

Ing. Antonín H i l s e, VÚHU

Problematika vlivu hlubinného dobývání dolu Zdeněk Nejedlý na provoz
převýšené výsypky Velkolomu Obránců míru

Stále se zvětšující plochy převýšených výsypek, hustá síť komunikací a průmyslových objektů spolu s dozrívajícími, ale doposud plošně rozsáhlými hlubinnými provozy vytvářejí stále častěji situace, kdy se nelze vyhnout sypání převýšené výsypky nad plochami provozních polí hlubinných dolů.

Po oblastech dolů Kolumbus, Centrum, Vítězný únor, Pluto a Kohinoor byly v minulém roce znovu zasaženy sypáním převýšené výsypky - skládky keramických jíílů - provozní úseky dolu Zdeněk Nejedlý, národního podniku Doly Vítězného února, Záluží.

Zatím co v předchozích případech přesahovala mocnost nadloží 150m a většinou (na dolech Pluto a Kohinoor) i 300 m, je průměrná mocnost nadloží na dole Zdeněk Nejedlý v oblasti výsypky pouze okolo 80 - 100m. Při této mocnosti, která hraničí v daném případě s tzv. mezní mocností, při níž již může dojít ke vzniku bodových propadlin, bylo nutno zvlášť pečlivě zjistit možné vlivy hlubinného dobývání na povrch, aby nedošlo k havariím skřívkové dopravy, event. i nasazených rypadel.

Protože se výsledky měření poklesů terénu dotýkají obecné problematiky působení hlubinného dobývání na povrch a k podobným případům může ještě v praxi dojít, jsou zde získané poznatky zveřejněny pro širší informaci.

Stručná geologická situace

Z hlediska předmětné problematiky není zapotřebí širší popis geologické situace, takže budou uvedeny jen nejzákladnější údaje, omezující se na zájmovou oblast.

Miocénní slojové pásmo je v předmětné oblasti dolu Z. Nejedlý vyvinuto v mocnosti okolo 35 m. Jako charakteristický možno uvažovat vrt LEWÝ, jehož sloupkový profil je na obr. č. 1. Tento vrt je situován ve 12. revíru dolu.

V nejspodnější části slojového pásma je vyvinuta tzv. spodní sloj o mocnosti 5 - 6 m. Je tvořena proplástkovitým uhlím s četnými vložkami jílu (uhelné lupky). V této partii sloje je situován horizont podsednutí.

Ve střední části sloje se pohybovala díla, rubaná v lávkách a na plnou mocnost. Otvírkový horizont byl cca 1 m nad hlavou spodní sloje. Celková mocnost této části sloje, která je tvořena převážně uhelným detritusem, je okolo 20 m.

Vrchní část sloje o proměnlivé mocnosti 6 - 8 m je od střední části oddělena vložkou uhelného lupku. Na její bázi je vyvinuta cca 2,5 - 3,5 m mocná lávka čistého uhlí, dříve separátně dobývaná pilířováním s lokálním názvem "dvoumetrák". Směrem do nadloží postupují střídavě více a méně prouhelněné vrstvy, definované jako uhelné lupky, přecházející ostře do nadložních jílu.

Nadložní jílovitá serie je monotonní, kuřavky, ani odvodněné nebyly v nadloží prokázány.

Kvartér je budován fluviálními sedimenty typu štěrkopísků o mocnosti 1 - 5 m. Kvartérní vrstvy jsou propustné a na hranici s nepropustnými jíly víceméně vodonosné. Podél silnice Komořany - Dolní Jiřetín byl původní terén přesypán převýšenou výsypkou Velkolomu Obránců míru, takže bezprostřední podloží skládky keramických jílu je tvořeno jílovitými minerály této výsypky o malé mocnosti - do 2 m. V důsledku urovnávacích prací se zde jevil terén před poklesovými vlivy důlní činnosti jako rovinný.

Tektonika je v posuzované oblasti nevýrazná a předmětnou problematiku neovlivňuje. Hydrogeologické poměry jsou rovněž normální, zvodnělé horizonty s větší vydatností nejsou vyvinuty.

Těleso skládky keramických jílu probíhá zhruba ve směru silnice Komořany - Dolní Jiřetín. Ložná plocha skládky sypaná dvěma lopatovými

VRT 18 NY

Obr. č. 1

y = - 39 378
x = + 278 473
z = 230,18

M 1:200

celková mocnost	mocnost vrstvy	profil	petrografický popis horniny
73,53			nadloží
76,23	2,70		uhelný lupek
76,63	0,40		šedý jíl se stěpami uhlí
78,83	2,20		uhelný lupek
79,73	0,90		uhlí
80,13	0,40		uhelný lupek
82,58	2,45		uhlí
82,98	0,40		uhelný lupek
83,38	0,40		uhlí
84,08	0,70		uhelný lupek
86,88	2,80		uhlí
87,28	0,40		uhelný lupek
88,58	1,30		uhlí
89,38	0,80		uhelný lupek
90,18	0,80		uhlí
90,23	0,05		žlutý jíl
94,03	3,80		uhlí
94,08	0,05		křivá vložka
			uhlí
	9,20		otvirkový horizont
103,28			
103,48	0,20		jíl
106,38	2,90		lupek
106,59	0,21		jíl
108,63	2,04		lupek
108,78	0,15		šedý jíl podložní

rypadly E 7 a E 2,5 tvoří souvislý pruh o šířce až 170 m k severu se zužující až na 35 m. Maximální sypaná výška je projektována 17 m, celková kubatura 700 tisíc m³.

Pod plochou skládky leží většina provozních revírů dolu Zd. Nejedlý. Jsou to od jihu k severu 12., 14., 15. a 16. revír.

Nejmarkantnější poklesy povrchu byly způsobeny vlivem rubání 12. revíru, který dobýval na plnou mocnost 16 m - výjimečně až 21 m vysokou lávku. Komory byly rubány postupně, vždy po závalu jedné komory byla založena další - sousední, takže žádná komora nebyla rubána osamoceně, tj. odděleně od ostatních silnými mezpilíři. Porubní výška se při uvedené mocnosti lávky pohybovala mezi 13 - 18 m. Rubání ve 12. revíru bylo v době sledování poklesů povrchu právě skončeno, avšak poslední z rubaných komor nebyla dosud zavalena až k povrchu, kde byla její poloha vytýčena a poklesy sledovány měřickým oddělením závodu.

Ve 14. revíru bylo v době sledování rubáno převážně v podjezdu s mocností lávky asi 7 m.

V 15. revíru bylo pod projektovanou plochou výsypky rubáno ve 2. lávce s mocností lávky cca 14 m. Zde byla intenzita rubání maximální, cca 1,5 komory v současné těžbě.

V 16. revíru nebylo v době sledování povrchu ještě pod plochou výsypky rubáno.

Poklesy terénu, vyvolané hlubinným dobýváním

Komorování, provozované pod plochou skládky keramických jíílů se projevuje, jak známo, na povrchu poklesem terénu.

Základní charakteristické formy poklesu povrchu, ke kterým by v předmětném případě mohlo dojít, jsou:

- a) bodový pokles
- b) poklesová kotlina

Bodový pokles přichází v úvahu pouze při komorování v jediné nadrubané lávce, tedy v našem případě pouze ve 12. revíru, rubaném na plnou mocnost. Rubání ve 2. lávce event. v podsednutí, tj. již nadru-

baných horizontech, tvorbu bodových propadlin na povrchu vylučuje a projeví se poklesovou kotlinou, kdy terén postupně klesá vcelku, bez výrazných prohlubní.

Hodnoty poklesu libovolného bodu povrchu nad hlubinně rubanou plochou se vyčísľují pomocí ověřené Balsovy teorie, podle které pokles bodu

$$S = m \cdot a \cdot z \cdot e \quad /1/$$

kde m = porubní výška, redukovaná koeficientem výrubnosti komorování v podrubávající ploše

a = součinitel dobývací metody - pro komorování v SHR

$$a = 0,9$$

z = časový součinitel, podle akad. prof. Čechury se vypočte jako časová funkce z exponenciální rovnice. Pro n -tý rok od ukončení rubání platí závislost

$$z_n = 1 - \left(-\frac{1}{2}\right)^n \quad /2/$$

v SHR možno tercierní nadloží spíše uvažovat

$$z_n = 1 - \left(-\frac{1}{3}\right)^n \quad /3/$$

e = plošný součinitel, vyjadřující vliv velikosti plochy, odrubané pod uvažovaným bodem, jehož pokles chceme vyčísľit.

V daném případě se nutno pozastavit u časového součinitele $z_n/3/$, neboť skutečný časový průběh poklesu povrchu není zřejmě v prvních fázích touto funkcí vystižen, i když v delších (celoročních) obdobích jej možno použít s dostatečnou přesností.

Aby byla zaručena bezpečnost výsypkového provozu, to je stabilita strojů skřývkové dopravy i bezpečnost pojezdu nasazených rypadel, bylo třeba zjistit, jaké maximální poklesy bodového charakteru mohou během vytváření poklesové kotliny nastat. Při tom bylo využito jak metody přímého pozorování charakteru a velikosti poklesů, tak i tachymetrické lokalizace trhlin vzhledem k rubaným plochám.

Jak již uvedeno, jsou bezprostředně podpovrchové vrstvy pod plochou výsypky tvořeny starším výsypkovým materiálem, sesvahovaným na malé výšce okolo 1,2 - 1,5 m. Teprve pod ním leží původní terén - kvartérní štěrkopískové až hlinité vrstvy minimální konsistence. V době před započatím sypání tělesa skládky bylo budoucí lože urovňováno, a to i na větší části plochy současných poklesů povrchu, čímž bylo sledování těchto poklesů značně ztíženo.

V průběhu provozních pozorování bylo zjištěno - jak ostatně odpovídá i rubané mocnosti, že se nejmarkantněji projevuje rubání na plnou mocnost 12. revíru a rubání 2. lávky (až 14 m mocné) 15. revíru a to stupňovitými zlomovými poklesy terénu podle systému trhlin, které vychází z okrajů rubané plochy.

V ploše poklesové kotliny 12. revíru bylo provedeno tachymetrické zaměření terénu s vyznačením průběhu hlavních trhlin a pořízena fotodokumentace, jak je dále uvedena.

Jelikož se jedná o plochu, pod níž byly rubány komory maximální porubní výšky, měly by dále popsané poklesy terénu představovat i maximální projevy vlivů hlubinného dobývání na povrchu při dané mocnosti a charakteru nadloží.

Při postupující porubní frontě komorového dobývání je velmi obtížné vystihnout bez dlouhodobých nivelačních měření postup skutečných poklesů na povrchu v čase. I když celkový průběh poklesů - poklesové kotliny - po uklidnění za cca 8 let odpovídá zhruba průběhu, vypočtenému podle Balse, nelze početně vysledovat krátkodobé projevy, které mají pro posouzení bezpečnosti provozu výsypky zásadní význam.

Nejedná se totiž o stacionární objekty, ale o pohyblivé stroje ať již o vlakové soupravy skřívkových vozů, či o rypadla s housnicovým pojezdem. Hlavní roli proto zde hraje velikost celkové denivelace, ale maximální velikost krátkodobého poklesu, tj. maximální výška terénního stupně.

K tomu je třeba ujasnit mechaniku horského masivu při zavalování porubních prostorů, které způsobují na povrchu pokles ve formě poklesové kotliny.

Postupným rubáním a zavalováním jednotlivých porubních prostorů se slabými mezpilíři se výlomové prostory v nadloží vzájemně propojují po ztrátě stability těchto pilířů, způsobené systémem trhlin v okolí porubních prostorů a zatížením těchto pilířů nadložím. Výlomový prostor se tedy zvětšuje plošně i výškově, až dosáhne povrchu. Oblast prvních známek poklesu povrchu je omezena tzv. zálomovým úhlem. Při dalším postupu porubní fronty se zálomové trhliny vytvářejí v horninovém masivu vždy po určitém zvětšení odrubané plochy.

Ve výsypkovém jílovitém materiálu, zpevněném ještě pojezdy urovnávacích strojů, jsou trhliny výrazně patrné, jak vyplývá i z provedené fotodokumentace.

V terénu jsou patrné tři charakteristické druhy trhlin:

a) Trhliny v předpolí hlavní zálomové plochy

Tyto trhliny jsou prvními viditelnými projevy porušení masivu na povrchu. Terén v okolí trhlin nejeví vizuálně známky poklesu, zřejmě zde převládá horizontální složka posunu k těžišti vyrubané plochy nad svislou složkou poklesu. Trhliny jsou zhruba vzájemně rovnoběžné, avšak nejsou rovnoběžné s okrajem vyrubané plochy, zřejmě proto, že poruby byly rubány postupně v různých místech, nikoliv na souvislé porubní frontě (rubání má plnou mocnost).

Trhliny možno sledovat v délkách 10 - 50 m. Na obr. č. 2 je zachycena trhlina od rubané plochy nejvzdálenější, asi 8 m od koleje výsypkové dopravy. Na obr. č. 3 a 4 je další trhlina, s první zhruba rovnoběžná, ale podstatně blíže rubané ploše - cca 15 m od trhliny první. Šířka trhlín nepřesahuje 10 cm a terén mezi nimi nevykazuje známky poklesu.

b) Hlavní zálomová trhlina (12. revír) se stupňovitým poklesem terénu směrem k rubané ploše je dokumentována na obr. č. 5 a 6. Tato trhlina je daleko nejvýraznější a je zhruba hranicí vizuálně patrného naklonění terénu směrem k centru poklesové kotliny. Šířka trhliny se pohybovala od 20 - 40 cm, výška terénního zlomu mezi 60 - 80 cm. Trhlinu bylo možno sledovat na délce cca 60 m. Její průběh je obloukovitý, jak patr-



Obr. 8. 2



Obr. 8. 3



Obr. č. 4



Obr. č. 5



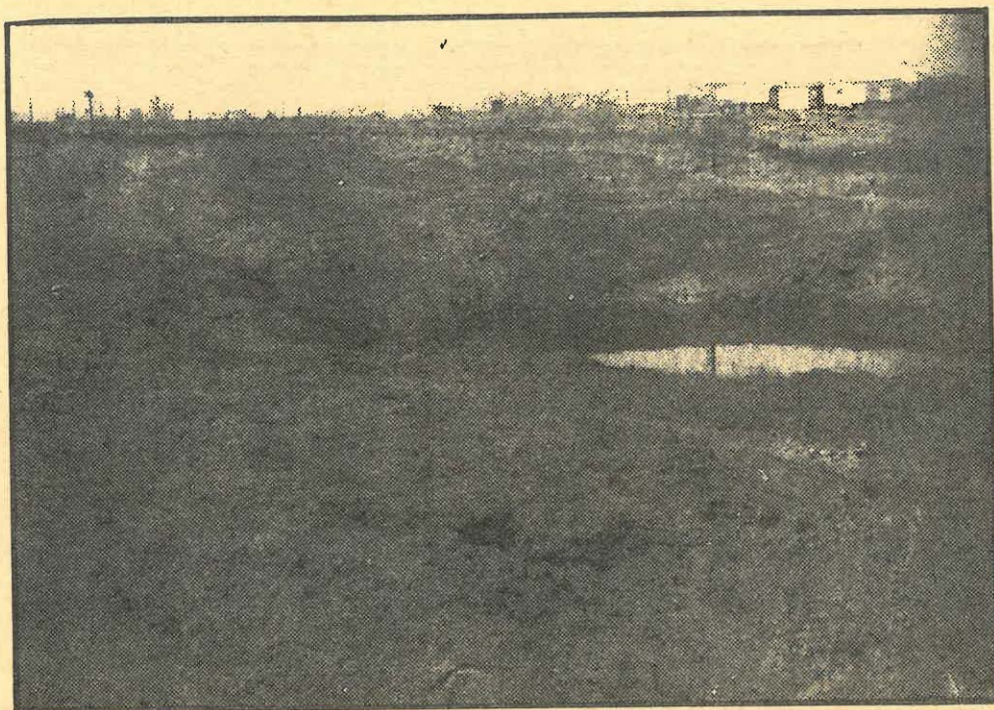
Obr. č. 6

no z tachymetrického náčrtku na obr. č. 9.

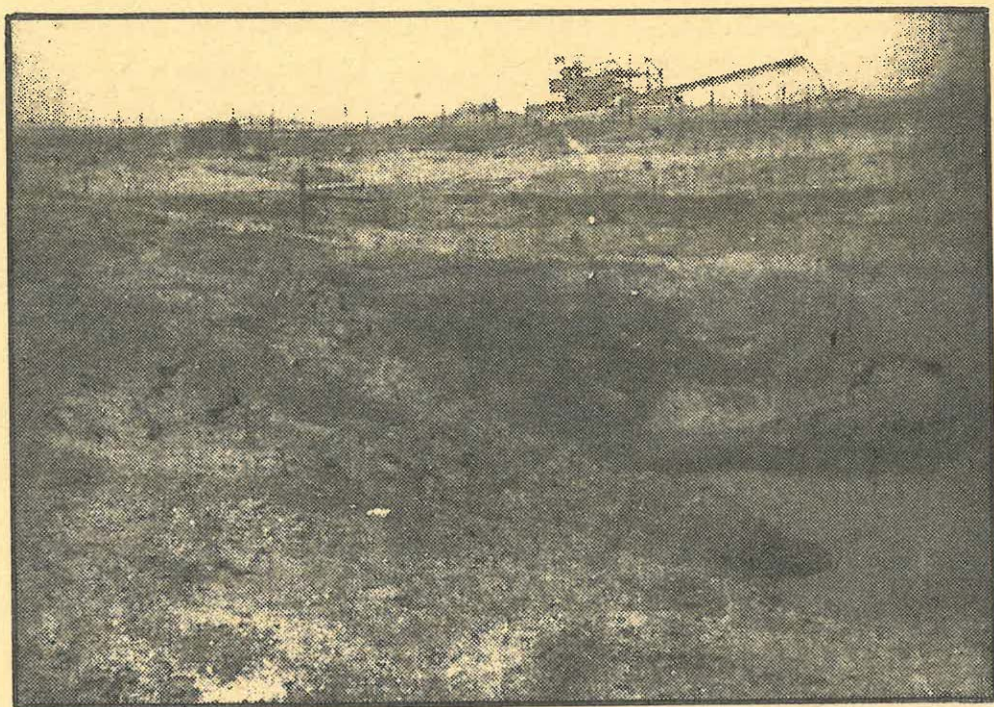
Podobnou hlavní zálomovou trhlínu bylo možno krátkodobě pozorovat i v oblasti 15. revíru (rubáno 2. lávkou s mocností 14 m), pokud nebyla překryta výsypkou a zahrnuta urovnávacími stroji. Výška zlomu zde nepřesáhla 0,5 m, šířka trhlíny 0,25 m.

c) Trhlíny uvnitř poklesové kotliny

Tyto trhlíny nejsou již příliš výrazné, nejsou provázeny stupňovitými poklesy, ale jen malými změnami v úklonu povrchu, svážejícího se k nejhlubšímu místu kotliny (obr. 7 a 8). Toto místo je mísovitého tvaru a připomíná poněkud povrchovou propadlinu ojedinělého porubu - tzv. pinku, ačkoliv je jasné, že se o ni nejedná, neboť úklon svahu je mnohem mírnější, než by klasické pince odpovídal. Proto je zřejmé, že zde byl patrně rubán rozlehlý a vysoký porub na plnou mocnost, takže zde byly poklesy nadložních vrstev větší než v okolí.



Obz. č. 7



Obz. č. 8

Lokalizace trhlinového systému na povrchu vzhledem k ploše rubání v dole

Popsaný systém trhlin nad plochou rubání byl také tachymetricky zaměřen a vynesen do souřadnicového systému spolu s porubní situací, jak je zakresleno na obr. č. 9 a 10.

Trhlinový systém, odpovídající okraji rubané plochy 12. revíru je zakreslen na obr.č. 9, vnější terénní trhlinka, způsobená rubáním 2.lávky 15. revíru je spolu s rubanými plochami zakreslena na obr. č. 10. V případě 15. revíru nebylo možno zaměřit větší oblast trhlinového systému, neboť v době tachymetrického měření byla již tato plocha devastována a z části zasypana výsypkovým materiálem, takže bylo možno sledovat jen vnější trhlinku.

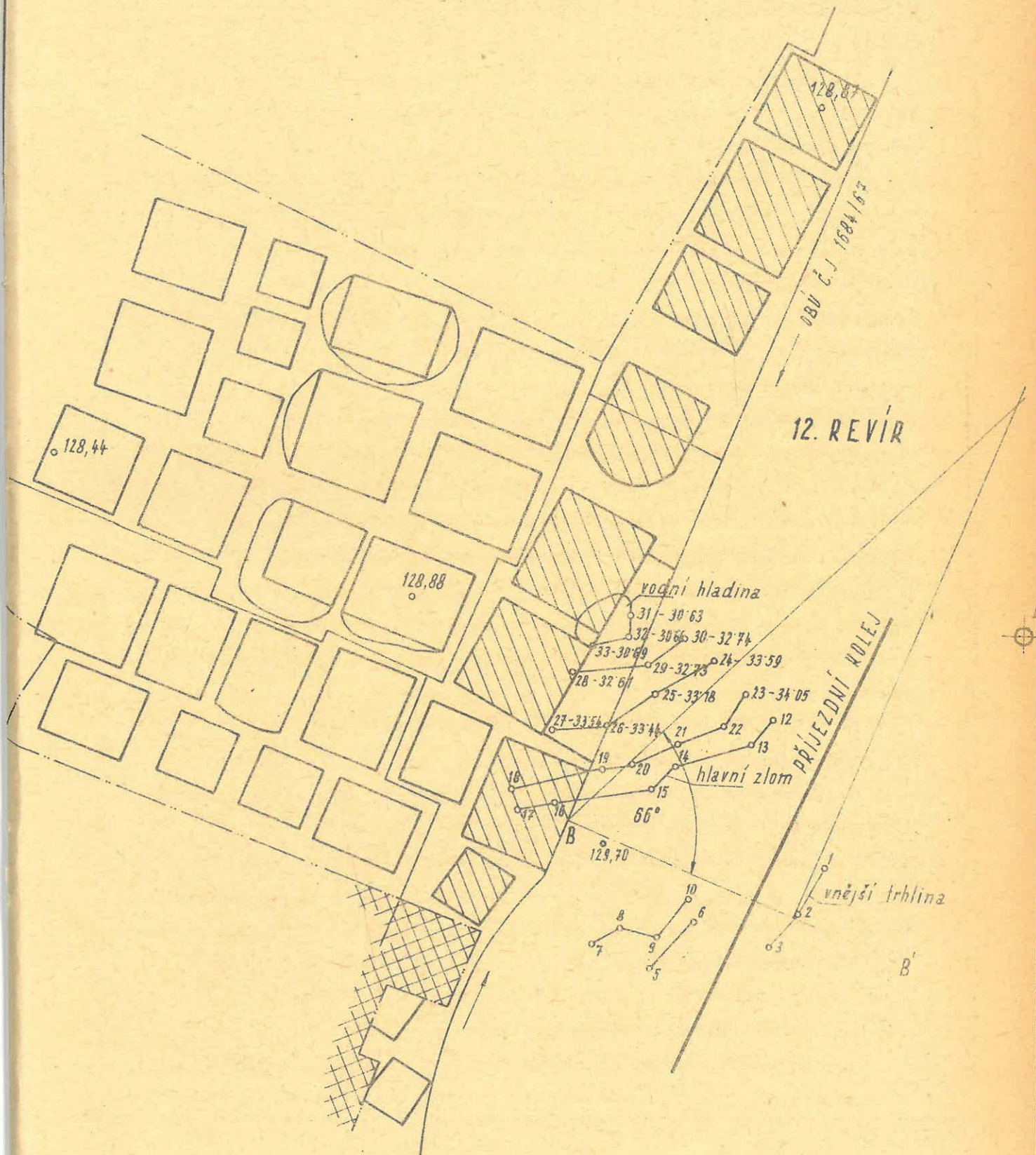
Jak možno pozorovat, nejsou trhliny poklesové kotliny 12. revíru rovnoběžné s okrajem rubané plochy. Tato nerovnoběžnost je zřejmě důsledkem nepravidelnosti rubání. Jednotlivé komorové poruby byly v roce 1971 postupně rubány nejprve od severu k jihu, potom počátkem r. 1972 od jihu k severu a naposled byly rubány poruby ve střední části plochy, dobývané podél ohradníku. Trhlinový systém by mohl být zřejmě rovnoběžný s okrajem rubání jen v tom případě, kdyby rubání bylo pruhové, se stále stejným směrem porubních chodeb a tedy i stejným generálním postupem rubání.

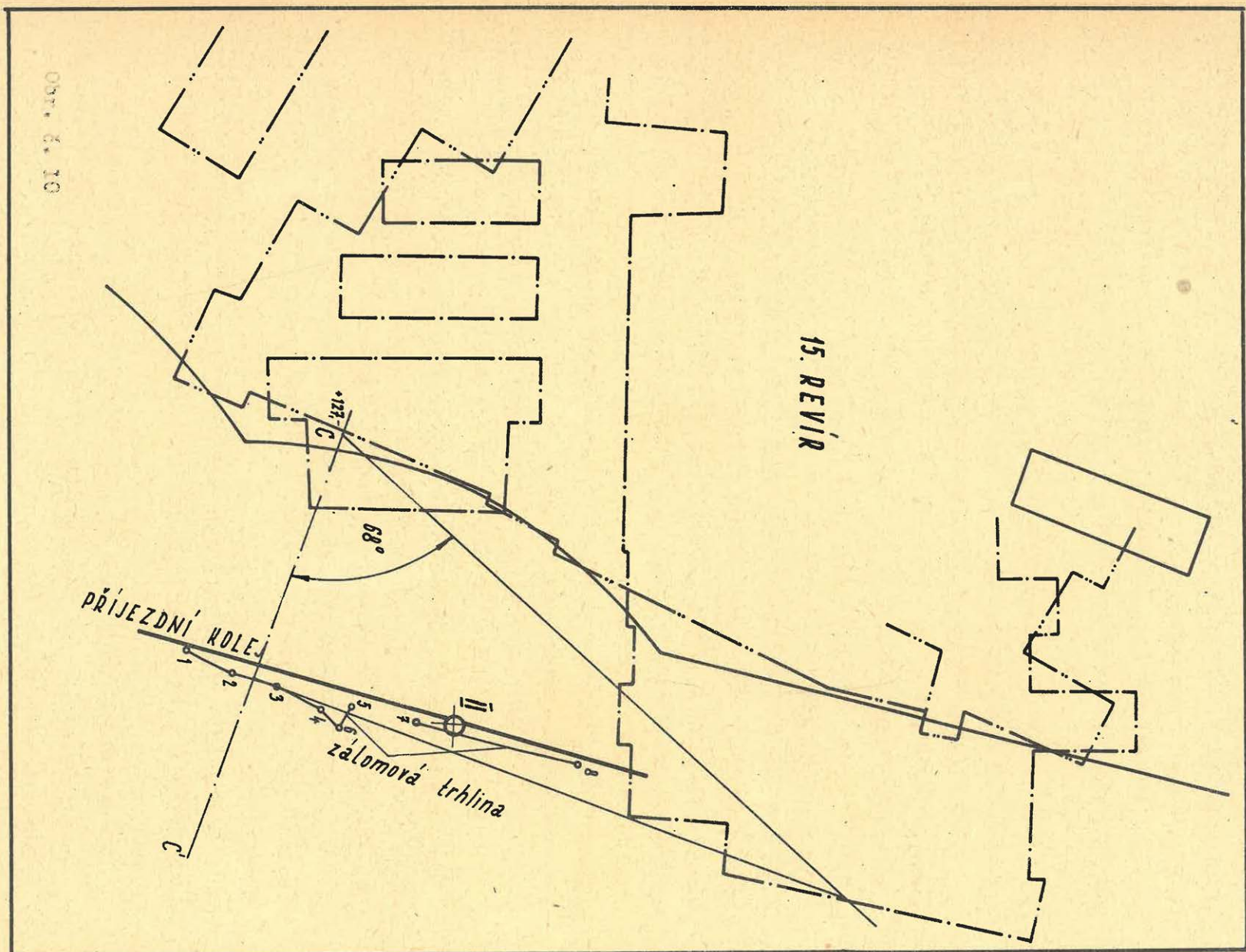
Na obr. č. 9 je také zakreslen zálomový úhel, odpovídající vnější trhlině, v terénu ještě patrné. Tento úhel je ve 12. revíru cca 66° .

V 15. revíru je tachymetricky zaměřena (obr.č.10) jen vnější trhlinka. K okraji doposud vyrubané plochy 2. lávky je zde zálomový úhel 68° . Dokumentovaná trhlinka probíhala zčásti podél, zčásti přímo v náspu koleje skládky keramických jílu a její celková délka dosáhla až 80 m.

V oblasti 14.revíru (podsednutí) bylo možno rovněž krátkodobě sledovat vnější zálomovou trhlinku, zde však nebyly v terénu (pokud nebyl zasypan) patrný žádné zlomovité poklesy.

Posuzujeme-li popsany trhlinový systém z hlediska bezpečnosti provozu výsypkové dopravy a nasazených rypadel, je nejnebezpečnější stup-





novitá poklesová trhлина, pokud by se vytvořila pod koleji, nebo v její bezprostřední blízkosti. Je zřejmé, že by vznik hlavní zálomové trhliny v těchto místech způsobil takové naklonění kolejí, že by mohlo dojít ke ztrátě stability lokomotivy i skřývkových vozů, nejen při vyklápění, ale i při pojezdu.

Stupňovitý pokles se ovšem nevytvoří náhle, během několika minut, takže při průběžném sledování stavu terénu v okolí kolejí ani v tomto případě havarijní situace nehrozí.

Vnější zálomové trhliny, bez zlomovitého poklesu, které se za provozu výsypky utvořily pod škvárovým ložem koleje, nepůsobily žádné provozní obtíže. Totéž platí pro nasazení lopatových rypadel, která však mohou v případě mitnosti přejezdu zvládnout terénní zlom pomocí polštářů, podložených pod housenice. To jsou ovšem extrémní případy, ke kterým by nemělo v provozu dojít. Zcela vyloučit možno tyto případy koordinací postupu hlubinného rubání a sypání výsypky, jak se také v daném případě sypání skládky keramických jíílů Valkolomu Obránců míru nad plochou současně podrubávanou dolem Wejedlý, děje. Porovnáním důlní situace s povrchovou a dodržení bezpečné vzdálenosti výsypkových mechanismů včetně příjezdových kolejí od právě rubané plochy (komor) možno při již dříve podrubaném terénu udržet výsypkový provoz mimo dosah nebezpečných hlavních zálomových trhlin stupňovitého charakteru.

Promítnutím zálomového úhlu od okraje rubané plochy na povrch se zde vymezí oblast vlivů hlubinného rubání, případně naopak možno vymezit v dole oblast, kam až možno plošně rubat bez nebezpečí ovlivnění povrchu. Na základě zjištěných hodnot zálomového úhlu možno tento stanovit pro jílovité nadloží bez pískových či kuřavkových vrstev na 65° . Nepatrné naklonění terénu v oblasti vnějších trhlin nemůže povrchový provoz ohrozit.

Zrekapitulujeme-li tedy poznatky popsaného krátkodobého sledování povrchových projevů hlubinného rubání, možno v daném případě konstatovat:

- a) Při nadloží 80-100 m se ani v případě rubání na plnou mocnost s porubní výškou 13 - 18 m nevytvořily na povrchu typické bodové propadliny

- b) Charakter poklesové kotliny byl zlomovitý, přičemž maximální výška zlomu nepřesáhla 60 cm - v případě rubání cca 12 m vysokých porubů 2. lávky jen 0,5 m
- c) Vnější zálomová trhlinka se v terénu vytvořila pod zálomovým úhlem 66° - 68° od nejbližšího okraje odrubané plochy
- d) V oblasti rubání v podsednutí (event. 3. lávky) byly povrchové projevy velmi mírné, bez patrných stupňovitých poklesů.

Tyto poznatky naznačují, že současný provoz výsypky a hlubinného rubání je z hlediska poklesů povrchu možný i nad dolovými poli v poměrně mělce uložené sloji, pokud jsou respektovány bezpečné vzdálenosti povrchové dopravy a mechanismů od okraje rubané plochy. Tyto vzdálenosti jsou určeny zálomovým úhlem, podstatně menším, než je mezní úhel. Zatím však není bezpečně stanovena doba, za kterou dojde k vytvoření terénních zlomů, tedy hlavních a relativně náhlých poklesových projevů. Po stanovení této doby, určující možnost návratu povrchových mechanismů nad nedávno vyrubanou plochu by bylo třeba systematicky sledovat časový postup tvorby terénních zlomů a trhlin, z něhož by bylo možno stanovit alespoň základní časové závislosti uklidnění terénu nad rubanou plochou.

S postupem rubání v určitém generálním směru dochází zjevně k opětnému uzavírání hlavních zálomových trhlin a k vyrovnaní terénních zlomů odtřžením vždy dalšího bloku odrubaného nadloží ve směru postupu rubání. I když poklesy nadloží nejsou v této fázi zdaleka skončeny, je možno je již ve výsypkovém provozu zvládnout podsypáním kolejí a terénními úpravami, jak dokazuje popsáný provozní případ výsypky keramických jíílů Velkolomu Obránců míru i podobné případy v minulosti.

S h r n u t í

Článek popisuje formy povrchových projevů různých typů hlubinného dobývání dolu Zd. Nejedlý v Severočeském hnědouhelném revíru se zaměřením na vymezení oblasti maximálních terénních zlomů, vyvolaných podrubáním. Zálomový úhel byl v jílovitém nadloží změřen v rozmezí 66° -