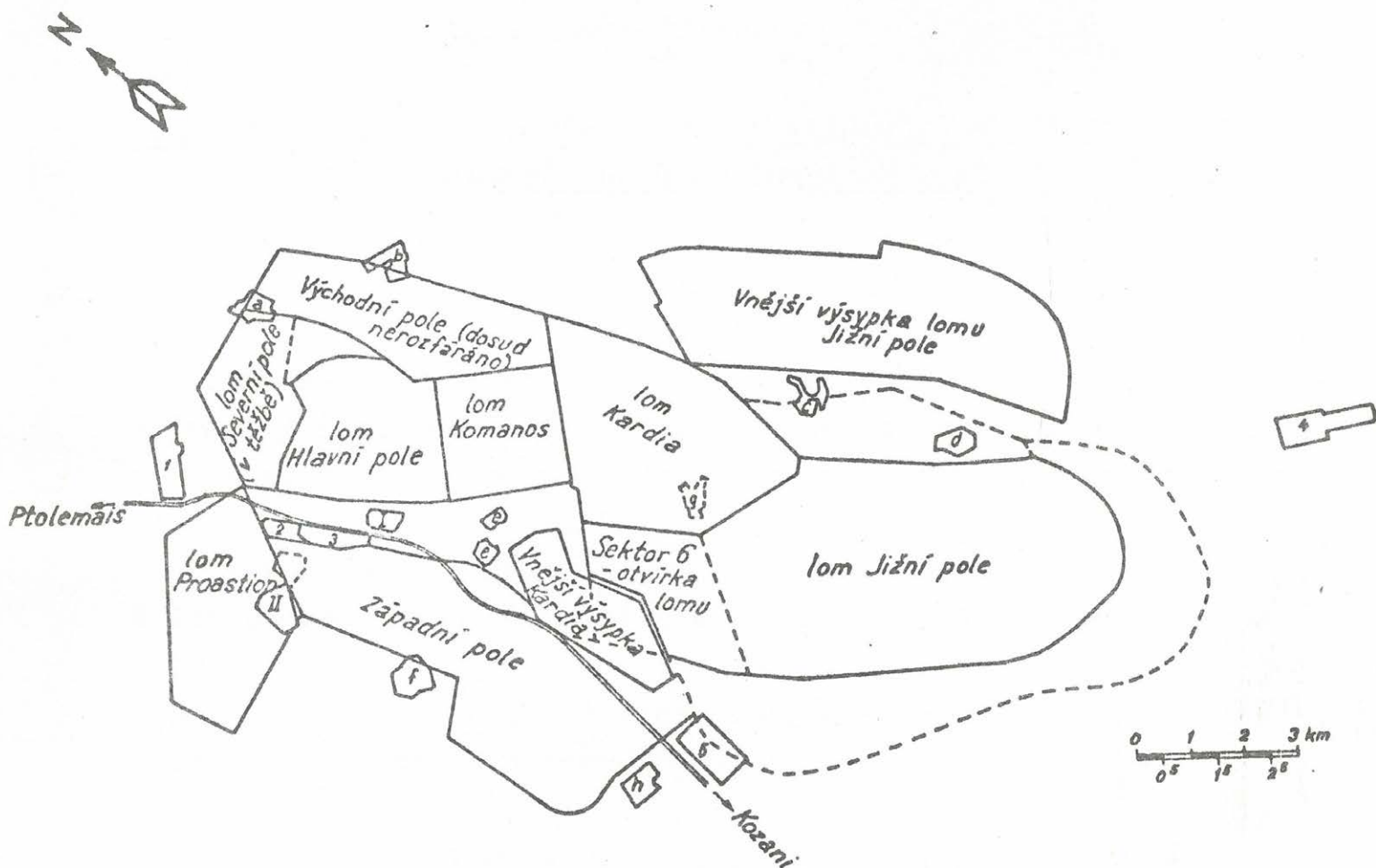
Poznatky z výkonové zkoušky drtiče DS-PH č. 2 v Lomu Jižní po-
le - Ptolemaiská pánev Řecko

Úvod

Poslední v posloupnosti tří testů, postupně prokazujících kontraktované parametry drtičů typu DS-PH a současně i podmiňujících postupnou splatnost jejich ceny od objednavatele - státní energetické společnosti PPC (Public Power Corporation) se sídlem v Athénách na konto PZO Strojexport Praha, byla zkouška výkonnosti zařízení. První test výkonnosti byl úspěšně absolvován drtičem č. 2 ve dnech 16. - 17. 10. 1989 v západní části 4. skrývkového řezu Lomu South Field v ptolemaiské lignitové pánvi (příloha 1). Po vyhodnocení byl test uzavřen závěrečným memorandem dne 19. 10. 1989. Příprava zkoušky však probíhala již několik týdnů před dohodnutým termínem. Pro dodavatele to znamenalo provést kompl. údržbu stroje po předcházejícím provozu a současně zajistit nasazení drtiče v odpovídajících báňsko-geologických podmínkách a dokumentaci včetně vyhodnocení průběhu zkoušky výkonnosti, zejména však kontrolního kubaturního měření. Analýza části měření byla vyhodnocena již v průběhu pracovního pobytu v Řecku a byla využita při stanovení programu zkoušky a pro její závěrečné hodnocení.

Drtič byl připraven v dostatečném časovém předstihu před proponovaným datem testu díky obětavosti a vysloveně osobní iniciativě technické skupiny k. p. KSK. Ze strany PPC, byla

SITUAČNÍ PLÁNEK LOŽISKA PTOLEMAIS



- I. Vnější výsypka - Západní pole
- II. Původní lom
- 1 Chemický závod
- 2 Elna Ptolemais
- 3 Průmyslový objekt
- 4 Elna Agios Dimitrios
- 5 Elna Kardia
- a Agios Christoforos
- b Kariohori
- c Haravgi (Amigdala)
- d Klitos
- e Komanos
- f Mavropigi
- g Kardia
- h Pontokomi

zkouška zahájena 16. 10. 1989. Po předchozích zkušenostech s řeckým partnerem byla zkouška připravována v ovzduší určité nejistoty, vyplývající z liknavého přístupu odběratele k přípravě testu, především však z obavy o výkonnost drtiče z důvodu nepřipravenosti vymezeného úseku, nebo dokonce i možného přesunu do jiných partií 4. skryvkového řezu s nepříznivou skladbou vsázky s vyššími podíly lepivých prachovito-jílovitých zemin. Úkolem zúčastněných pracovníků k. p. VÚHU nebylo pouze provedení a vyhodnocení kontrolních technicko-technologických měření před zkouškou, v jejím průběhu a po jejím ukončení. Byla to i garance posouzení vhodnosti báňsko-geologických podmínek nasazené technologie nejen v intencích kontraktu, ale i obecně známých a přijímaných báňsko-technických zásad. Po dvojnásobném posunutí termínu zahájení výkonové zkoušky, jehož důvodem byla nepřipravenost transportní trasy pro technologii - drtič DS-PH č. 2 a lopatové rýpadlo P & H - na místo zkoušky a neprovedení dohodnutých terénních úprav bloku určeného pro provedení zkoušky a vytvoření pojezdové rampy pro drtič.

Metodika a postup řešení

Zvolené geodetické metody a postup práce při zaměřování výkonové zkoušky

Úkolem geodetických prací při zjišťování množství nadrceného skryvkového materiálu drtičem DS-PH č. 2 bylo kontrolní a přesné zjištění kubatury odtěžených a nadrcených zemin.

Jako kontrolní kubaturní měřická metoda byla po dohodě s řeckým partnerem určena tachymetrická metoda a za přesné

geodetické měření byla zvolena blízká pozemní fotogrammetrie. Tím byl splněn požadavek PZO Strojexport pro provedení přesného geodetického měření kubatury skrývky pro případ arbitrážního řízení.

Po provedené rekognoskaci terénu byla za kontrolní měření určena přesná tachymetrie se střední chybou délek $m_s = \pm 0,10$ m a výšek $m_h = \pm 0,05$ m v osmimetrové čtvercové síti s možností výpočtu v profilech. Pro potřeby fotogrammetrie byla síť zhuštěna na 4×4 m. K měření bylo použito redukčního tachymetru DAHLTA 010 firmy Zeiss. Délka záměr volena od 4 - 80 m s možností odečítání laťového metru na 0,001 m.

Následnou geodetickou metodou byla pak zvolena blízká pozemní fotogrammetrie širokoúhlou universální kamerou UMK/10/1318 s možností velmi přesného vyhodnocení kubatury skrývky rostlých zemin. Střední chyba určení polohy bodu byla zvolena $m_s = \pm 0,05$ m a $m_h = \pm 0,03$ m s možností vyhodnocení jakéhokoli množství viditelných, ale jinak nepřístupných měřických bodů.

S vedením lomu byla dohodnuta úprava hlavy skrývkového řezu buldozery do rovinaté podoby. Na pracovní pláni rýpadla P & H s 15 m^3 lžící a drtiče DS-PH č.2 bylo provedeno dohrnutí všech sesutých a spadanych částí řezu k patě řezu s úplným urovnáním pláně.

Popis práce, zaměření výkonové zkoušky

Před vlastním geodetickým zaměřením skrývkového řezu bylo provedeno vytyčení čtvercové sítě 4×4 m se zaměřením všech průsečíků sítě v plošném rozsahu 40×120 m. Čtvercová

síť, vytyčená na hlavě skrývkového řezu a podrobně zaměřená, byla následně přenesena na pracovní plán rýpadla P & H s 15 m³ lžící, zásobujícího drtič DS-PH č.2 rostlou zeminou. Do této, o pracovní plán rýpadla zvětšené čtvercové sítě, byla přesně polohově zaměřena a vynesena horní hrana a pata skrývkového řezu. Tím byl ohraničen a vymezen prostor pro základní kubaturní výpočet.

Celé zaměření čtvercové sítě bylo provedeno ještě před rozrušením pevných poloh nátržnou střelbou. Současně se zaměřováním + figury (výchozí stav kubaturního měření) byla vytyčena pravouhlá síť vlíčovacích bodů pro blízkou pozemní fotogrammetrii. Základní fotogrammetrické snímkování bylo provedeno ze dvou fotogrammetrických základen. Jedna snímková stereo-dvojice zachycuje čelo a druhá bok skrývkového řezu s viditelností horní a dolní hrany řezu. Plán na hlavě řezu nebylo možné fotogrammetricky zaměřit pro nedostatečný nadhled fotogrammetrické kamery. Rovinnost pláň (upraveno předem buldozery) však umožňuje použití čtvercové sítě 4 x 4 m zaměřené tachymetricky pro fotogrammetrické měření.

Výkonová zkouška drtiče DS-PH č.2 byla zahájena 16. 10. 89 v 8.27 a pokračovala do 11.20 hod., kdy došlo k výpadku 6 kV. Dodávka proudu byla obnovena ve 14,55 hod. a výkonová zkouška pokračovala do 16 hodin. V této době došlo k poruše rýpadla. Na návrh pracovníků PPC byla výkonová zkouška přerušena a její pokračování bylo dohodnuto na 17. 10. v 8.00 hodin.

Následující den v 8.30 byla zahájena výkonová zkouška, jako její pokračování ze 16. 10. Vše proběhlo bez problémů a ukončena byla v 17.33 hod., kdy drtič dosáhl 10 hodin čistého času drcení.

18. 10. 1989 bylo provedeno závěrečné geodetické zaměření odtěženého skrývkového bloku 4. skrývkového řezu přesnou tachymetrickou metodou. Současně bylo provedeno doplnění vlíčovacího podkladu pro fotogrammetrické zaměření bloku. Odtěžený blok skrývkového řezu byl polohově zanesen do čtvercové sítě a tak

byla vymezena plocha pro výpočet kubatury - příloha 2 (situační plán).

Fotogrammetrické zaměření konečného stavu (- figury) odtěženého bloku 4. skrývkového řezu, blízkou pozemní fotogrammetrií bylo provedeno v odpoledních hodinách 19. 10. stejnou metodou jako výchozí stav (+ figura) ze dvou fotogrammetrických základů. Fotogrammetrické snímkování bylo ztíženo světelnými podmínkami - protisvětlo se sluncem nízko nad obzorem.

Fotogrammetrické stereodvojice výchozího (+ figura) a konečného (- figura) stavu odtěženého bloku 4. skrývkového řezu byly vyvolány v reprodukčním a fotografickém oddělení VÚHU Most a v ústavu jsou rovněž archivovány.

Metodika a postup vyhodnocení geologické a geotechnické situace, vyhodnocení vstupní a výstupní kusovitosti

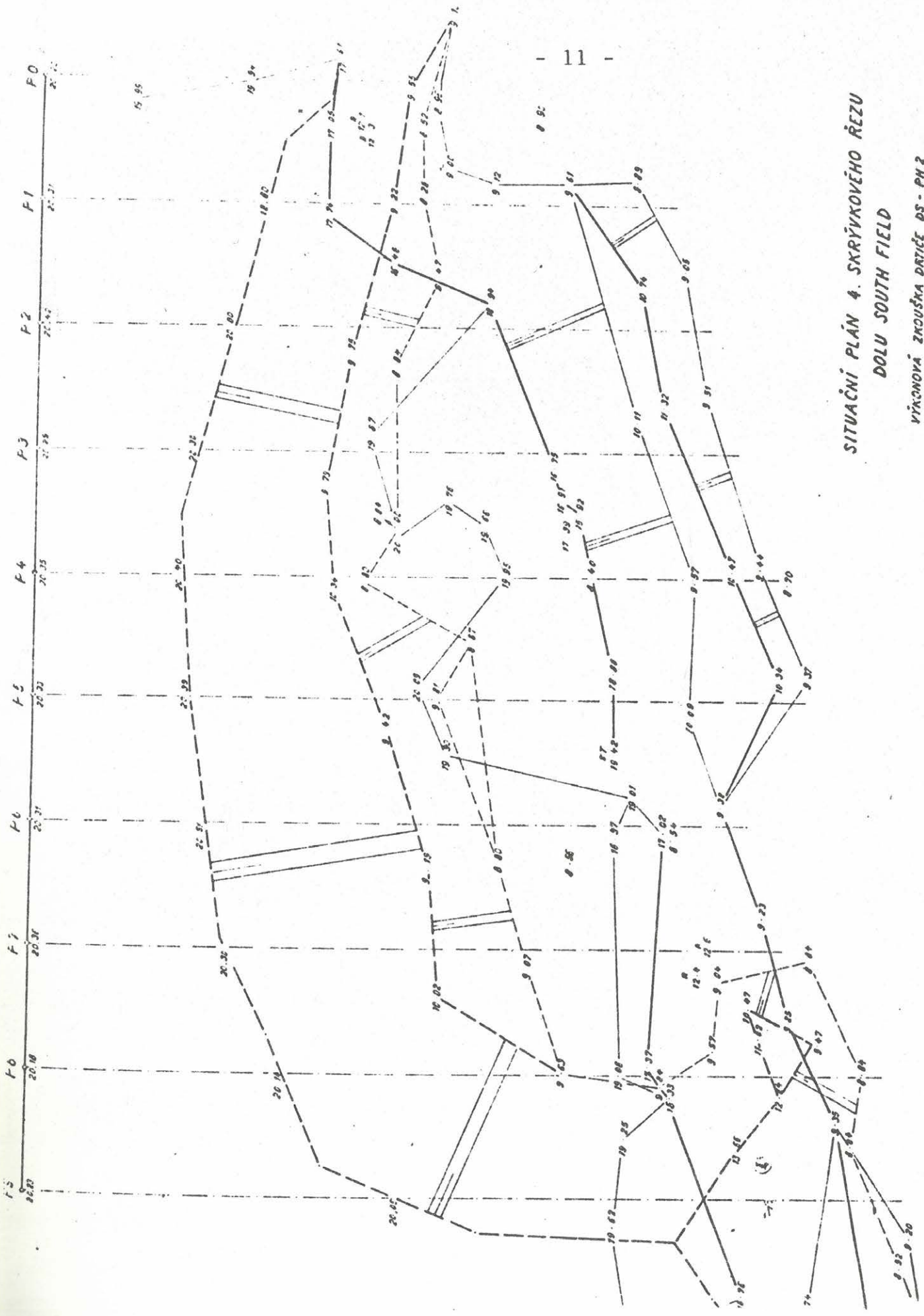
Geologická a geotechnická měření byla prováděna návazně na geodetické práce, spočívající v pořízení základního polohopisného a výškopisného snímku části 4. skrývkového řezu předpokládané k provedení výkonové zkoušky drtiče DS-PH č. 2 a snímku po provedení testu. Geologický průzkum byl zajišťován profilováním odkryté stěny se zaměřením opěrných bodů pevných poloh postupem prací, uvedených v předchozích pracích v letech 1987 - 1989.

Dokumentace vstupní a výstupní kusovitosti byla zajišťována cyklicky s hodinovou frekvencí 36 snímků na vstupu a 10,8 snímků na výstupu. Spodní hranice detailního měření největšího rozměru vstupního zrna byla 0,4 m na vstupu, 0,1 m pak na výstupu. Záznamy byly pořizovány z konstantní vzdálenosti a pod konstantními úhly. Způsob vyhodnocení byl aplikován podle běžně

SITUAČNÍ PLÁN 4. SKRÝVKOVÉHO ŘEZU
DOLU SOUTH FIELD

VÝKONOVÁ ZKOUŠKA DRTIČE DS - PH 2

Příloha č. 2



užívané metodiky VÚHU.

Vyhodnocené maximální rozměry kusovitosti byly vyhodnoceny formou běžných statistik a graficky vyjádřeny v histogramech skupinových rozdělení. Měření pevnosti v prostém tlaku se provádělo porovnávací metodou Schmidtovým kladívkem podle ON 44 1118 na podkladě zjištěného korelačního vztahu pro místní typy hornin - konglomeráty, vápencové psamity (pískovce) a jejich přechodové typy. Náhodný výběr vzorků byl uskutečňován v dobách poruch nebo pojezdů technologie (lopatové rýpadlo - drtič). Úpravy vzorků a postup měření je podrobně popisován v předchozích analýzách zkoušek spolehlivosti.

Vyhodnocení procentuálního zastoupení pevných poloh v celkové kubatuře vycházelo z hodnocení geologických profilů - tj. poměru celkových mocností k sumární mocnosti všech pevných materiálů a následně vypočtené průměrné mocnosti a vyšetření intervalu spolehlivosti pro očekávanou hodnotu μ normálního rozdělení na základě výběru rozsahu n a předpokladu, že rozptyl σ^2 není znám.

Výsledky měření

Výpočet kubatury odtěžených hmot

Výpočet kubatury skrývky byl založen na rozdělení skrývkového tělesa rovnoběžnými 8 m vzdálenými řezy - profily, aby byl umožněn výpočet podle Simpsonova pravidla.

Simpsonův vzorec:

$$V = \frac{2}{3} \cdot v \left(\frac{P_1 + P_9}{2} + 2 P_2 + P_3 + 2 P_4 + P_5 + 2 P_6 + P_7 + 2 P_8 \right),$$

kde $v = 8$ m - vzdálenost rovnoběžných řezů - profilů

$P_1, P_2, \dots, P_9$ - jednotlivé plochy rovnoběžných řezů (m^2)
viz tabulka

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9
82,0	181,2	220,3	226,2	264,4	257,3	243,2	176,1	40,1

Pro dopočet zbytkových těles bylo použito vzorce

$$V = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot v$$

Výsledná kubatura odtěžených hmot $V = 13\,844,4 \text{ m}^3$.

Vyhodnocení geologické stavby, testování geotechnických poměrů a kusovitosti

Geologická stavba bloku těženého při výkonové zkoušce je charakterizována dvěma přílohami č. 3 a 4. První z nich - snímek původního stavu před zkouškou - je doplněn o průběh pevných poloh, konglomerátů, tak jak byl dokumentován a zaměřen po pro-



*SITUACE TĚŽENÉHO BLOKU PŘED ODSTŘELEM
S VYZNAČENÍM PRŮBĚHU PEVNÝCH POLOH*

vedených úpravách patní části osypových kuželů a zachycuje stav těžebního bloku připravovaného k realizaci výkonové zkoušky. V prostoru kolmých profilů $P_0 - P_1 - P_2$ je zřetelně vyvinuta poloha, plošně nestálá o průměrné mocnosti 3,60 m (3,40 - 3,80), jejím pokračováním do profilu P_3 jsou dvě paralelní polohy 0,4 - 0,5 m mocné. Rovněž tak masívní vrstva v profilu P_8 o mocnosti 1,6 m, štěpící se v prostoru profilu $P_7 - P_6$, se v záběru odtěženého bloku vyklínila. Spodní dvě polohy 1,5 a 0,4 m mocné pokračovaly spojitě v příčném profilu a jsou v podstatně rozsáhlejší akumulaci zaznamenány v rozvinutém geologickém profilu - příloha 4. Převážnou část podílu pevných poloh tvořily konglomeráty s různým obsahem psamitické složky o obsahu SiO_2 20 - 40 %, vázaného hlavně na kostru sedimentů. V poměrně nepatrném zastoupení se zde vyskytovaly polohy vápencových psamitů (pískovců), zastižené pouze v jedné laterálně nestálé poloze v úseku profilu $P_6 - P_5$ až $P_4 - P_3$ o mocnosti 0,30 - 1,20 m.

Průvodní horninové prostředí budovaly vápencové písky, prachovito-štěrkovité s obsahy SiO_2 20 - 30 %. Nadloží těchto písčitých akumulací tvořily jílovito-písčité a prachovito-jílovité zeminy s vyvinutými vrstvami prachovitých vápenců 0,3 m nebo hojnými konkrecemi vápenců do 0,05 m. Mocnost těchto jílovitých a jílovito-písčitých zemin byla na hraně bloku snížena příčným svahem vytvořeným na hlavě 4. skřívkového řezu. Nevhodné vlastnosti pro dezintegrační proces byly eliminovány nízkým procentem jejich zastoupení - max. kolem 25 %. Vyhodnocený podíl pevných poloh na celkové kubatuře zkoušky činil 16,5 až 21,4 %.

Vyhodnocení Schmidtovým kladívkem je prezentováno v tabulce 1.

Průměrná hodnota odvozené pevnosti v prostém tlaku psami-

tických vápencových hornin činila 40,1 MPa (pro $n = 6$), konglomerátů 36,52 MPa ($n = 14$).

Obecně nelze potvrdit, že psamitická klastika vykazovala vyšší pevnost z důvodů nízkého počtu pozorování. Zobecnit však již můžeme závěr, že u hornin drcených během výkonové zkoušky DS-PH č.2 existovalo velmi malé procento jistoty participace hodnot σ_{t1} nad kontraktovanou max. hladinou 40 MPa. Samotný průběh zkoušky toto potvrdil. Například doba drcení nadrozměrových vstupních bloků ($l_1 > 1,5$ m) běžně přesahovala 10 sekund (28 měření), výjimečně přesáhla tento časový horizont (4 měření - max. 17 sek.). Podle nabytých zkušeností o frekvenci (a její časový průběh) a temperaturaci derivativních akustických emisí, rozlišitelných v oboru slyšitelného vlnění, potvrzují jednoznačně tuto skutečnost.

Orientační hodnoty krychlené pevnosti v prostém tlaku σ_{t1} odvozené z měření Schmidtovým kladívkem typ N DS-PH č. 2, 4. skrývkový řez Dolu South Field, Ptolemais.

Č. zk.	Makroskopoický popis horniny	σ_{t1} (MPa) $p = 0,8$	Poznámka
1.	Konglomerát	39,5	16. 10. 89 8,20 hod., profil P_1 - rozval
2	vápencový pískovec	30,5	dtto
3	vápencový pískovec	51,0	12,46 hod., profil P_2 - rozval
4	vápencový pískovec	36,2	12,58 hod., profil P_2 - rozval
5	vápencový pískovec	36,2	13,10 hod., profil $P_2 - P_3$ - rozval
6	konglomerát	41,5	13,30 hod., profil $P_2 - P_3$ - rozval
7	konglomerát	44,2	14,00 hod., profil P_3 - rozval

Č. zk.	Makroskopoický popis horniny	σ_{t1} (MPa) p = 0,8	Poznámka
8	konglomerát	50,2	14.15 hod., prof. P ₃ - rozval 17. 10. 89
9	konglomerát	40,7	8,00 hod., prof. P ₄ - rozval
10	konglomerát	35,8	8,15 hod., prof. P ₄ - rozval
11	konglomerát	32,5	8,25 hod., prof. P ₅ - rozval
12	vápencový pískovec	43,6	8,35 hod., prof. P ₄ - P ₅ - rozval
13	konglomerát	31,6	9,40 hod., prof. P ₅ - rozval
14	konglomerát	28,7	11,50 hod., prof. P ₅ - rozval
15	konglomerát	38,2	13,00 hod., prof. P ₆ - rozval
16	konglomerát	34,3	13,10 hod., prof. P ₆ - rozval
17	vápencový pískovec	43,1	16,10 hod., prof. P ₈ - rozval
18	konglomerát	24,2	16,50 hod., prof. P ₈ - P ₉ - rozval
19	konglomerát	32,0	17,15 hod., prof. P ₈ - P ₉ - rozval
20	konglomerát	38,4	17,25 hod., prof. P ₈ - P ₉ - rozval

Analýzou fotodokumentace byly získány tyto základní výsledky rozdělení vstupní kusovitosti v jednotlivých rozměrových intervalech následovně:

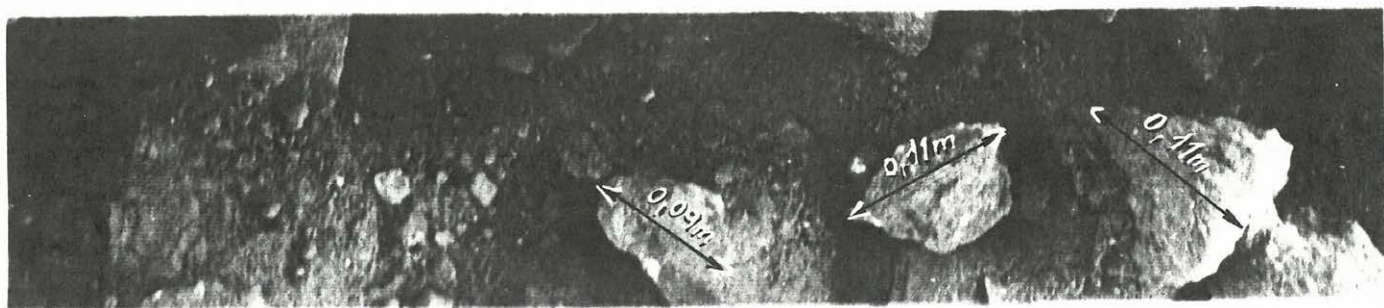
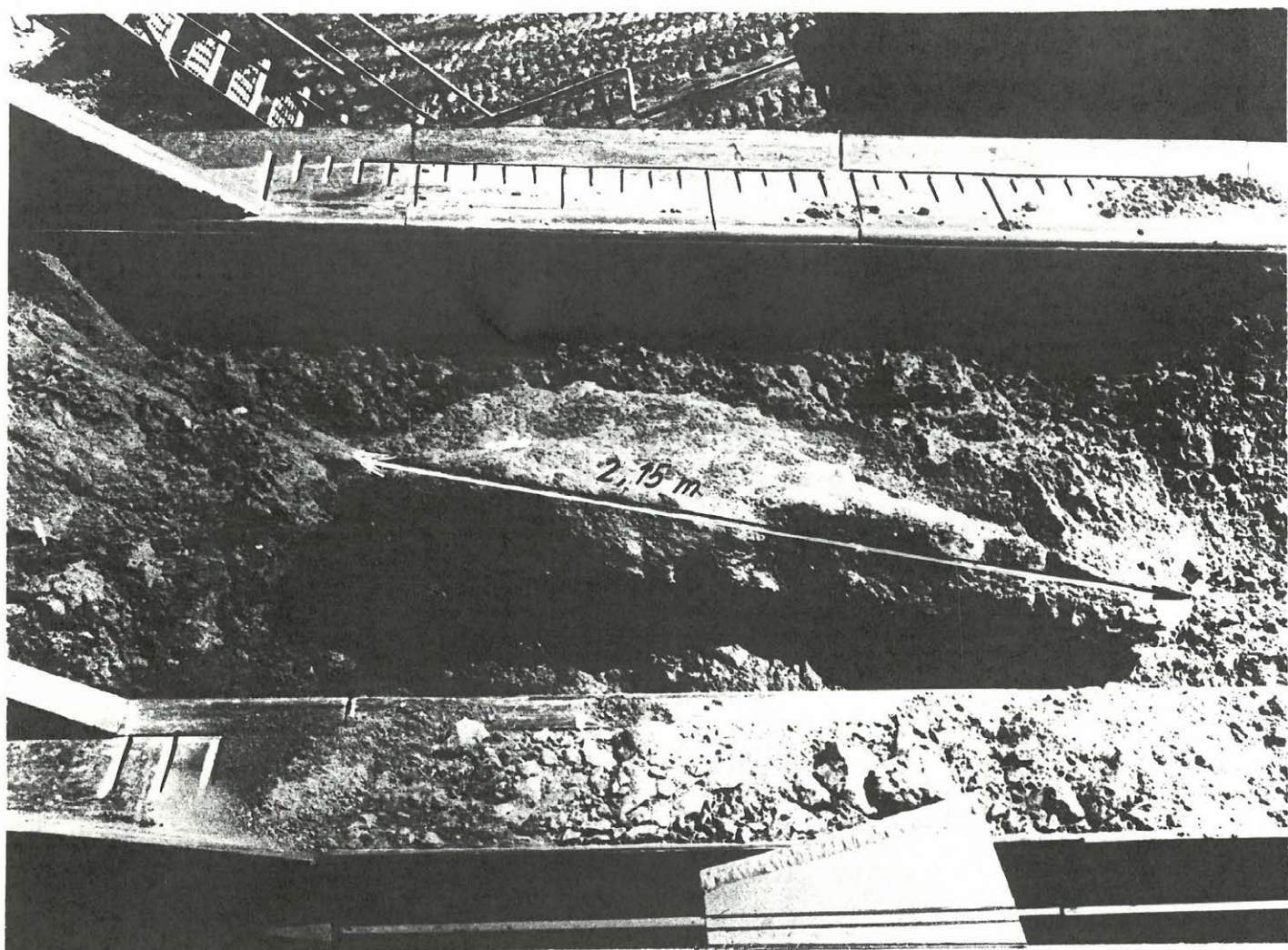
Interval (m)	0,10- -0,40	0,41- 0,80	0,81- 1,50	1,51- 2,00	> 2,01	Celkem
počet vyhodnoce- ných kusů (ks)	1156	680	312	176	72	2396
relativní za- stoupení kusovi- tosti (%)	48,24	28,28	13,02	7,35	3,01	100,00
průměrný rozměr skupiny (m)	0,25	0,58	1,05	1,60	2,23	-

Přepočet na absolutní zastoupení nebylo možné z důvodů neznalosti procentuálního zastoupení skupiny 0,00 - 0,10 m. Poměr objemu pevných poloh k celkové kubatuře zpracované vsázky max. 21 : 79, tj. cca 1 : 4. Poměr hmotnostní je však vyšší - cca 25,4 : 79. Pro ilustraci jsou v přílohách č. 5, 6 náhodně vybrané fotografie vsázky na deskovém dopravníku a pod nimi fotografie podrceného materiálu na předávacím dopravníku.

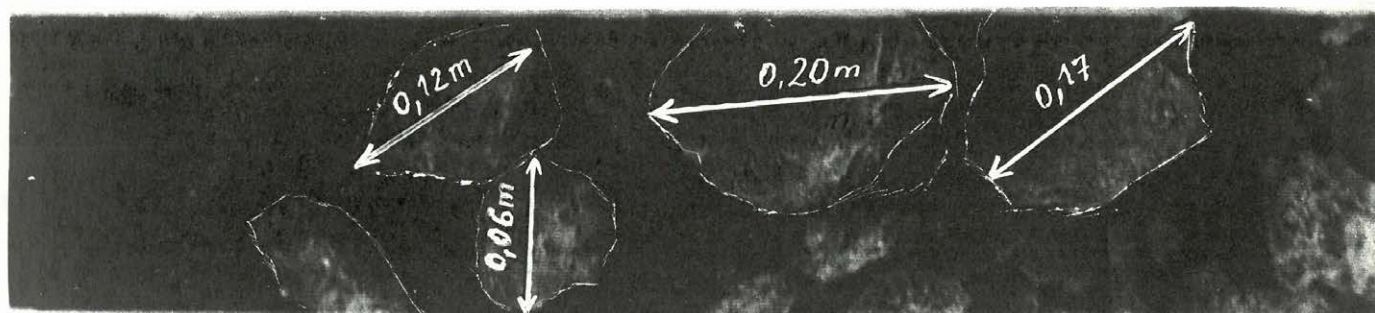
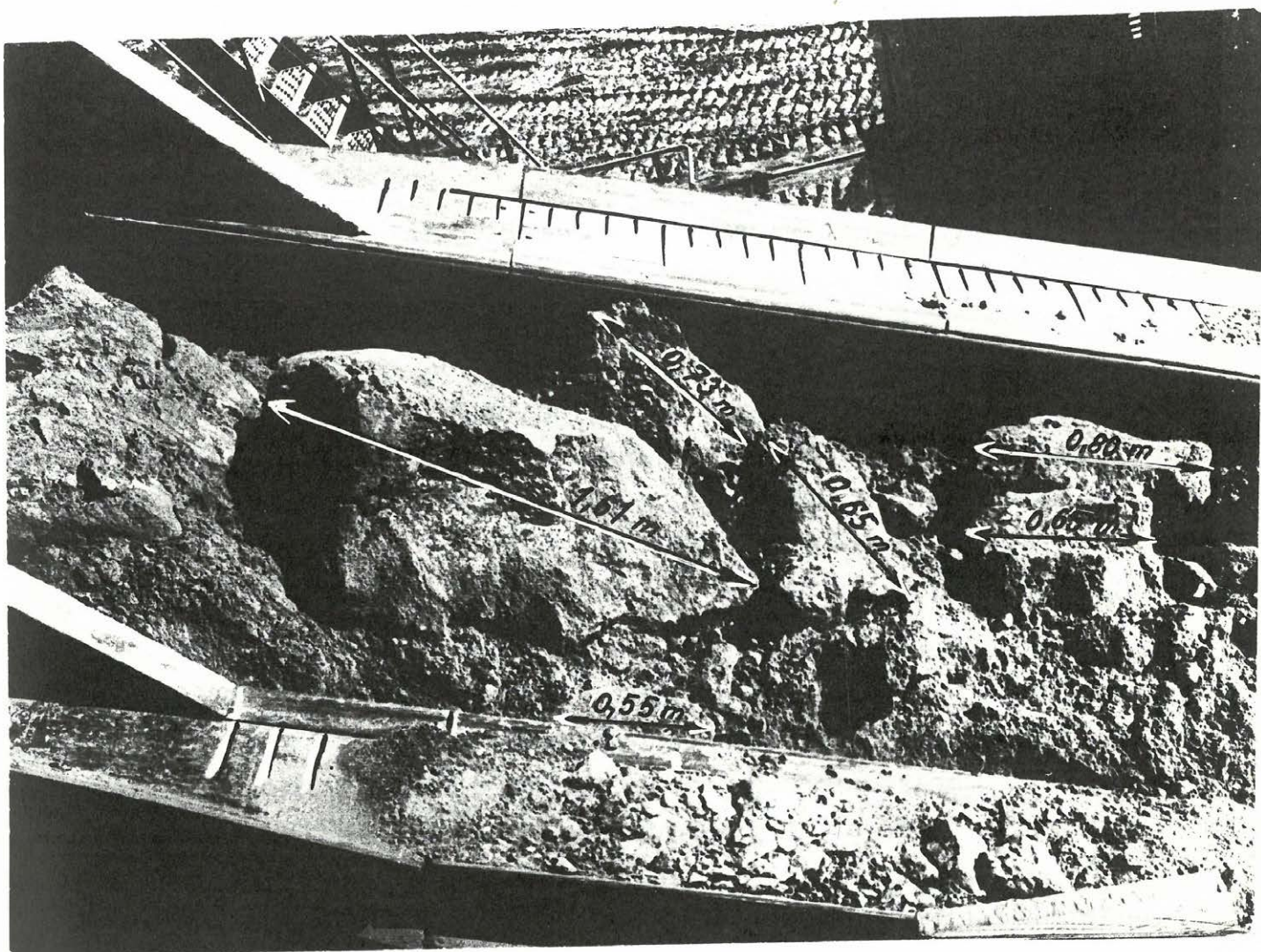
Výstupní fragmentace byla hodnocena v intervalech po 0,1 m:

Interval (m)	0,10- 0,20	0,21- 0,30	0,31- 0,40	> 0,41	Celkem
počet vyhodnocených kusů (ks)	110	105	27	4	246
relativní procentuální zastoupení (%)	44,72	42,68	10,98	1,62	100,00
průměrný rozměr skupiny (m)	0,16	0,25	0,35	0,0	-

Četnost výstupní dokumentace byla omezena nepříznivými světelnými podmínkami a nedostatkem citlivého materiálu.



UKÁZKA DOKUMENTACE VSTUPNÍ
A VÝSTUPNÍ KUSOVITOSTI



UKÁZKA DOKUMENTACE VSTUPNÍ
A VÝSTUPNÍ KUSOVITOSTI

Závěr

Výsledky měření, uskutečněné v průběhu přípravného období, vlastní zkoušky výkonnosti a následné rozборы potvrdily platnost původní koncepce, že je nutné pro případné arbitrážní řízení provádět měření výkonové zkoušky blízkou pozemní fotogrammetrií, jako jednou z nej přesnějších a zároveň průkazných geodetických metod. Zjištěný rozdíl měření odběratele (řecká strana) a naším měřením činil $- 398 \text{ m}^3$, což v daném případě při vysokém překročení kontraktem dokládané výkonnosti postačovalo jako kontrolní hodnota. Ovšem v případě rozdílných výsledků na hranici garantované výkonnosti by byl tento rozdíl nepřijatelný, a uplatněním pouze tachymetrické metody by nemohla být potvrzena správnost kontrolního měření. Jediná reálná, přesná a zvláště pak průkazná metoda je blízká pozemní fotogrammetrie, snímání univerzální širokoúhlou kamerou UMK/10/1318.

Vzhledem k značné četnosti nadrozměrných bloků nepevných hornin ($1 > 1,5$) ve vsázce je rovněž nutné pořizovat průkaznou fotodokumentaci, její vyhodnocení a kontrolu pevnosti v prostém tlaku cca v rozsahu prováděném v průběhu výkonové zkoušky DS-PH č. 2.

Dosažená průměrná výkonnost kompromisně přejatá do textu závěrečného memoranda $1358 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ byla pro řadu nezasvěcených překvapením. Je však výsledkem dlouhého procesu získávání zkušeností v praxi a v souvislosti s tím i opravami v nazírání na teorii rozpojování v procesu drcení. Krátkodobá výkonnost, jak je dokladováno záznamem o počtu naložených lžic, byla např. v první hodině zkoušky na hranici $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ r. z., což považujeme za max. hranici výkonnosti drtiče v daných báňsko-geologických podmínkách. Průměrné plnění lžice rýpadla P & H $14,35 \text{ m}^3$ rostlé horniny. Dosažená průměrná, skutečná výkonnost DS-PH č. 2 je oproti kontrahované hodnotě $1100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ o 23,4 % vyšší.

Poznámka: Tento pozitivní výsledek potvrzuje i obdobná výkonová zkouška stroje DS-PH č. 3, při které bylo dosaženo hodnoty $1347,6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, což představuje překročení o 22,5 %.

Shrnutí

Článek volně navazuje na dříve publikovaný článek ve Zpravodaji VÚHU o měření tvrdosti a kusovitosti na uvedených strojích v Řecku.

Jsou v něm prezentovány některé postupy a výsledky technicko-technologických měření, uskutečňovaných při zkoušce výkonnosti drtiče skrývky DS-PH č. 2, výrobce k. p. KSK, koncern SHD. Stručně je uvedena i metodika a postup vyhodnocení geologické a geotechnické situace, kubaturního měření a vstupní a výstupní dokumentace. V souhrnu však také nepřímo ukazuje na zcela kvalitativně odlišné odběratelsko-dodavatelské vztahy, zřejmě běžné v zemích EHS.