

Ing. Ladislav B a š t a, VÚHU

Přehled současného stavu řešení kusovitosti v SHR a HDBS

Provoz výkonných technologických celků, nasazených v povrchovém hornictví, je ovlivňován řadou faktorů, vyplývajících z geotechnických poměrů v místě nasazení. Zvláště významně, a to v negativním směru, snižuje provozní efekt nadměrná kusovitost těžené horniny. Prakticky ve všech případech výskytu nadměrné kusovitosti dochází k současnému snížení dosahované výkonnosti, snížení časového využití technologických komplexů, na druhé straně pak k nárůstu poruchovosti těžebních zařízení, zejména na dopravních systémech v důsledku působení rázů, vzniklých při transportu nadměrných kusů. Důsledkem toho je též nárůst spotřeby náhradních dílů a nároků na opravárenskou kapacitu.

Z průběhu prováděných prací na jednotlivých lokalitách SHR vyplývá, že stupeň náchylnosti ke tvorbě nadměrné kusovitosti je výsledkem působení řady faktorů. Jejich působení může být i vzájemné. Mezi ně patří: uspořádání geotechnického profilu z hlediska geologické stavby a pevnostních parametrů hornin, tektonické a zlomové poruchy, technologie dobývání (spouštění - lávkování, poměr rozměrů odebírané třísky, výkonnost dobývání), velikost korečku, tvar a ostří rypných orgánů. Míra vlivu jednotlivých faktorů je proměnlivá a prakticky ji nelze na základě měření v konkrétních podmínkách kvantifikovat. Z těchto důvodů proto nelze provést jednoznačnou klasifikaci náchylnosti k tvorbě kusovitosti v profilu celých řezů.

Dále se ukazuje, že v geologicky složitých podmínkách speciálně tam, kde dochází ke střídání materiálů rozdílné pevnosti, vzniká nahodilá nadměrná kusovitost. Tato skutečnost se zvyrazňuje s rostoucím pevnostním rozdílem střídajících se materiálů. Obecně lze předpokládat, že s rostoucí pevností v tlaku (smyku) náchylnost ke kusovitosti roste.

Snížování těchto negativních dopadů bylo v obou našich revírech řešeno řadou opatření, ať již technologického charakteru či konstrukčními úpravami koles a korečků, v poslední době pak intenzívním propracováním drticích jednotek.

Způsoby snížování kusovitosti

Snížování kusovitosti technologií dobývání

Při dobývání skrývkových materiálů se běžně používá tzv. lávkování. Při lávkování se každá nová odebíraná štěpina vytvoří buď výsuvem kolesového výložníku nebo u nevýsuvných dobývacích strojů pojezdem celého rýpadla. Při tomto způsobu dobývání dochází hlavně v jílech náchylných ke kvádrování k tvorbě nadměrné kusovitosti. V takových případech je proto vhodnější způsob dobývání tzv. spouštěním kola. Z řady provedených měření kusovitosti lze konstatovat, že kusovitost lze ovlivnit tímto způsobem práce rýpadel pouze částečně. Stejně tak i snížením rozměrů odebíraných třísek lze kusovitost snížit (nikoliv však vyloučit), avšak za cenu poklesu výkonnosti.

Mimořádné případy vznikají u korečkových rýpadel za situace, kdy korečkový vodič svírá malý úhel s odlučnými plochami. Za takovýchto podmínek je rozpojení provázeno vytrháváním dobývané horniny po odlučných plochách, což vede k tvorbě nadměrné kusovitosti, projevující se neúnosným snížením výkonnosti celého TC. Ve vyšší míře se nadměrná kusovitost vytváří ve velmi pevných partiích nadloží, kde je třeba z hlediska rozpojitelnosti užít trhacích prací. Snížováním roztečí vrtů, užitím různých náloží a způsobem odstřelu, lze kusovitost ovlivnit jen do určité míry. Účinnost těchto snah je výrazně závislá na nehomogenitě nadloží a na existenci a stupni vývoje trhlin v nadložním masivu.

Řada zkoušek se změnami způsobu práce ukázala, že technologické zásahy mohou kusovitost v různé míře ovlivňovat, avšak v žádném případě se nepodařilo kusovitost vyloučit ani standardizovat.

Snižování kusovitosti konstrukčními úpravami na dobývacích strojích

Nadměrná kusovitost při práci dobývacího stroje (kolesová rýpadla) vzniká zásadně dvěma způsoby:

- vlivem velkého profilu rýpané štěpiny při použití malého počtu korečků o velkém obsahu, eventuálně i nevhodným tvarem a nastavením rypných orgánů korečků,
- vniknutím vylomeného nebo uvolněného velkého kusu do korečku.

Z těchto důvodů byly provedeny a vyzkoušeny různé úpravy na dobývacím orgánu rýpadla, jejichž cílem bylo snížit kusovitost již při samotném procesu rozpojování. Z množství provedených úprav pro ilustraci uvedu ty nejcharakterističtější.

Nože umístěné v prostoru korečku nebo nad korečkem

Nože takto umístěné se nezúčastňují aktivního rozpojování dobývané zeminy, pouze přepažují vstupní otvor korečku a tím zabraňují vnikání velkého kusu do korečku. V provozu se tato úprava neosvědčila, docházelo k přepadávání velkých kusů do prostoru konstrukce kolesového výložníku, popř. k jeho poškozování.

Mezibřity

Jde o nože umístěné mezi korečky, jejichž tvar je shodný s tvarem osazených korečků na kolese. Touto úpravou došlo ke zvýšení počtu řezných hran a k následnému snížení plochy odebírané třísky. V kvádrujícím materiálu tato úprava však nepřinesla požadované snížení kusovitosti, nezabránila vniknutí velkých kusů na dopravní cesty. Jejím kladným výsledkem bylo zklidnění chodu stroje, což se projevilo ve sníženém kmitání

kolesového výložníku (obr. č. 1).

Předřezávací nože

Tyto nože byly umístěny na korečcích i mezibřitech. Svou funkcí narušovaly šikmými řezy následnou štěpinu, čímž do jisté míry předurčovaly tvorbu kusovitého materiálu. V důsledku velkých bočních sil, vyvolaných boční složkou rychlosti otoče horní stavby, docházelo k velmi častým destrukcím těchto nožů. Proto se od této metody upustilo (obr. č. 2).

Zábrany proti vniknutí velkých kusů do korečků

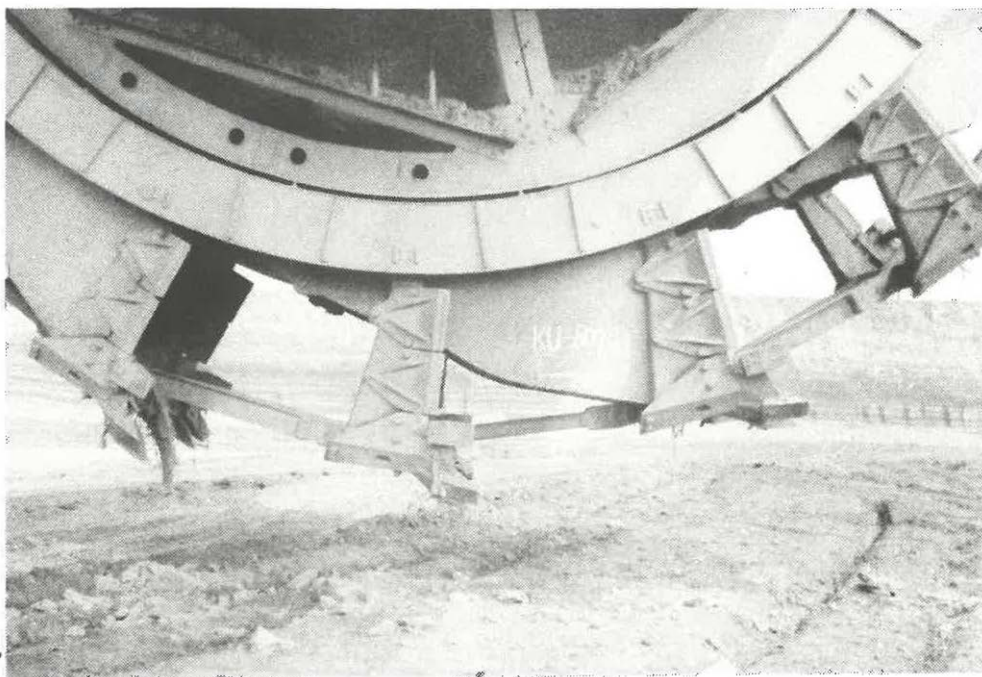
V podstatě šlo o trubkovou konstrukci umístěnou mezi jednotlivými korečky. Jejím úkolem bylo zabránit vniknutí nadměrných kusů do korečků. Z důvodu obtížné dimenze a časté destrukce těchto zábran se od tohoto způsobu upustilo (obr. č. 3).

Dvojkorečky

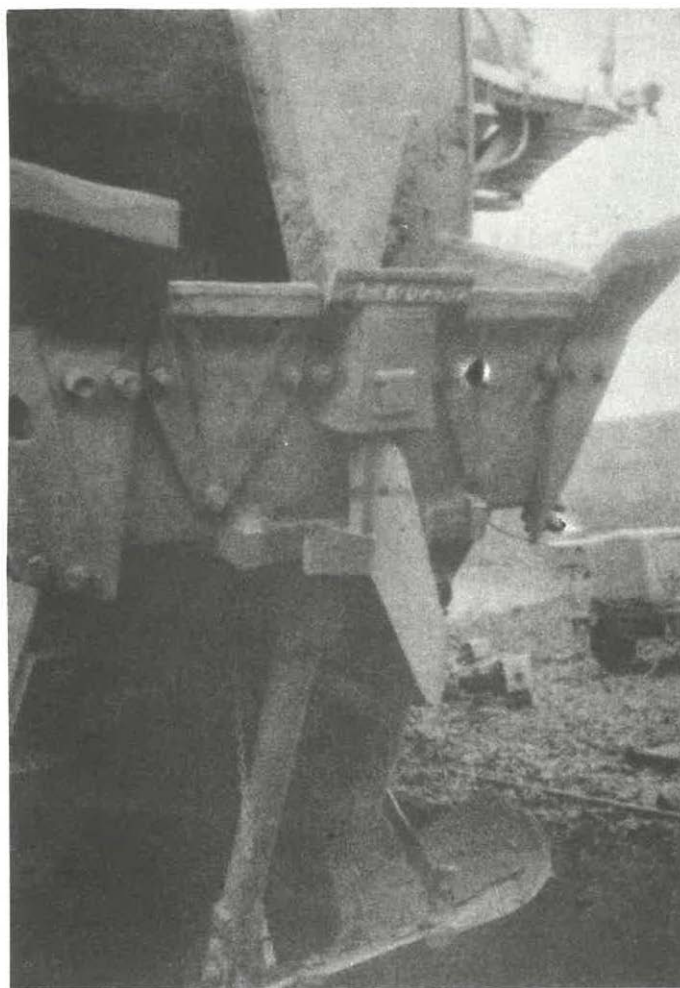
Tato úprava spočívala v tom, že jeden původní koreček byl nahrazen dvěma menšími korečky. Tím došlo ke zmenšení rozteče řezných hran korečků, což mělo za následek znemožnění vniknutí nadměrných kusů do korečku. V současné době je tento způsob nahrazován výrobou koles s větším počtem korečků.

Kruhadlo

Je to zařízení, které je zabudováno do prostoru horní části výsypky kola. Skládá se z rámu se zuby, o které se dělí kusy tlačené vnitřní spodní částí korečků. Osvědčilo se v pevných a kvádrujících zeminách skrývkového nadloží lomu Merkur. Kruhadlo lze z činnosti vyřadit vysunutím z vnitřku kola pomocí vlastní hydrauliky. Je však citlivé na lepivý materiál a nepříznivě zatěžuje špičku kolesového výložníku (obr. č. 4). K drcení materiálu je využíváno pohonu kola, což vede ke snížení rypné schopnosti stroje.

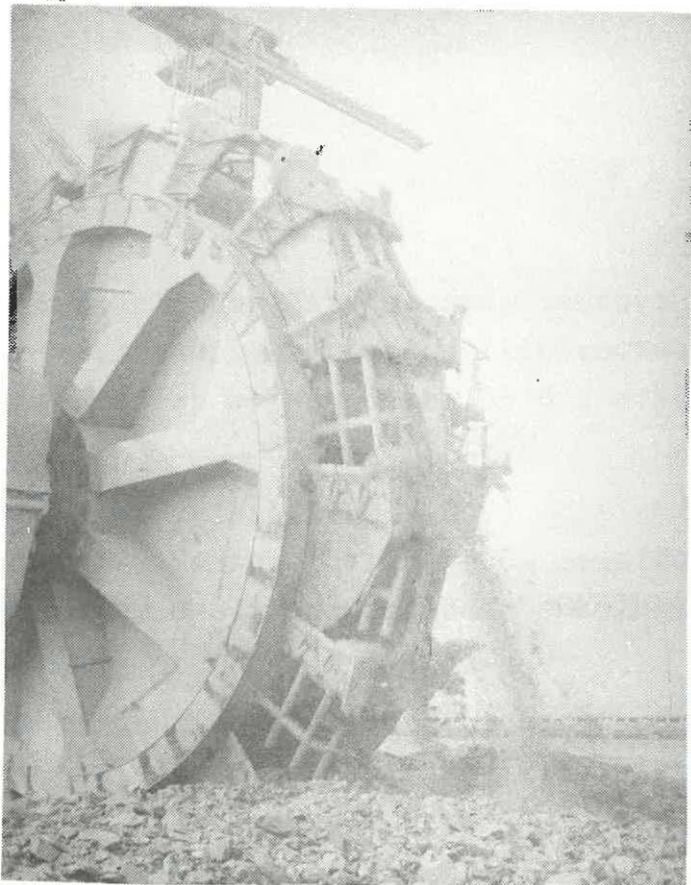


Obr. č. 1 Mezibřity na kolesovém rýpadle KU 800

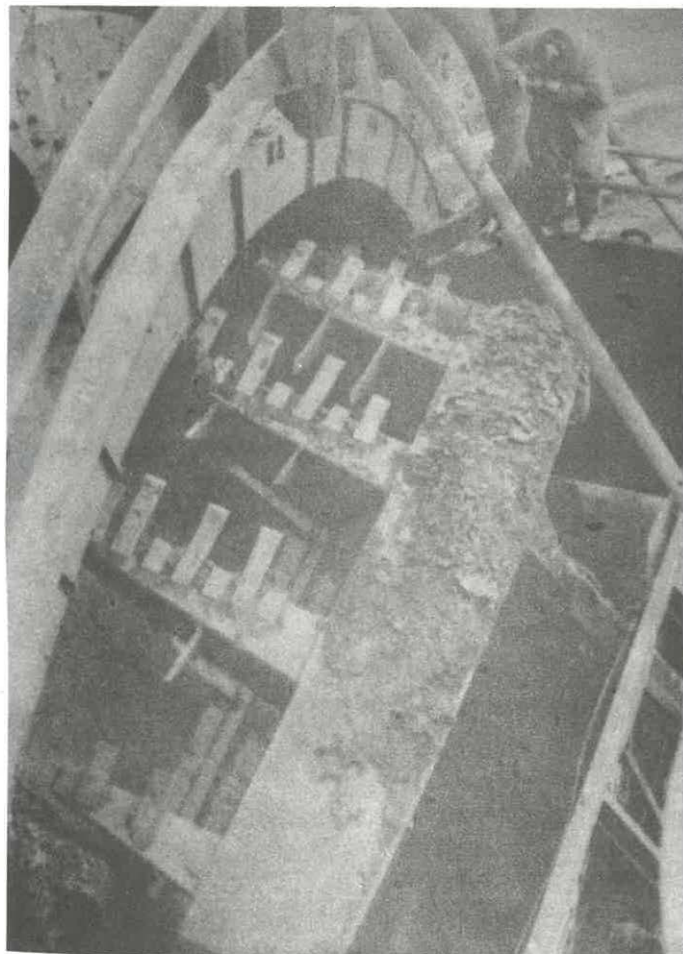


Předřezávací nůž umístěný na korečku rýpadla KU 800

Obr. č. 2



Obr. č. 3 Zábrany na korečcích kolese



Obr. č. 4 Kruhadlo

Tvar rypných orgánů

U kolesových rýpadel jsou ve většině případů užívány kopinaté zuby, které se osvědčily v provozu z hlediska tvorby kusovitosti a především z hlediska řezání v celém rozsahu rychlostních poměrů.

Zkoušky řady dalších typů zubů ukázaly, že i toto řešení má své omezení s ohledem na pevnostní charakteristiku těžných hornin a velikost nutného specifického tlaku mezi zubem a horninou.

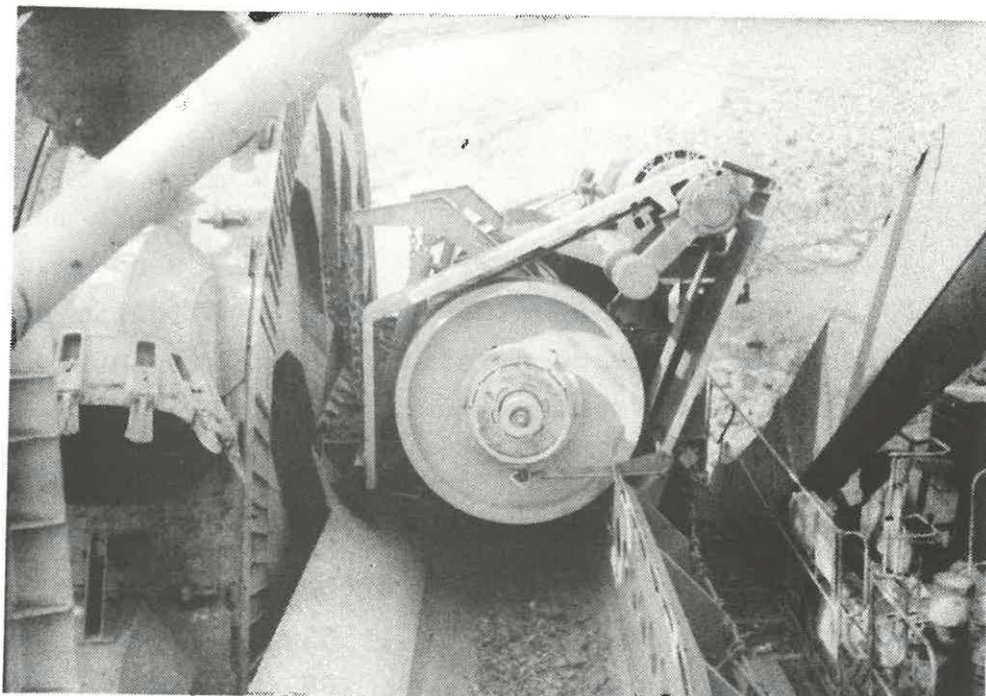
Lze tedy volbou tvaru zubů ovlivňovat kusovitost v podmínkách, kde nepřevažuje vliv výskytu trhlin nebo kde vysoká pevnost horniny vede k tvorbě třísky lámáním.

Stejně jako technologickými zásahy nelze kusovitost vyloučit, tak ani konstrukčními úpravami rypných orgánů nedošlo k uspokojivému snížení tvorby nadměrné kusovitosti.

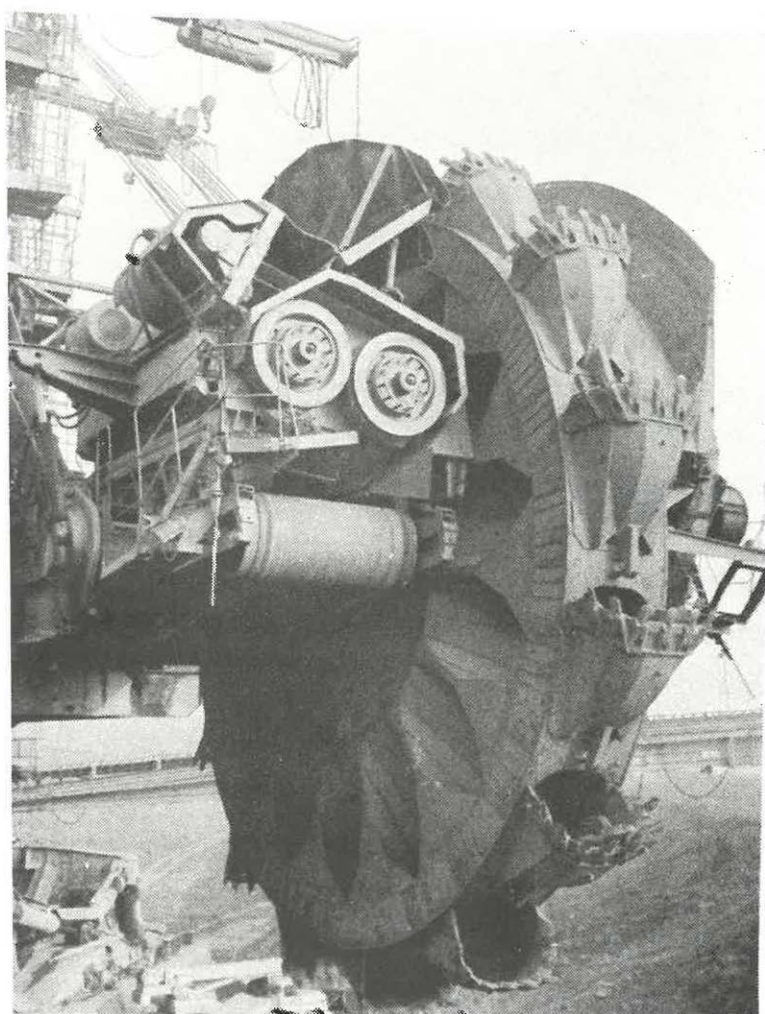
Snížování kusovitosti dobývaného materiálu pomocí samostatných drticích jednotek

Vzhledem k tomu, že veškerá předchozí řešení nebyla dostatečně účinná, přistoupilo se k dořešení vývoje samostatných drticích jednotek. Po počátečních zkouškách s dosud neobvyklými rotačními drtiči skrývek na DNT a VMG byly VZMA - KSK vyvinuty dvě nové provozní drticí jednotky. Je to jednorotorový (dvurotorový) drtič, umístěný na kolesovém výložníku ev. v přesypu střední stavby rýpadla, a dvurotorový drtič na housenicevém podvozku, zařazený do pásové dopravní linky.

Jednorotorový drtič skrývky (obr. č. 5) je instalován na špičce kolesových rýpadel KU 800. Pohon tvoří dva elektromotory o příkonu 160 kW. Drticí jednotka je osazena 12 drticími disky. Točivý moment motorů je předáván pružnými spojkami na hnací řemenice. Odtud je přenášén násobnými klínovými řemeny na hnané řemenice, které zároveň slouží jako setrvačníky. Celé zařízení je umístěno ve výsypu kola nad pásovým dopravníkem.



Obr. č. 5 Jednorotorový drtič skrývky



Obr. č. 6 Dvourotorový drtič skrývky

Ve výsypu uložená protistěna (rošt) propouští mezi žebry materiál vyhovující kusovitosti a nadměrné kusy jsou odchylovány z toku na rotor, který je souměrným řezáním a štípáním rozpojuje. V případě potřeby lze celé zařízení odklopit směrem od kola pomocí hydraulického mechanismu a tím prakticky vyřadit z činnosti.

Technické parametry:

výkonnost	$4\,400\text{ m}^3\text{s.z.h}^{-1}$,
max. velikost vstupního zrna	1 300 mm,
max. velikost výstupního zrna	700 mm,
instalovaný příkon motorů	2 x 160 kW,
obvodová rychlost rotorů	12 m s^{-1} ,
hmotnost	38 t.

Od realizace v r. 1981 byla na tomto drtiči provedena řada měření, jejichž cílem bylo objektivně zhodnotit jeho technické parametry. Z měření byl stanoven stupeň drcení (tj. poměr vstupního a výstupního zrna) $S = 1,4$ a ověřeno, že krátkodobé výkonové špičky v hodnotě $4\,820\text{ m}^3\text{s.z.h}^{-1}$ nezpůsobí zahlcení drtiče. Dlouhodobá sledování prokázala, že průměrná hodinová těžba se pohybuje v rozpětí 1800 - 2000 $\text{m}^3\text{s.z.h}^{-1}$. I když je tato průměrná hodinová výkonnost o něco málo nižší než při dobývání rýpadlem bez drtiče, zvýšil se však podstatně těžební čas a poklesla poruchovost vlivem kusovitosti cca o 3 %. Toto představuje zvýšení těžebního času cca o 90 h/rok a tedy zvýšení těžby o 180 000 m^3 ročně.

Podobným zařízením, sloužícím ke snížení kusovitosti skrývkového materiálu a k ochraně dopravních cest na samém rýpadle, je dvourotorový drtič skrývky (obr. č. 6). Kromě dvourotorové drticí jednotky je konstrukčně shodný s drtičem jednorotorovým. Drcení nadměrně velkých kusů zeminy u tohoto drtiče probíhá tak, že rotor, umístěný blíže ke kolesu a rotující proti směru toku materiálu, propouští drobnou frakci přímo na dopravník,

větší kusy buď rozpojuje nebo dopravuje do prostoru mezi oba rotory, kde dojde k jejich konečnému dodrcení. Celé zařízení lze z procesu rozpojování odklopit hydraulickým mechanismem.

Technické parametry:

výkonnost	4 400 m ³ s.z.h ⁻¹ ,
max. velikost vstupního zrna	1 300 mm,
max. velikost výstupního zrna	600 mm,
instalovaný příkon motorů	2 x 160 kW,
obvodová rychlost rotorů	10 m s ⁻¹ ,
hmotnost	42 t.

Ze série měření na tomto typu drtiče bylo zjištěno, že stupeň drcení je cca 1,75. Průměrná hodinová výkonnost rýpadla při použití drtiče se pohybuje kolem 2 000 m³s.z.h⁻¹, v lehčejí rozpojitelných horninách až 3 000 m³s.z.h⁻¹. Při dobývání lehčejí rozpojitelných hornin, kdy výkonnost rýpadla dosahuje 3 000 m³s.z.h⁻¹ a více, se drtič stává do jisté míry omezujícím faktorem výkonnosti celého rýpadla. Je to způsobeno tím, že při vyšších výkonnostech nestačí těžný materiál protékat mezerou mezi skluzem násypky a rotorem drtiče. Rotor, který se otáčí v protisměru toku materiálu, v takovémto případě nezachycuje a nedrtí jen nadměrné kusy těživa, nýbrž svou činností zpomaluje tok materiálu a tím dochází k jeho zahlcování. Při vzniku takovéto situace je nezbytně nutné buď snížit výkonnost stroje nebo odstranit tento negativní jev oddálením drticích rotorů od sklonu násypky. Z mnoha provedených měření kusovitosti lze konstatovat, že 82,9 % podrceného materiálu nepřekračuje hranici 750 mm délky hrany. Ve zbývajících 17,1 % podrceného materiálu jde o štíhlé kusy, u kterých pouhých 2,2 % se pohybuje v rozmezí 1000 - 1200 mm délky hrany.

Za účelem drcení skrývkových hornin se sklonem k vytváření nadměrných kusů a k drcení tvrdých šedých jíílů, jílovců a pelokarbonátů o pevnosti v tlaku cca 100 MPa byl v KSK vy-

vinut drtič skřívky DS-OH' (viz obr. č. 7).



Obr. č. 7 Drtič skřívky DS-OH

Je zařazen do technologického celku mezi dobývací stroj a dálkovou pásovou dopravu. Drticí jednotku tvoří dva protichůdně rotující hřídele se setrvačníky. Hřídele jsou osazeny drticími disky. Pohon rotorů vykonávají dva motory, z nichž každý má příkon 200 kW, pomocí násobných klínových řemenů. Celá drticí jednotka je postavena na obkročném housenicovém podvozku, který pojíždí nad trasou DPD. Pracuje jako drtič průchozí bez předtřídění a drcený materiál je na výstupu z drtiče sypán do příslušné pojízdné násypky DPD.

Technické parametry:

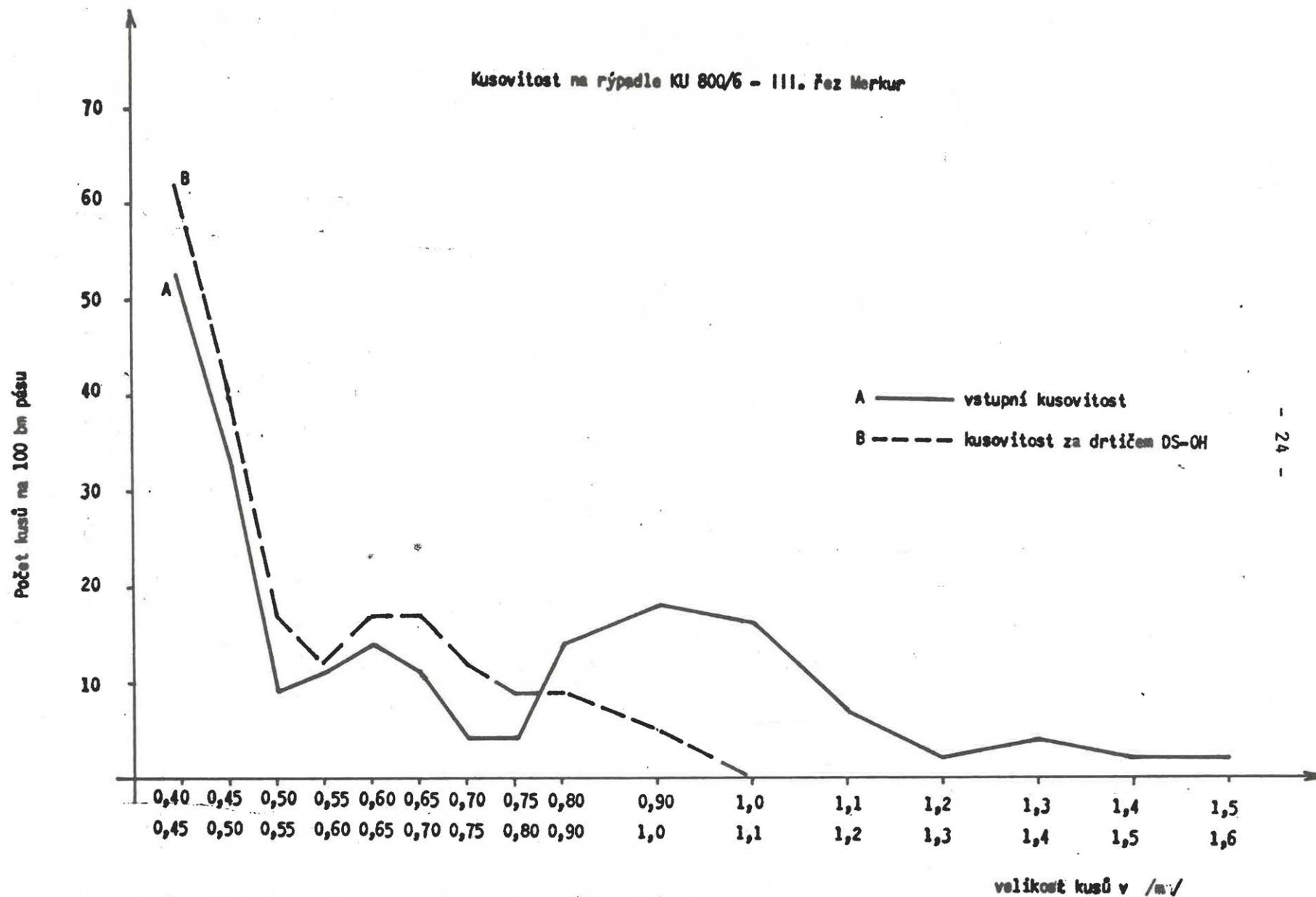
teoretická výkonnost	$5\,000\text{ m}^3\text{s.z.h}^{-1}$,
max. velikost vstupního zrna	1 200 mm,
max. velikost výstupního zrna	400 mm,
instalovaný příkon pohonu motorů	2 x 200 kW,
obvodová rychlost rotorů	12 m s^{-1} ,
hmotnost	180 t.

V průběhu zařazování tohoto drtiče do provozu byla prováděna řada měření účinnosti drtiče, z nichž bylo zjištěno, že stupeň drcení $S = 1,6$ (viz příloha č. 9). Prováděná měření též prokázala, že krátkodobé špičky $7\ 200\ \text{m}^3\text{s.z.h}^{-1}$ nezpůsobí zahlcení drtiče.

V rámci komplexních zkoušek bylo provedeno na lomu Jiří v HDBS měření, jehož cílem bylo ověření možnosti drcení tvrdých poloh, tj. pelokarbonátových proplástků ze samotného lomu Jiří a pískovců dovezených z VMG 1. Zkoušky prokázaly, že drtič skřívky DS-OH je schopen drtit pelokarbonáty o pevnosti 100 MPa. Jistým negativním jevem je však skutečnost, že při drcení pelokarbonátů vzniká velká ostrohrannost rozdrcených kusů, které svou velkou dopadovou rychlostí mohou způsobit průrazy gumového pásu DPD. Proto pro zmírnění účinků od dopadu drceného materiálu na dopravní pás a pro zabránění průrazů pásu ostrohrannými kusy, je drtič DS-OH dovybaven tlumicím roštem. Uspořádání tlumicího roštu umožňuje propad drobnější frakce na dopravní pás a větší kusy sjetím po roštu dopadnou do podsypané vrstvy na dopravníku.

Závěr

Z měření a dlouhodobého sledování vyplývá, že v současné době jako optimální řešení problému kusovitosti se jeví používání samostatných drticích jednotek, umístěných až již na kolesovém výložníku samotného dobývacího stroje (popř. ve střední stavbě rýpadla) nebo v prostoru mezi nakládacím výložníkem a DPD. Měření kusovitosti při odklizu jílovitých a pískovcovitých materiálů se sklonem ke kvádrování prokázala, že všechna výše uvedená drticí zařízení jsou schopna drtit a podstatně snížit kusovitost dopravovaného těživa. Jako nejúčinnější v řešení této problematiky se ukazuje tzv. dvoustupňové drcení. Je to kombinace dvou současně pracujících drtičů, z nichž jeden je umístěn na dobývacím stroji a druhý u vstupu na DPD. Tímto



řešením je dosažena nejpříznivější výsledná fragmentace drce-
ného těživa, která nepřesahuje svými rozměry 900 mm délky hra-
ny jednotlivých kusů (viz příloha č. 8). Současně při tomto
způsobu drcení se účinně chrání dopravní cesty na samotném rý-
padle.

Vývoj a výzkum v oblasti snižování kusovitosti však nelze
považovat za ukončený. Zbývá nadále se touto problematikou za-
bývat, hledat nová a účinnější řešení jak v oblasti samotných
drticích zařízení, tak v oblasti trhacích prací, o kterých bu-
de pojednáno v následujícím vydání Zpravodaje VÚHU.

S h r n u t í

Přehled současného stavu řešení kusovitosti v SHR a HDBS

Nejúspěšnějším řešením v oblasti snižování tvorby nadměr-
né kusovitosti při dobývání kvádrujícího nadloží na lokalitách
SHR je v současné době používání samostatných drticích jedno-
tek. Článek seznamuje se třemi variantami jejich zařazování
do dopravních systémů technologických celků.

Použitá literatura

1. Bašta, L. Dílčí poznatky z dosavadního řešení
problematiky kusovitosti na lokali-
tách SHR a HDBS.
2. Bašta, L., Hochmann, A. Technické měření rotačního drtiče
DS-OH na rýpadle RK-5 000.
3. Bašta, L., Janíček, J. Technická měření drtičů skřívky
a hodnocení nadloží z hlediska ku-
sovitosti.

Recenzoval: Jiří Koudela,
KSK, VZMA Most

Kusovitost na rýpadle KU 800/7

V. skryvkový řez

počet kusů na 100 km pásu

Příloha č. 8

