Inž. Milan V r b í č e k , VÚHU ,'

VODNÍ PROTIVÝBUCHOVÁ UZÁVĚRA V DOLECH

Likvidace důlního požáru v SHR probíhá v zásadě ve 2 etapách. V první etapě se postižená část důlního pole uzavírá peřením, které se staví kra - jinkovým způsobem. Nejprve se zavírá vtažná strana a pak výdušná. Uzavření vtažné strany oslabí hoření a omezí kouř na výdušné straně. Tímto se pod - statně ulehčí práce záchranářů na výdušné straně. Neprodyšnost peření se za- jišťuje omazáním plastickým jílem, nebo chloroprenovým postřikem. Po uzavře- ní požáru peřením se staví izolační špalíkové zdi o síle 1 - 2 m. Peření a špalíkové zdi se staví do zásek, aby se znemožnil průtah větrů uhelným pi- lířem a živení požářiště vzdušným kyslíkem. Protože práce probíhají převáž- ně v zamořeném prostředí, je nutno použít kyslíkových dýchacích přístrojů a jsou tedy značně namáhavé a časově náročné.

Tento způsob zmáhání důlního požáru v případě, že hrozí možnost výbu - chu požárních zplodin, neposkytuje potřebnou ochranu mužstva, které pracuje na jeho likvidaci. Bylo tedy nutno vyvinout nějaké zařízení, které by umož- nilo v případě havárie plnit požadavek bezpečnostních předpisů 9000/61 díl 10 § 34. Protože v podmínkách SHD nebylo možno použít stávající typy proti- výbuchových uzávěr (pískové, sádrové), vneslo OŘ SHD na VÚHU v Mostě po - žadavek vyvinout nový typ lehké přenosné protivýbuchové uzávěry, která by odolala přetlaku 10 kp/cm^2.

V průběhu řešení zadaného úkolu bylo zpracováno několik alternativ, ja- ko segmentová uzávěra, tvořená ocelovými nosníky krabicovitého tvaru, které byly usazeny v přípravce z prefabrikátu, klenbová uzávěra ze sklolamináto - vých tvárnic a vodní uzávěra z jednoho vaku.

Navržené alternativy byly postupně zamítnuty jako nevyhovující. Jako konečné řešení byla navržena uzávěra tvořená několika vodními vaky, které po naplnění vodou uzavřou profil důlní chodby. Protože vaky jsou z elastic- kého materiálu, budou se vzájemně ovlivňovat, a to tak, že po jejich naplně- ní bude tlak ve všech vacích na stejné výši. Při nárazu výbuchové vlny na čelo hráze dochází k přenosu tlaku do vodních vaků. Zvýšený tlak se přenáší pomocí vody obsažené ve vacích na obvod důlního díla a vzniklá přítlačná sí- la spolu s koeficientem tření vytváří složku síly působící proti směru vý-

buchu a zabraňuje vyhození uzávěry z důlní chodby. Výhodou této alternativy je ta skutečnost, že zabraňuje přenosu výbuchu i tehdy, dojde-li k destrukci uzávěry. Roztržením vodního vaku protivýbuchové uzávěry se uvolní značné množství vody, ze které se působením výbuchové vlny vytvoří vodní mlhovina, která uhasí výbuchový plamen.

Funkce protivýbuchové uzávěry je založena na těchto předpokladech :

1. Vaky se vzájemně ovlivňují a chovají se tak, jakoby v profilu byl jeden velký vak.
2. Tlak výbuchové vlny se pomocí vodních vaků přenese na obvod důlního díla.
3. Vodní vaky přilnou na obvod důlního díla.
4. Uvažujeme-li kruhový profil důlního díla, můžeme sestavit rovnici rovnováhy sil :

$$p_v \cdot F \leq (p + p_v) \cdot F_1 \cdot f \qquad /1/$$

Po dosazení do rovnice /1/

$$p_v \frac{\pi D^2}{4} \leq (p + p_v) \cdot \pi \cdot D \cdot l \cdot f \qquad /2/$$

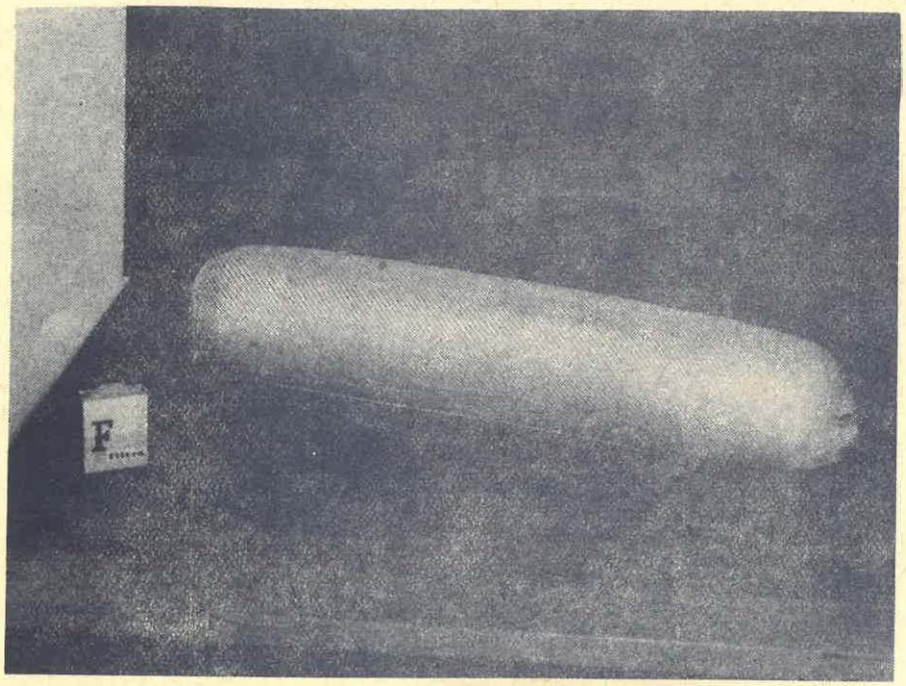
$$l \geq \frac{D \cdot p_v}{4f(p+p_v)} \qquad /3/$$

Použité symboly :

p_v =	výbuchový tlak	kp/cm^2
p =	počáteční přetlak	kp/cm^2
F =	čelní plocha uzávěry	cm^2
l =	délka uzávěry	cm
f =	koeficient tření	
F_1 =	styková plocha uzávěry s důlním dílem	cm^2
D =	průměr důlního díla	cm

K ověření teoretických předpokladů 1 - 3 byly provedeny modelové zkoušky. Aby bylo možné provést modelové zkoušky, bylo nutné zkonstruovat modely protivýbuchové uzávěry, pokusné výbuchové štoly a měřicí chodby. Jako vyhovující bylo určeno měřítko 1 : 10.

Model protivýbuchové uzávěry tvoří pytle válcovitého tvaru o Ø 160 mm a délky 700 mm. Jednotlivé pytle se skládají z nosného obalu z Chemlonu FH 804 a vzdušnice z PVC fólie, která je opatřena plnicím ventilem - viz fot. č. 1. Vaky odolají přetlaku 16 kp/cm^2.

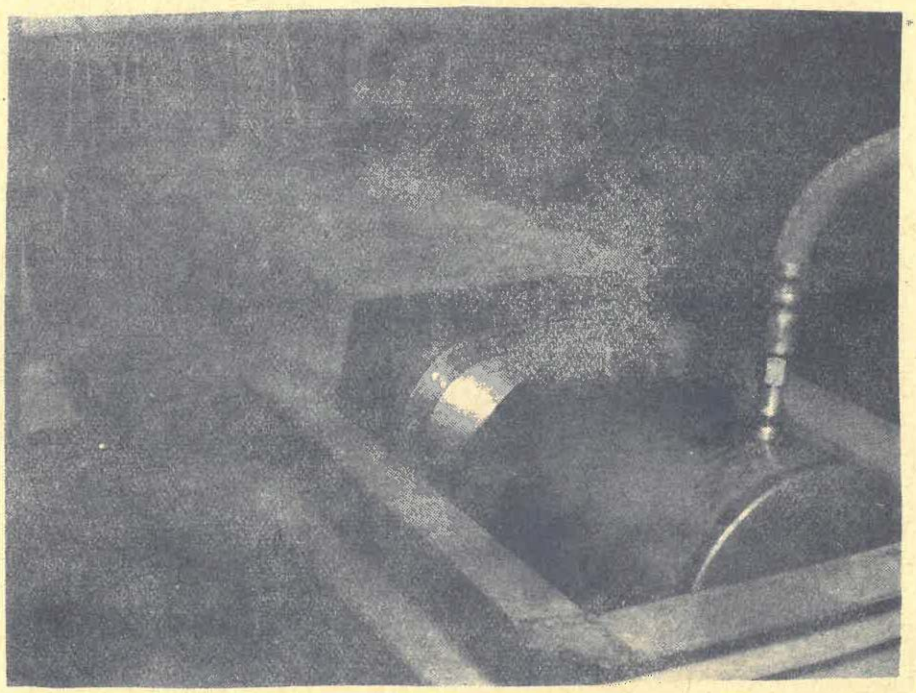


fot. č. 1

Model vaku protivýbuchové uzávěry z Chemlonu FH 804. Na snímku je patrné ukončení vaku pomocí spirály z ocelového drátu. Velikost modelu je možno porovnat s krabičkou cigaret.

Pokusná výbuchová štola je z ocelové bezešvé roury o jmenovité světlosti 300 mm na jmenovitý tlak 16 kp/cm^2. Skládá se ze 4 sekcí a má celkovou délku 7 200 mm.

Model měřicí chodby v profilu D9 je z ocelového plechu o síle 10 mm a délce 1 000 mm. Na zadní straně modelu je přivařena nosná traverza pro tlačný hydraulický válec. Tvar a funkce modelu je patrna z fot. č. 2.



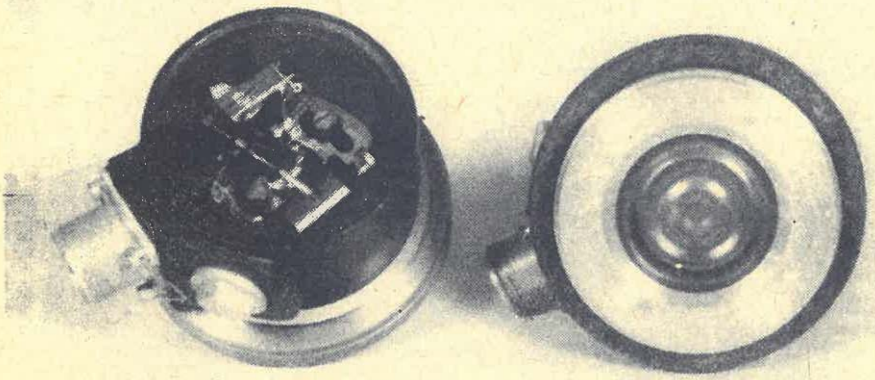
fot. č. 2

Zadní část modelu měřicí štoly opatřená traverzou pro opření hydraulického válce, který tlačí pomocí desky na zadní stranu vodních vaků.

Modelové zkoušky protivýbuchové uzávěry

První etapa modelových zkoušek měla ověřit základní teoretické předpoklady uvedené v bodech 1 - 3. Měření se provádělo v měřicí štole.

Popis měření : do měřicí štoly byl umístěn model protivýbuchové uzávěry. Jednotlivé vaky byly opatřeny elektrickými membránovými tlakovými snímači typu LHX na 10 kp/cm^2 - výrobek n.p. Mikrotechna - viz fot. č. 3. Pak byly jednotlivé vaky plněny vodou, až uzavřely celý profil měřicí štoly. Dále byl již plněn jen jeden vak na počáteční přetlak 1,3 kp/cm^2. Měřením tlaku v ostatních vacích se zjistilo, že nastalo vyrovnání tlaku. Tlakové rozdíly v jednotlivých vacích jsou tak nepatrné, že nemají praktického významu.



fot. č. 3

Odporový tlakový snímač typu LHX o rozsahu 10 kp/cm^2. Na snímku je přední strana, kde je umístěna membrána a převodový mechanismus tlakového snímače.

V další fázi měření bylo nutno ověřit přenos výbuchového tlaku na model uzávěry. Jelikož se dá předpokládat, že výbuchový tlak působí téměř rovnoměrně v celé ploše důlního díla, byl nahrazen ocelovou deskou, do níž tlačil hydraulický válec. Tlak ve válci byl vyvozen pomocí tlakového čer - padla. Měřením, jehož výsledky jsou na tab. č. 1, bylo ověřeno :

a/ že nastává vyrovnání tlaku v jednotlivých vacích,

b/ že nastává přenos výbuchového tlaku do vodních vaků, tlakový pří - růstek se však nerovná hodnotě tlaku působícího na uzávěru, ale pohybuje se mezi 58 - 62 % jeho hodnoty,

c/ styčná plocha vaků a štoly je 80 - 90 % skutečného povrchu.

Měření tlaku v jednotlivých vacích v závislosti na tlaku, který působí na uzávěru

Tabulka č. 1

Tlak na uzávěru			Tlak v jednotlivých vacích									
p_1	P	p_2	p_3		p_4		p_5		p_6		p_7	
kp/cm^2	kp	kp/cm^2		kp/cm^2		kp/cm^2		kp/cm^2		kp/cm^2		kp/cm^2
0			20,8	1,30	20,6	1,29	20,7	1,29	20,6	1,29	20,5	1,28
20	3.200	5,16	50,6	3,18	51,0	3,18	50,2	3,13	50,8	3,17	50,3	3,14
30	4.500	7,26	72,2	4,51	72,6	4,53	72,0	4,50	72,8	4,55	72,1	4,50
40	6.000	9,68	89,4	5,57	89,7	5,60	89,1	5,56	90,0	5,62	89,3	5,58
50	7.200	11,60	108,0	6,73	107,8	6,76	107,8	6,73	108,4	6,78	108,4	6,77
60	8.600	13,87	130,0	8,13	130,4	8,15	129,7	8,10	130,8	8,17	130,5	8,15
70	9.900	15,95	145,7	9,07	146,0	9,12	145,5	9,09	146,3	9,14	145,2	9,07
80	11.200	18,00	172,2	10,76	172,4	10,77	172,0	10,75	172,8	10,80	172,5	10,78

p_1 = tlak v hydraulickém válci

P = síla působící na uzávěru

p_2 = tlak na uzávěru

p_3-p_7 = tlak v jednotlivých vacích

Na základě výsledků měření byla opravena rovnice rovnováhy sil, ze které byla určena délka modelu protivýbuchové uzávěry, použitého při zkouškách v pokusné výbuchové štole.

Oprava rovnice rovnováhy sil

p_v	=	výbuchový tlak	= 10/kp/cm^2
p_v	=	přírůstek tlaku ve vacích	= 0,6 p_v
ℓ	=	délka uzávěry	= cm
D	=	průměr štoly	= 300 mm
f	=	koeficient tření	= 0,2
p	=	počáteční přetlak	= 1,3 kp/cm2
k	=	opravný koeficient styčné plochy	= 0,8

Vycházíme z rovnice /2/

$$p_v \frac{\pi D^2}{4} \leq (p_v + p)\pi . D . \ell . f \qquad /2/$$

$$p_v \frac{D}{4} \leq (0{,}6\, p_v + p)\ell . f . k \qquad /4/$$

$$\ell \geq \frac{p_v . D}{4 . f . k\,(0{,}6\, p_v + p)}$$

$$\ell \geq \frac{10 . 30}{4 . 0{,}2 . 0{,}8\,(0{,}6 . 10 + 1{,}3)} = 64 \text{ cm}$$

Postup pokusu v pokusné výbuchové štole

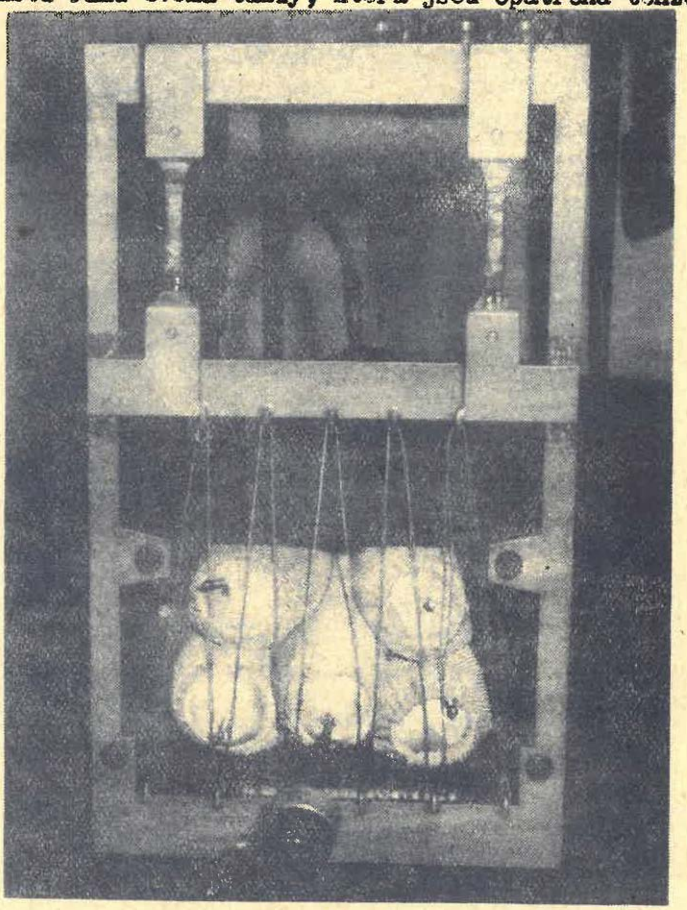
Model uzávěry byl vložen do ústí pokusné štoly a naplněn vodou na přetlak 1,5 kp/cm^2. Pak byla štola naplněna acetylenem (byl používán vzhledem k jeho větší brisanci) na koncentraci 4-5 % a směs byla odpálena. Pokus byl proveden 10x za stejných podmínek. Výbuchem byla uzávěra vyhozena z ústí štoly do vzdálenosti cca 20-30 m. Vyhodnocením pokusů se došlo k názoru, že destrukce uzávěry způsobuje deformaci (protažení čel), vznikající při výbuchu. Bylo tedy nutné zabránit deformaci předních čel a umožnit přenos výbuchového tlaku na stěny štoly. Deformaci je možno zabránit dvěma způsoby, zesílením čel nebo vytvořením opěry. Po úvaze byla zvolena druhá varianta.

Byly navrženy opěry : dřevěná, ocelová a lanová. Stavba opěr dle prvních dvou alternativ by byla v důlních podmínkách velmi obtížná. Proto bylo od nich upuštěno. Lanová opěra byla navržena jako síť z ocelových lan o okatosti 30 x 30 cm, která je ukotvena v důlním díle pomocí svorníků SK 6 nebo SK 8.

Pokusy s modelem protivýbuchové uzávěry, který byl zajištěn lanovou opěrou

Model lanové opěry byl vytvořen ocelovým rámem, ve kterém byla napnuta ocelová lanka. Bylo provedeno 21 pokusů, při kterých nedošlo ani v jednom případě k destrukci uzávěry. Docházelo však k prasknutí jednotlivých pytlů vlivem výbuchového plamene, který roztavil Chemlon a tím docházelo k prasknutí. Použitím ochranného obalu z osinkové tkaniny byla tato závada odstraněna. S takto upraveným modelem bylo provedeno ještě 5 pokusných výbuchů, aniž došlo k jeho poškození. Při pokusech bylo dosaženo tlaku až 20 kp/cm^2.

Konečnou fází modelových zkoušek bylo měření tahu v lanové opěře. Mělo prokázat reálnost konstrukce lanové opěry v důlních podmínkách. Lanovou opěru tvořil pevný ocelový rám opatřený posuvným ramenem. Rameno bylo spojeno s pevnou částí rámu dvěma táhly, která jsou opatřena tenzometry (fot. č. 4).



fot. č. 4

Model protivýbuchové uzávěry s lanovou opěrou. V horní části snímku jsou táhla opatřená tenzometry. V dolní části snímku je odporový tlakový snímač LHX na měření tlaku ve vacích.

Měření bylo prováděno v měřicí štole. Tlak vyvozený hydraulickým válcem byl přenášen pomocí tlačné desky na zadní čela vaků. Zvýšení tlaku způsobilo deformaci předních čel, která se opírala o lanovou opěru. Výsledný tah se měřil pomocí táhel, opatřených tenzometry. Současně byl měřen tlak ve vacích. Výsledek měření je v tabulce č. 2.

Laboratorní měření tahu v lanech

Tabulka č. 2

Tlak kp/cm^2	Síla působící na uzávěru kp	Tlak v pytlích	kp/cm^2	Tah v lanech L	P	T_l kp	T_p kp	Celkový tah kp
0		20,2	1,26					
20	3.200	54,32	3,50	15,37	19,0	139,70	172,70	312,4
30	4.500	73,6	4,60	23,60	30,0	214,50	273,70	487,2
40	6.000	91,7	5,73	32,50	41,0	295,45	372,70	668,2
50	7.200	112,5	7,03	40,10	51,0	364,00	463,60	828,1
60	8.600	127,7	7,98	47,25	63,7	429,50	579,00	1008,5
70	9.900	149,5	9,34	55,00	71,0	500,00	645,45	1145,5
80	11.200	175,0	10,92	63,37	81,6	576,05	741,80	1317,8

Celkový tah v lanech se rovná cca 1/9 celkové čelní síly. Rázová vlna není vzata v úvahu.

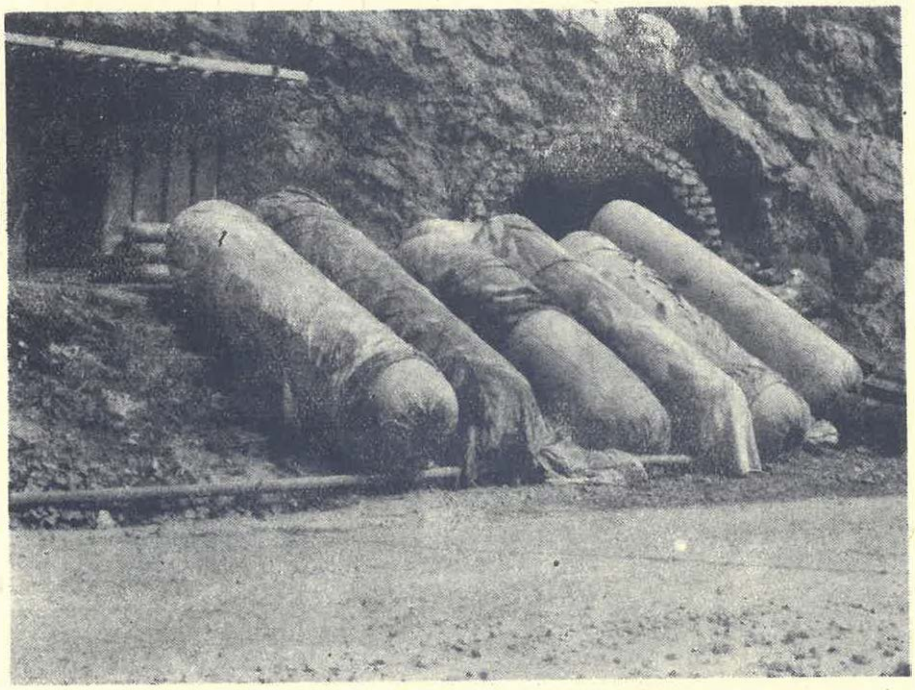
Na základě kladných výsledků modelových zkoušek byl navržen prototyp protivýbuchové uzávěry. Protivýbuchová uzávěra je tvořena vodními vaky válcovitého tvaru o délce 5 000 mm a Ø 950 mm, které jsou složeny z těchto částí :

1. nosný obal ze tří vrstev Chemlonu FH 804, jehož pevnost v tahu je 180 kp/cm,
2. dvě čela z letecké překližky, nebo z tvrzeného dřeva o síle 35 mm,
3. svitek pružinového drátu o pevnosti 130 kp/cm^2 ukončující oba konce nosného obalu,
4. vzdušnice z vrstveného PVC,
5. plnicí ventil.

Tvar a velikost vodního vaku je patrna z fot. č. 5. Vodní vaky jsou dimenzovány na přetlak 12 kp/cm^2.

Lanová opěra je tvořena svorníky a ocelovým lanem o Ø 10 mm a nosnosti 4 900 kp. Výpočtem byla stanovena potřebná rozteč svorníků na 0,66 m. Ocelové lano bylo ke svorníkům upevněno pomocí nosných konzol. Výpočtem lanové opěry bylo prokázáno, že ji lze postavit v každém případě, i když je hornina značně porušena a svorník nelze spolehlivě ukotvit. Odporu proti vytažení se

dosáhne odkloněním vrtné díry svorníku od vertikály tak, aby volný konec svorníku směřoval proti směru výbuchu. Prototyp protivýbuchové uzávěry (vodní vaky) vyrobil podnik místního průmyslu města Znojma. Prvky potřebné ke stavbě lanové opěry vyrobily dílny VÚHU v Mostě.



fot. č. 5

Na snímku je sada vodních vaků před velkou pokusnou štolou VVUÚ Radvanice ve Štramberku. Na vacích jsou kryty z asbestové tkaniny proti šlehu plamene.

Zkoušky prototypu protivýbuchové uzávěry byly prováděny ve velké pokusné štole VVUÚ Radvanice ve Štramberku. Štramberská štola je vyražena v pevném homogenním vápenci. Profil je proměnný, pohybuje se od 4 m^2 do 10,5 m^2. Štola je bez výztuže. Ke zkouškám bylo použito třaskavé směsi CH_4 se vzduchem. Koncentrace 9,5 - 10 %. Třaskavá směs byla přiváděna k výbuchu náložkou skalní trhaviny Perunit 20 o váze 40 dkg, iniciovanou dvěma milsec. palníky. Měření tlaku bylo prováděno membránovými tlakovými snímači LHX na 10 kp/cm^2 až 15 kp/cm^2. Průběh tlakové vlny v závislosti na čase byl registrován přístrojem zn. Helioscriptor. Protivýbuchová uzávěra byla situována asi v polovině celkové délky štoly, v místě, kde se plocha profilu pohybovala od 4 - 4,4 m^2.

Průběh pokusů :

Zkoušky prototypu protivýbuchové uzávěry proběhly ve 2 etapách. V první etapě byly uskutečněny 3 pokusy, ve druhé 2 pokusy.

I. etapa - pokus č. 1 :

K uzavření profilu bylo použito 9 vodních vaků. Při doplnění uzávěry na požadovaný přetlak došlo k prasknutí vzdušnice vaku v horní vrstvě, čímž se vytvořila souvislá mezera cca 30 cm vysoká v celé šíři profilu. Na tuto porušenou uzávěru bylo odpáleno. Výbuchem byla uzávěra posunuta o 50 cm a lanová opěra, kterou tvořila síť z ocelových lan o Ø 10 mm, ukotvená na svornících, byla na několika místech roztržena a svorníky částečně ohnuty, Docílený tlak 2,4 kp/cm^2.

- pokus č. 2 :

Celá uzávěra byla rozebrána a vaky byly kontrolovány na těsnost stlačeným vzduchem. Po kontrole vaků bylo přikročeno ke stavbě. Způsob stavby a počet vaků byl zachován. Po dotlačení uzávěry na počáteční přetlak cca 1,8 kp/cm^2 byl proveden odpal. Výbuchem došlo k přetržení 3 lan a k porušení vzdušnice vaku v horní vrstvě. Posun uzávěry nebyl znatelný. Docílený tlak 12,00 kp/cm^2.

- pokus č. 3 :

Po kontrole vaků na těsnost byla znovu postavena uzávěra stejným způsobem jako při pokusu č. 1 a 2. Dotlačení uzávěry nebylo možné pro malý tlak v potrubí, vzniklý patrně velkým odběrem v době střídání směn. Výbuchem byla hráz i lanová opěra zničena.

Jelikož v průběhu zkoušek byly zjištěny některé konstrukční závady jako praskání vzdušnic při plnění a výbuchu bez porušení nosného chemlonového obalu, trhání lan v konzolách vlivem jejich nevhodné konstrukce, byly další pokusy přerušeny. Trhání lan bylo odstraněno změnou konstrukce nosných konzol, praskání vzdušnic je možné zamezit pouze změnou technologie jejich výroby, což nebylo možné zajistit v krátkém časovém intervalu mezi jednotlivými etapami.

II. etapa :

Ve II. etapě byly mimo výbuchových tlaků měřeny také tahy v lanové opěře a tlaky ve vodních vacích, a to jak v průběhu plnění, tak při výbuchu. Tahy v lanové opěře byly měřeny tahovými dynamometry, které byly opatřeny

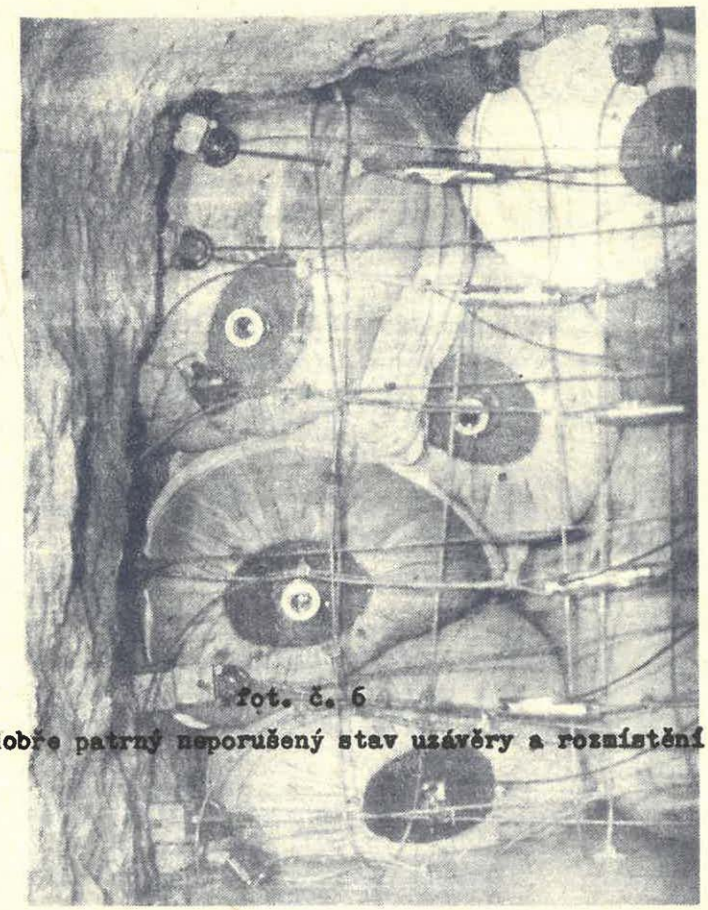
odporovými tenzometry. Tlak ve vacích byl měřen odporovým snímačem typu LHX na 10 kp/cm^2.

- pokus č. 4 :

Způsob stavby protivýbuchové uzávěry byl zachován. Při tlakování uzávěry praskla opět vzdušnice vaku v horní vrstvě. Na prasklé vzdušnici byla ponechána plnicí hadice a byl sledován tlak v uzávěře. Jelikož nedošlo k poklesu tlaku, bylo na uzávěru odpáleno. Výbuchem byla roztržena další vzdušnice, posun uzávěry však nebyl znatelný a nedošlo ani k prasknutí lana v opěře. Docílený tlak 12,00 kp/cm^2.

- pokus č. 5 :

Při pokusu č. 5 nebyla hráz rozebírána. Prasklé vzdušnice ve vacích byly vyměněny a hráz uzavřena. Při doplňování praskla vzdušnice vaku v horní vrstvě, vak však nebyl vyměněn a hráz byla uzavřena zbývajícími 7 vaky a po kontrole přetlaku hráze byl proveden odpal. Hráz i lanová opěra zůstala naprosto nepoškozena. Poprvé v celé sadě pokusů nedošlo k prasknutí vzdušnice, neboť vzdušnice dokonale přilnuly na nosné obaly a nemohly být bez poškození obalů výbuchem poškozeny. Docílený tlak 9,00 kp/cm^2. Stav uzávěry po výbuchu je patrný z fot. č. 6.



fot. č. 6

Na snímku je dobře patrný neporušený stav uzávěry a rozmístění dynamometrů v profilu.

Přehled výsledku pokusů 1 - 5 je uveden v tabulce č. 3.

Výsledky pokusů s prototypem vodní protivýbuchové uzávěry ve Štramberku

Tabulka č. 3 :

Pokus čís.	Množství CH_4 v m^3	Koncentrace %	Tlak kp/cm^2	Poznámka
1	45	8,4	2,40	Odpal byl proveden na porušenou uzávěru. Uzávěra odolala.
2	90	9,5	12,00	Několik lan bylo roztrženo. Uzávěra odolala.
3	180	9,3	10,00	Uzávěra byla zničena. Vlivem poruchy v přívodu vody nebyl docílen potřebný přetlak.
4	90	9,5	12,00	Uzávěra odolala.
5	90	9,2	9,00	Uzávěra odolala.

Na základě zápisu z vědecké rady ze dne 17. 12. 1965, na které byla schválena dílčí závěrečná zpráva " Protivýbuchová uzávěra ", byla provedena časová studie stavby vodní protivýbuchové uzávěry na dole Kohinoor v Mariánských Radčicích. Studie měla umožnit odhad času, potřebného k postavení uzávěry v důlních podmínkách. Akce se zúčastnili členové HBZS a ZBS. Všechny práce byly prováděny v dýchacích přístrojích. Protivýbuchová uzávěra byla postavena ve slepé chodbě IX. pole dolu Kohinoor poblíž hlavní trasy lokochodby. Chodba byla vyražena v profilu D 5. Boky byly částečně zvětralé. Výztuž byla dřevěná. V místě, které bylo určeno ke stavbě uzávěry, byla vypleněna výztuž až na stropnice, které byly podepřeny podpražci. Výztuž byla vypleněna v délce 5 m. Uhelná zásoba, která se uvolnila z boků, po vyplenění stojek, byla rozhrnuta po počvě chodby. Na takto upravenou počvu byly kladeny jednotlivé vaky a napouštěny postupně vodou. Voda byla přiváděna potrubím o Ø 50 mm. Boky a strop chodby byly ovrtány děrami pro ukotvení svorníků SK 6. Rozteč mezi jednotlivými svorníky byla 40 cm, celkový počet svorníků 14. Na ukotvené svorníky byly upevněny nosné konzoly pro uchycení lana. Po doplnění uzávěry vodou bylo lano propleteno nosnými

konzolami tak, že utvořilo síť o okatosti 40 x 40 cm. K uzavření profilu bylo použito 9 vaků. Celkový čas, potřebný ke stavbě uzávěry, byl 3 hodiny. Dílčí časy jednotlivých operací jsou uvedeny v přiloženém grafu č. 1.

Závěr

Správnost koncepce protivýbuchové uzávěry v dolech, navržené na základě modelových zkoušek, byla prokázána prototypovými zkouškami ve velké štole VVÚÚ Radvanice ve Štramberku. Nový typ protivýbuchové uzávěry má proti stávajícím několik výhod. Stavba uzávěry je méně pracná a lze ji uskutečnit během 3 - 4 hodin, zabraňuje přenosu výbuchu i v případě její destrukce, lze ji postavit v libovolném místě, vaky lze použít vícekrát, všechny díly potřebné ke stavbě lze skladovat přímo v dolech po neomezenou dobu, jelikož nepodléhají nežádoucím změnám a nejsou prostorově náročné. Dá se předpokládat, že použitím navržené uzávěry dojde ke snížení nákladů spojených s likvidací havárie a zvýšení bezpečnosti vlivem omezení počtu ohrožených osob (záchranářů) a k podstatnému zkrácení doby potřebné ke stavbě protivýbuchových uzávěr.

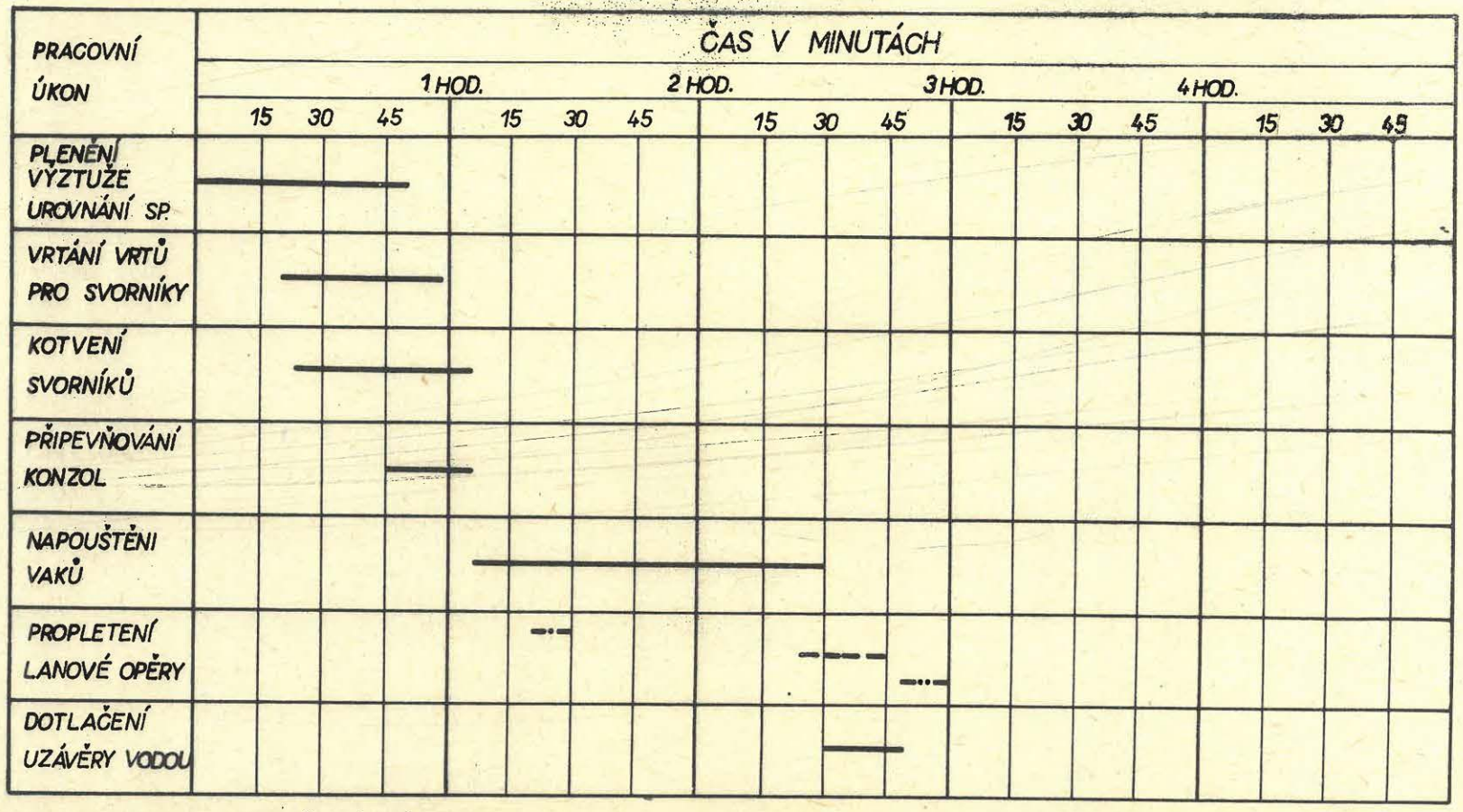
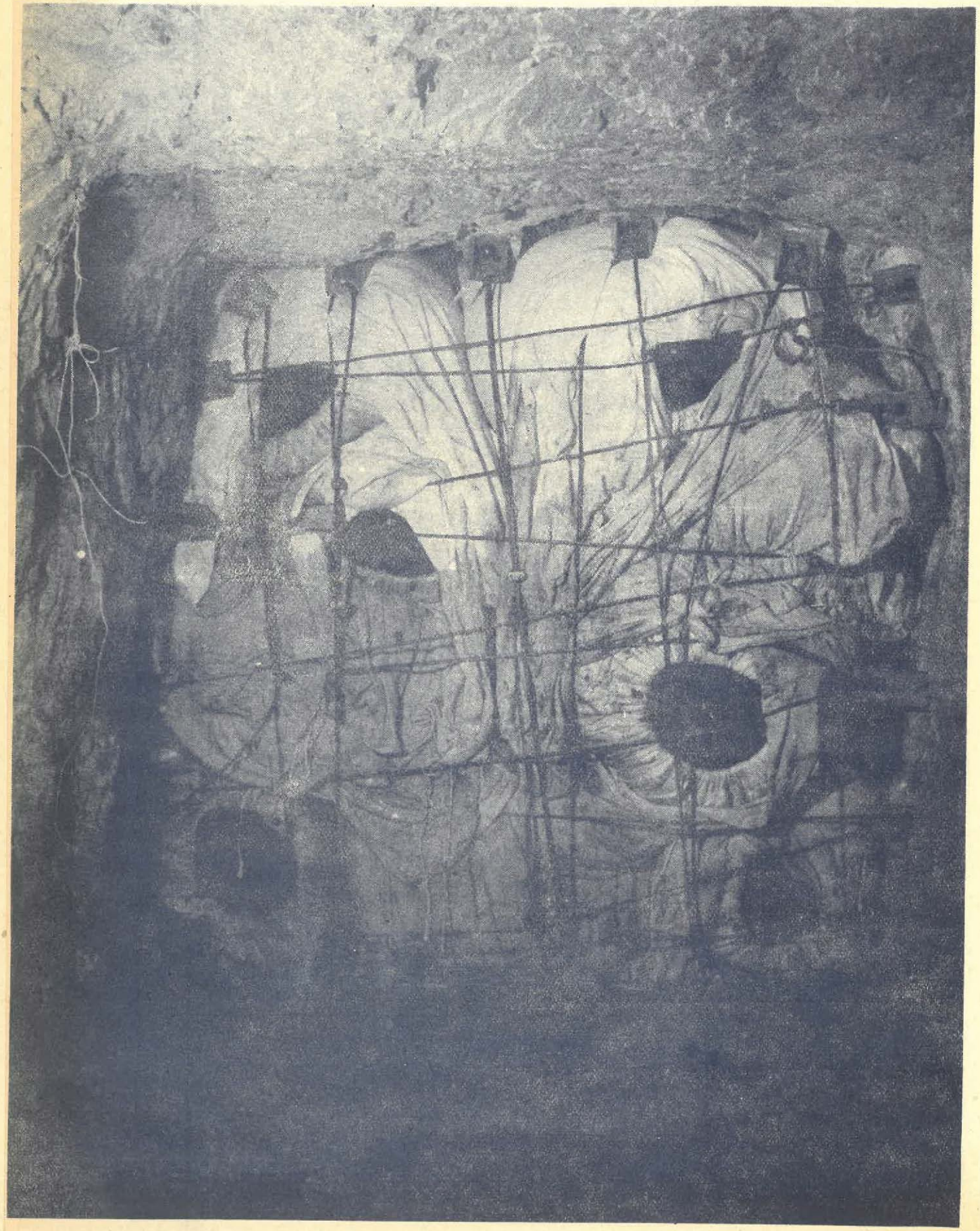
S h r n u t í

Práce se zabývá řešením lehké přenosné důlní protivýbuchové uzávěry, která odolává přetlaku 10 - 12 kp/cm². Uzávěru tohoto typu lze použít v každém důlním profilu. V článku je uveden postup prací na návrhu protivýbuchové uzávěry od modelových zkoušek až k prototypovým zkouškám.

Р е з ю м е

Гидравлическая противовзрывчатая перемычка в шахтах

Работа занимается решением легкой переносной шахтной противовзрывчатой перемычки, которая сопротивляется избыточному давлению 10 - 12 кп/см². Перемычку этого типа можно применять в каждом шахтном профиле. В статье приведен ход работ на предложении противовзрывчатой перемычки от модельных испытаний по испытания с опытным образцом.

GRAF Č. 1

GRAF STAVBY PROTIVÝBUCHOVÉ UZÁVĚRY