

Václav C t i b o r, VÚHU

Ovlivňování trhacích prací na lomových lokalitách

Článek navazuje na předchozí práce autorů z odboru rozpojování nadloží. Faktem zůstává, že trhací práce jsou a i v budoucnosti budou důležitou součástí dobývání povrchovým způsobem. I když rozvoj dobývací techniky ovlivnil i trhací techniku, nelze si rozpojování horninového masívu bez výbušin představit. Účinnost trhacích prací je závislá na dokonalém provedení odstřelu, tj. zvládnutí dimenzování a rozmísťování náloží, ale i na použitém parku trhací techniky, sortimentu výrobků rozněcovadel, trhavin, pomůcek trhací techniky a zařízení pro mechanizaci jednotlivých operací při manipulaci s trhavinami.

Lomová těžba je charakterizována postupem do větších hloubek a tak dochází k nárůstu pevnostních parametrů nadložních zemin a na některých lokalitách i uhlí. Tyto jevy mají dopad na těžbu, výkony rýpadel, celkovou těžbu, měrnou spotřebu elektrické energie, četnost poruch, zvýšenou spotřebu náhradních dílů, zejména řezných orgánů atp. Stručně řečeno obtížnější dobývací podmínky se úměrně projevují v efektivnosti těžby.

Negativní vliv na vlastní dobývání má rovněž i výskyt nadměrných kusů při dobývání. Jedná se prakticky o primární a sekundární kusovitost.

Primární kusovitost. Na její tvorbu má vliv geologická stavba, pevnostní parametry hornin, tektonické a zlomové poruchy, ale i technologie dobývání a jakost a tvar rypných orgánů. Geologicky složité podmínky s vrstvami hornin značně rozdílné pevnosti jsou příčinou vzniku nahodilé nadměrné kusovitosti.

Sekundární kusovitost. S výskytem nadměrných kusů se dále setkáváme ve velmi pevných horninách po předchozím rozrušení horninového bloku trhacími pracemi.

Pro objasnění bude vhodné uvažovat o horninovém bloku nehomogenním a homogenním. V prvním případě se jedná o partie s výskytem pelosideritických proplástek o mocnosti 0,2 - 0,3 m a v některých případech i o větší mocnosti. Četnost těchto proplástek je v různých lokalitách proměnná. Jejich výskyt je příčinou vyvolání takových rypných sil na břitech korečků, že značně přesahují hodnoty obvodových sil.

V druhém případě jde většinou o řezy se stejnorodými pevnými horninami, někdy i vložkami pelosideritů o mocnosti 0,05 - 0,10 m. Dobývání v těchto partiích je rovněž značně ztíženo a projevuje se nutností snížit rozměr odebíraných třísek, čímž klesá výkon rýpadel.

V obou případech je možné počítat i s průvodní existencí a vývojem trhlin, které mohou podporovat vylamování nadměrných kusů při dobývání. Geologickou složitost nadložních hornin je nutné doplnit i o partie písčité s pískovcovými proplástkami a ložisky, kde vrstvy vytmelených částí dosahují několikametrových mocností. Další partie jsou tvořeny nepravidelně rozloženými čočkami velmi pevných pelosideritů a pelokarbonátů.

Zlepšení dobývacích podmínek a tím i dosahování vyšších stabilnějších výkonů rýpadel lze dosáhnout zařazením trhacích prací do technologie dobývání.

Zde bych připomněl poznatky, které uvedl autor Bašta: "Účinnost trhacích prací na tvorbu kusovitosti je výrazně závislá na nehomogenitě nadloží a na existenci a stupni vývoje trhlin v nadložním masívu. Různými zásahy je možné kusovitost v různé míře ovlivňovat, nikoliv vyloučit ani standardizovat."

Trhacími pracemi je možné ovlivnit fragmentaci dobývaných hornin při dodržení určitých podmínek.

V první řadě se jedná o využití milisekundového roznětu, který umožňuje rozdělit celý odstřel na řadu dalších odstřelů a má následující výhody:

- zkrácení doby celého cyklu odstřelu
- snížení seizmických účinků
- zmenšení odhozu rozpojené horniny
- příznivější kusovitost rozpojené horniny
- vyšší koeficient využití vývrtů.

Uvedené příklady jsou základem zvýšeného výkonu trhaviny až o 10 % vlivem spolupůsobení jednotlivých náloží. Velký význam pro parametry trhacích prací má volba speciálního intervalu zpoždění výbuchu dílčích náloží, aby bylo možné dosáhnout výše uvedených výhod. Optimální stanovení hodnoty intervalu zpoždění a sledu výbuchu jednotlivých náloží podstatně ovlivňuje bezpečnost, efekt i ekonomiku odstřelu.

Časový interval milisekundového roznětu závisí plně na parametrech odstřelu. Hledisko optimální kusovitosti není úměrné rozletu, což znamená, že čím větší rozlet, tím lepší bude fragmentace. Další hlediska jsou rozteče náloží a akustická impedance rozpojované horniny. Touto problematikou se zabýval Langefors, který uvádí optimální interval časování výrazem

$$\tau_i = a \cdot W$$

kde a - součinitel udávaný v hodnotách 3 až 5

W - rozteč v metrech (nebo vzdálenost nálože od volné plochy).

Mečíř a Šnajdr ve svých pracech doporučují volit součinitel 3 až 8. Podle uvedených vzorců by byl nejvhodnější interval časování ve skryvkových materiálech SHR a HDBS 9 ms až 48 ms.

Využití rozletu při lomových trhacích pracích nelze ve směr aplikovat a bylo použito pouze výjimečně na výchozu sloje, při haváriích apod.. Nelze rovněž využít dimenzování náloží na sesutí, kdy alespoň částečný pohyb horniny v rozrušo-

vaném bloku by měl vliv na další drobení horniny. Vzhledem k tomu, že odstřely jsou dimenzovány pouze na natřesení se výsledných efektů musí dosahovat těmi nejnepříznivějšími prostředky. Podle uspořádání vrtů se jedná o odstřely plošné. Za těchto okolností působí energie výbuchu směrem k hlavě řezu, dochází pouze k nadzvednutí horní lávky, což často vede k tvorbě nadměrných kusů.

Vzniká otázka, jakou cestou se lze ubírat, aby bylo dosaženo optimálních výsledků. V následující části uvedu některé zásady, které je nutné dodržovat při trhacích pracech.

1. Dimenzování náloží

Jak již bylo uvedeno nutno nálože vypočítat na natřesení. Doporučuji hledat možnosti k uspořádání odstřelu na částečné sesutí. Tímto způsobem by bylo možné využít na lokalitách s dostatečným prostorem pod lomovou stěnou. Jako příklad lze uvést III. skrývkový řez lomu Merkur.

Pro ilustraci uvádím specifické spotřeby trhavin na našich lomových lokalitách u odstřelů dimenzovaných na natřesení a údaje z kamenolomů, kde nálože jsou vypočteny na odhoz.

Pevné jíly	0,21 - 0,26 kg.m ⁻³	
Křída	0,16 - 0,18 kg.m ⁻³	
Sádrovec	0,21 - 0,26 kg.m ⁻³	
Tufy	0,30 - 0,47 kg.m ⁻³	
Breksie s tmelem	0,24 - 0,29 kg.m ⁻³	
Pískovec	0,24 - 0,29 kg.m ⁻³	
Dolomit	0,26 - 0,34 kg.m ⁻³	
Pískovec, magnezit	0,26 - 0,42 kg.m ⁻³	
Žula	0,32 - 0,45 kg.m ⁻³	
Čedič	0,37 - 0,63 kg.m ⁻³	
Křemenec	0,32 - 0,37 kg.m ⁻³	
Skrývka SHR a HDB	0,35 - 0,40 kg.m ⁻³	(nátrásné odstřely)

Ve svých pracích uvádí Assonov vliv počtu volných ploch na spotřebu trhavin. Vezme-li za základ 100 % při jedné volné ploše, tj. při nátrásném odstřelu, tak u clonových odstřelů s dvěma volnými plochami dojde ke snížení o 40 %. Podle těchto zásad vychází specifická spotřeba v SHR na 0,21 až 0,24 kg.m⁻³. Tyto hodnoty se plně kryjí s hodnotami uvedenými v přehledu v první řádce - pevné jíly. Tímto přehledem je možné dokázat, za jakých nepříznivých podmínek se musí trhací práce provádět s ohledem na ekonomiku.

2. Časování náloží

Při milisekundovém roznětu má prvořadý význam spolupůsobení jednotlivých náloží a tím je dosahováno vyššího výkonu trhaviny. Časováním je možné upravovat a usměrňovat rozlet. Tato eventualita nepřipadá při odstřelech na hnědouhelných lomech v úvahu. Při značném přiblížení náloží může docházet k obnažení sousední nálože, případně jejímu přelisování. Z těchto důvodů je nutné, aby časový interval zpoždění mezi sousedními náložemi byl v hodnotách $\tau = 10-70$ ms. Tyto hodnoty byly zpracovány na základě dlouhodobých zahraničních zkušeností a odpovídají i požadavku na intervalu zpoždění vypočteném dle vztahu Langeforse.

O optimálních hodnotách časového intervalu byly uvedeny údaje již v úvodu. Lze konstatovat, že rovněž volba intervalu zpoždění je při lomových odstřelech podřízena způsobu dimenzování náloží. Proto je nutné hledat optimum při změnách roztečí náloží, úpravách konstrukce náloží tak, aby se zmenšila vzdálenost mezi náloží a hlavou řezu. Toho lze dosáhnout změnou souvislých táhlých náloží na nálože táhlé dělené s mezisoučinností nebo se vzduchovou mezerou.

Interval zpoždění závisí dále i na akustické impedanci rozpojované horniny. Pro vysoké akustické impedance se volí nižší hodnoty součinitele a . Akustická impedance hornin je součinitel hustoty prostředí a rychlosti šíření podélných

vln a má rozměr $\text{g.cm}^{-2}.\text{s}$. Chanukajev rozdělil horniny do tří skupin dle akustické impedance:

- I. skupina - malá akustická impedance $(0,2 - 5) \cdot 10^5 \text{g.cm}^{-2}.\text{s}$
- II. skupina - střední akustická impedance $(5-15) \cdot 10^5 \text{g.cm}^{-2}.\text{s}$
- III. skupina - velká akustická impedance $(15-25) \cdot 10^5 \text{g.cm}^{-2}.\text{s}$

Horniny, které jsou rozrušovány na lomech, jsou vesměs ve II. skupině uvedeného členění. Podle laboratorních měření některých vzorků hornin činí akustická impedance 3,2 až $15,9 \cdot 10^5 \text{g.cm}^{-2}.\text{s}$.

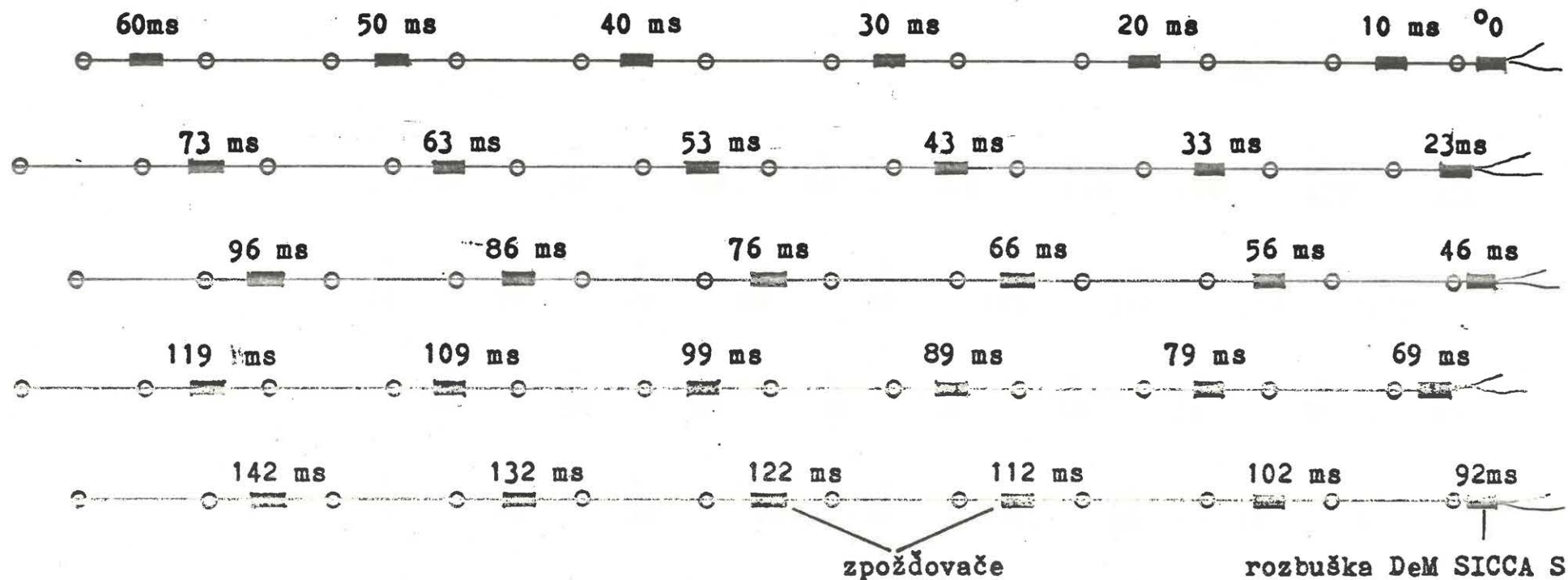
Pro časování se při trhacích pracích používají milisekundové elektrické rozbušky DeM v provedení Sicca S s intervalem zpoždění mezi jednotlivými stupni 23 ms. Zvětšování rozsahu odstřelu není úměrné vyráběným řadám československých rozbušek ani při použití tzv. Metro řady. Východiskem by bylo znovuzavedení výroby milisekundových bleskovicových zpožďovačů MBZ, se kterými by bylo možné dosáhnout velké řady kombinací ve spojení s rozbuškami DeM Sicca S.

Vzhledem k tomu, že se zpožďovače nevyrábějí, bylo by vhodné vyzkoušet na lomových provozech některé zahraniční výrobky. Moderní konstrukce jsou zpožďovače ICI v plastickém tělísku označované Detonating Relays P.B. s intervalem zpoždění 10 ms (červené tělísko) a 17 ms (zelené tělísko). Rozměry - délka 89 mm šířka 20,6 mm, síla 11 mm. Na koncích zpožďovače jsou otvory pro provlečení bleskovic. Široké možnosti časování jsou uvedeny na příloze č. 1.

Použití milisekundových zpožďovačů by bylo možné kombinovat s rozbuškami DeM Sicca S podle navrženého schématu na příloze č. 2. Tím lze dosáhnout úspor při zachování široké škály kombinací. Nejvhodnější kombinace bude možné upřesnit na základě měření seizmických účinků jednotlivých odstřelů.

Uspořádání intervalu zpoždění se zpoždovači ICI 10 ms a 17 ms.

0	10	20	30	40	50	60	70	80	
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
17	34	51	68	85	102	119	136	153	
	34	51	68	85	102	119	136	153	170



- 50 -

Návrh časového uspořádání roznětu s rozbuškami DeM SICCA S 0_0 , 0_1 , 0_2 , 0_3 a 0_4 a milisekundovými zpoždovači ICI s intervalem zpoždění 10 ms.

3. Snížení seismických účinků

Otřes je závislý na hmotnosti nálože, náložové hustotě a na množství energie, využitě pro vlastní rozpojení. Poddimenzování náloží má velmi nepříznivý účinek. Na šíření seismických vln má vliv i tektonika. Při přechodu seismických vln přes poruchy a trhliny dochází k značnému útlumu. Při postupu podél poruch nebo na vodonosných vrstvách se seismické účinky dostávají snáze do větších vzdáleností.

Hlavní zásady, které účinně napomáhají ke snižování seismických účinků jsou:

- rozdělení náloží do největšího počtu dílčích náloží
- používání milisekundového roznětu
- využívat odlehčených náloží
- zachovávat geometrické rozložení (vrtů i náloží)

4. Vliv podvrtání

V běžně používané praxi na lomových provozech se věnuje malá pozornost podvrtání. Tuto skutečnost potvrdila řada měření, kterými bylo zjištěno, že spodní lávky na řezu bývají špatně rozrušeny. V některých případech dochází i k zhuštění těchto vrstev. Možnou příčinou těchto jevů je nedostatečná vrtná hloubka vrtů a nedokonalý výnos drti, čímž dojde ke snížení hloubky. Je třeba bezpodmínečně dodržovat podvrtávání o 0,3 W (W = záběr, u plošných odstřelů vzdálenost náloží od volné plochy). Při vrtání je současně nutné kontrolovat, zda je veškerá vrtná moučka z vrtu odstraněna.

5. Uplatnění trhavin

Výběr trhavin pro provádění plošných odstřelů není příliš velký. Na lokalitách se zavedenou mechanizací se připravuje na místě spotřeby DAP-3. Dále se používá továrně vyráběný Permon DAP-1. Tyto trhaviny jsou vhodné pro suché vrty. V dalších případech se používají trhaviny Gelamon 30, Dynamit skalný, Permonex V-19 a emulzní trhaviny Emsit. Možnosti

ve využívání sortimentu trhavin jsou omezené, proto by se uplatnila výroba emulzních trhavin v SHR a využívání transportních a nabíjecích vozů.

V současné době jsou v provozech ověřovány některé úpravy v konstrukci náloží. Příloha č. 3 obsahuje příklady použití různých trhavin.

Verze A je příklad běžně používané konstrukce táhlé souvislé nálože plastické trhavin Gelamon 30 případně Emsit. Všechny příklady jsou pro vrty hluboké 10 m.

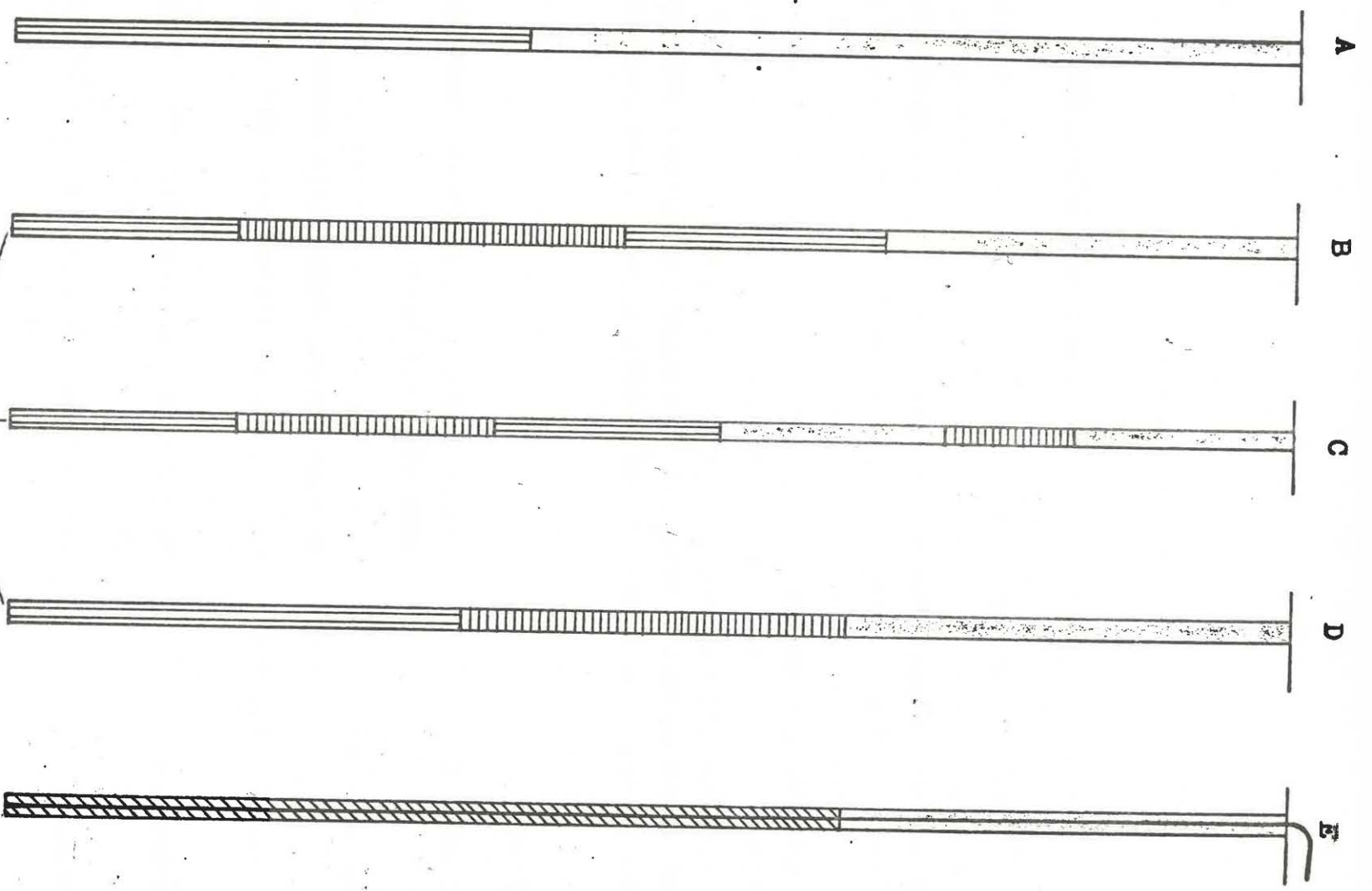
Verze B je kombinace trhavin Emsit a Obrysitu. 52,5 kg emulzní nebo plastické trhavin a 7,5 kg odlehčené trhavin vytváří táhlou dělenou nálož o délce 5,5 m, čímž se dosáhne lepšího rozložení trhavin v rozrušovaném bloku.

Verze C je stejný příklad, pouze část trhavin je umístěna v ucpávce k vytvoření aktivní ucpávky.

Verze D je kombinace brizantní trhavin u dna vrtu s trhavinou odlehčenou.

Verze E je pro plnění suchých vrtů směsí DAP s protaženou bleskovicí HV-100, která působí jednak jako aktivní ucpávka a zvyšuje účinnost směsi DAP.

Závěrem je nutné konstatovat, že trhačí práce na hnědo-uhelných lomových provozech nelze srovnávat s jinými odstřely v ostatních resortech. Tím nelze aplikovat už potvrzené závěry na tyto odstřely. Vlastní závěry je nutné získat soustavou pokusných trhačích prací s registrací výsledků. Je to důležité vzhledem k tomu, že na některých lokalitách dochází k postupnému nárůstu výskytu velmi pevných poloh a tím pocho-
pitelně i k nárůstu používání výbušin k jejich rozrušení.



Σ N 60 kg
Emsit nebo
Gelamon 30

Emsit 52,5 kg
Obrysit 7,5 kg

DAPEJ 78 kg
PDAP 66 kg
HV 100 10 m

Vysvět.:

Trhaviná
Emsit
Gelamon

Obrysit

DAP

Ucpávka