

Ing. František H o c h m a n n, VÚHU

Příspěvek k problematice výběru technologického zařízení pro dobývání
kamenitých sutí

1. Úvod

Na kontinuální způsob těžby skalnatých hornin a rud se v poslední době zaměřuje pozornost v celém světě. Cyklický způsob těžby, např. lopatovými rypadly ve spojení s automobilovou dopravou, se nahrazuje cyklicko-nepřetržitým nebo nepřetržitým způsobem těžby, dopravy i zakládání. Dosahuje se tak zvýšení produktivity práce a úspor na nákladech, a to především v oblasti dopravy. Výkonnost dobývacích či nakládacích strojů se v mnoha případech zvyšuje v důsledku lepšího časového využití. Při použití pásových dopravníků pro dopravu skalnatých hornin a rud jsou úspory tím větší, čím větší je výkonnost technologického celku, dopravní vzdálenost a stoupání dopravní trati. Velikost úspor pracovních sil a nákladů jen málo ovlivňuje skutečnost, že před pásový dopravník musí být zpravidla zařazena drtící stanice. V posledních dvou desetiletích se úspěšně používá mobilních drtících stanic, opatřených housenicovými nebo kráčivými podvozky.

V Severočeském hnědouhelném revíru je v současné době aktuální problém dobývání, dopravy a zakládání podkrušnohorských kamenitých sutí. Dřívější návrhy v tomto směru považovaly použití pásových dopravníků pro dopravu suťových rud za nevhodné. V současné době se však jeví potřebným přezkoumat tuto otázku z hlediska nejnovějších výzkumů, praktických zkušeností a návrhů z oboru dopravy skalnatých hornin, jakož i objektivně zjištěných vlastností suťového materiálu. Mimo toho se článek zabývá konstrukcí mobilních drtících stanic, tendencemi jejich vývoje a problémy, spojenými s jejich nasazením. Seznamuje také s prvními zkušenostmi, získanými při dobývání sutí.

2. Použití pásových dopravníků pro dopravu skalnatých hornin a rud

2.1 Některé příklady použití pásových dopravníků pro dopravu skalnatých hornin a rud

2.1.1 V závodě Vápencový lom Včeláře, okres Košice, pracuje pásový dopravník v návaznosti na jeden z největších sovětských kuželových drtičů typu KKD 1500/180, jehož technická data jsou uvedena dále. Technologické schéma nakládání a dopravy je následující: Lopatová rypadla E 301, automobily Bel AZ o nosnosti 27,0 Mp a obsahu korby $15,2 \text{ m}^3$, stabilní drtič KKD 1500/180, zásobník o kapacitě 600 t, stabilní pásový dopravník $\delta = 1200 \text{ mm}$, dva elektromagnetické vibrační podavače řazené za sebou.

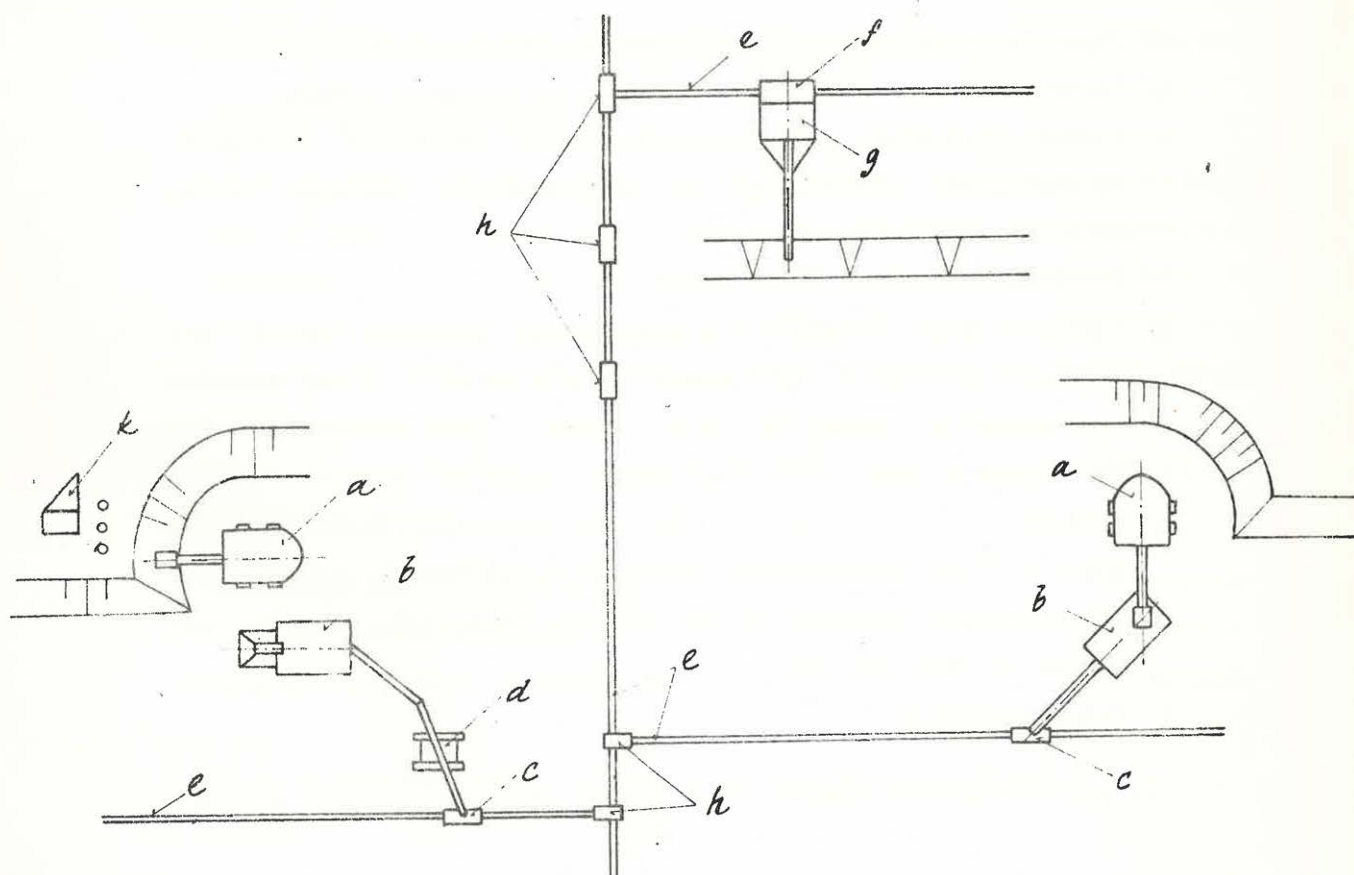
Pásový dopravník $\delta = 1200 \text{ mm}$ má rychlost $2,0 \text{ m/s}$, délku 790 m , sklon 18° , normální pevné tříválečkové stolice. Doprava je směrem dolů, dopravník je zakryt. Pryžový pás PA - 700 byl v provozu 7 roků, v roce 1972 byl vyměněn v důsledku havarie; jinak by jeho životnost byla podstatně vyšší. Na dopravníku byla dosažena okamžitá výkonnost až 1400 t/h , výroba je průměrně 1100 t za hodinu provozního času.

Fyzikálně-mechanické vlastnosti vápence v lomu Včeláře zjištěné zkouškami jsou následující: Objemová tíha $2,7 \text{ g/cm}^3$, pevnost v tlaku zjištěná na krychlich o hraně $5 \times 5 \text{ cm}$ je 620 kp/cm^2 až 888 kp/cm^2 (po vysušení 888 kp/cm^2 , po nasáknutí 763 kp/cm^2 , po zarazení 620 kp/cm^2 , průměrná 757 kp/cm^2). Vápenec má přibližně stejnou objemovou tíhu a o málo větší pevnost v tlaku než zkoušené nepravidelné vzorky rul podkrušnohorských sutí (viz stať 3). Z názoru po prohlídce vyplynulo, že ostrohrannost rozdrčených kusů je přibližně stejná.

2.1.2 Přísun materiálu na stavbu hráze přehrady Tarbela v Pakistánu se provádí pásovými dopravníky. Na hlavní stabilní dopravní lince s pevnými válečkovými stolicemi se dopravuje větším dílem čistý kamenitý materiál, vytříděný do velikosti kusů o hraně 250 až

400 mm. K tomu přistupuje ještě 5 % balvanů nadměrné velikosti, které jsou značně větších rozměrů. Materiál je drcen ve stabilních čelistových drtičích s předřazenými roštnicovými třídiči Grizzly 12''. Pás hlavní dopravní linky je široký 1600 mm, má rychlost 5,82 m/s a jeho max. výkonost je 12 000 t/h. Pro tento materiál jsou potřebné zvláštní přesypy, které výrobní firma pásovéch dopravníků vyvinula ve formě podavačů. Délka dopravníku je asi 2,7 km. Výkon pohonu je $4 \times 825 \text{ kW} + 2 \times 825 \text{ kW}$.

2.1.3 Uspořádání návrhu technologického komplexu pro dobývání, dopravu a zakládání skrývkových skalnatých hornin je na obr. 1. Obr. 1 je nakreslen podle sovětské literatury, kde je uveden také přehled jednotlivých zařízení, která je možno zařadit pro komplexy o výkonosti 500, 1000 a 2000 t/h. Pro výkonost 2000 t/h jsou to následující stroje a agregáty podle obr. 1.



Obr. 1 Uspořádání technologického komplexu pro dobývání, dopravu a zakládání skalnatých skrývkových hornin

- a/ Lopatové rypadlo typu EKG-12,5, jehož výkonnost při nepřetržitém provozu je $640 \text{ m}^3/\text{h}$ podle normy SSSR, tj. 1600 t/h pro horniny o objemové tíže $2,5 \text{ t/m}^3$ a 2240 t/h pro horniny o objemové tíže $3,5 \text{ t/m}^3$, průměrně 2000 t/h . Stejná výkonnost 2000 t/h je udávána pro lopatové rypadlo o obsahu 12 m^3 v poměrech USA.
- b/ Mobilní drtící stanice typu SDA-2000 s rotorovým, tj. odrazovým nebo kladivovým drtičem, nebo přemístitelná drtící stanice typu PDU - 250 se seriově vyráběným čelistovým drtičem o výkonnosti 2500 t/h . Pro první skupinu hornin, tj. do objemové tíhy $2,5 \text{ t/m}^3$ (koeficient pevnosti podle Protodjakonova $f = 4 - 8$), se doporučuje volit rotorové (odrazové nebo kladivové) drtiče. Pro druhou skupinu hornin, tj. do objemové tíhy $3,5 \text{ t/m}^3$, vyznačujících se velkou abrasivností (koeficient pevnosti podle Protodjakonova $f = 9 - 20$) se doporučuje volit spolehlivé čelistové drtiče bez ohledu na jejich vysokou váhu.
- c/ Přemístitelná násypka (zásobník) BS 120 M.
- d/ Pásový vůz typu SP - 2000, určený pro skalnaté horniny.
- e/ Pásové dopravníky s girlandovými pružně zavěšenými válečkovými stolicemi. Pryžový pás s polyamidovými vložkami, šířka 1200 mm , rychlost $3,6 \text{ m/s}$.
- f/ Shazovací vůz typu TPS - 120 M.
- g/ Zakladač typu OS 2000 s housenicovým podvozkem určený pro skalnaté horniny. V literatuře je nakreslen a popsán zakladač pro skalnaté horniny typu OSG - 800/40. Může zakládat horniny do objemové tíhy $2,6 \text{ t/m}^3$ a kusovitosti 500 mm .
- h/ Přesypy. Hornický institut MCH SSSR vypracoval konstrukci přesypu ve formě nepoháněného třídiče se zakřiveným roštem, kterým propadává nejdříve drobné těživo. Výška pádu velkých kusů na pás je max. 500 mm .
- k/ Vrtná souprava.

Pro mobilní drtící stanici typu SDA - 2500 /b/, pásový vůz SP -

- 2000 /d/, zakladač typu OS - 2000 /g/ a příslušný kabelový vůz vypracoval Hornický institut MČM SSSR technicko-ekonomické požadavky.

2.1.4 Koncem roku 1971 narazilo rypadlo KU 800 na dole M. Gorkij v Bílině na místně se vyskytující písky a štěrkopísky, přecházející ve velmi pevné slepence, tmelené kysličníky železa. U vzorků této horniny byla zjištěna pevnost v prostém tlaku až 290 kg/cm^2 . Než bylo zahájeno dobývání střelnicí prací, lopatovým rypadlem a autodopravou, byly učiněny pokusy s dobýváním rypadlem KU 800. Pásovými dopravníky rypadla a dálkové pásové dopravy byly dopravovány často velké ostrohranné kusy uvedené abrasivní horniny. Následkem toho se zvýšila poruchovost pevně uložených válečků dálkové pásové dopravy $\delta = 1600 \text{ mm}$, $v = 5,0 \text{ m/s}$. U dopravníků rypadla KU 800 s pružně zavěšenými válečkovými stolicemi a rychlostí $4,0 \text{ m/s}$ ke zvýšené poruchovosti válečků nedocházelo.

2.2 Některá ustanovení československých norem, vztahující se k dopravě skalnatých hornin a rud

Z ČSN 26 0381 - Pryžové pásy pro transportéry vyplývá, že pryžové pásy pro dopravu skalnatých hornin a rud se odlišují jen jakostí a tloušťkou pryžových krycích vrstev a životností. Podle tabulky 8 uvedené normy se nejjakostnější a nejtlustší krycí vrstvy volí pro materiál "těžký, ostrý, brousivý, tj. kovové rudy, žulu, kámen z dolů, kov, strusku, pískovec, břidlice a studený koks".

Podle tabulky 9 ČSN je informativní životnost pásů při třísměnném provozu následující:

Rudy barevných kovů do zrnitosti 400 mm	- 9 měsíců
Železné rudy do zrnitosti 400 mm	- 11 měsíců
Vápenec, magnesit, štěrkopísky	- 12 měsíců

U rud barevných kovů a železných rud s kusovitostí nad 400 mm kla-

de norma podmínku volit v místech dopadu dopravovaného materiálu na pás roštnice, síta nebo drtiče.

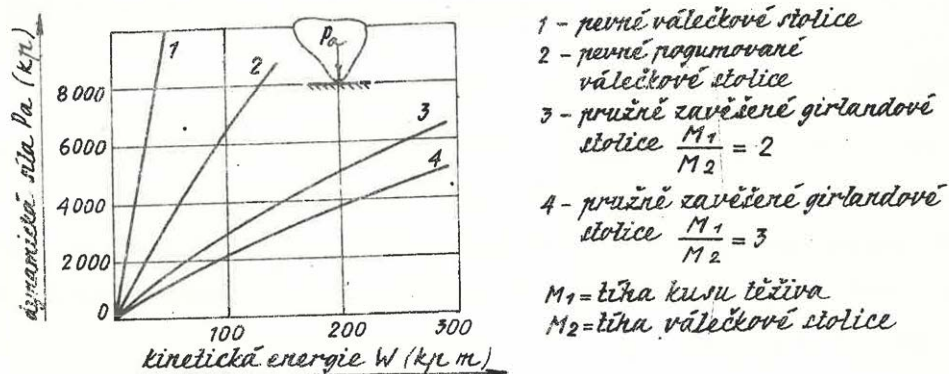
V ČSN 26 3102 - Pásové transportéry, základy výpočtu, jsou uvedeny informativní jmenovité rychlosti pásových transportérů pro charakteristické druhy materiálu. Pro hrubý štěrk, rudu a kámen o kusovitosti nad 100 mm se uvádí rychlost od 1,25 do 2 m/s, zatímco pro hlínu a jílo - hlinito - štěrkovou skrývku bez udání kusovitosti do 5 m/s.

ČSN tedy předpokládá použití pásových dopravníků pro dopravu těžkých, ostrohranných a abrasivních materiálů o velké kusovitosti. Nepředepisuje žádnou úpravu dopravníků do kusovitosti materiálu 400 mm; nad kusovitost 400 mm mají být upraveny jen přesypy, jak je shora uvedeno. Zřejmě proto normy ČSN informativně stanoví poměrně malou životnost pryžových pásů stejně jako rychlost. Výzkumy a prakticky dosažené výsledky ukázaly, že skutečné hodnoty těchto veličin mohou být podstatně větší u pásových dopravníků, které jsou pro dopravu skalnatých hornin vhodně upravené.

2.3 Úpravy pásových dopravníků pro dopravu skalnatých hornin a rud

Skalnaté horniny a rudy se často vyznačují zejména velkou kusovostí, tíhou, ostrohranností a abrasivností. Tyto vlastnosti neohrožují abnormálně pryžový pás, pokud na něj těživo nedopadá z určité výšky (dynamické namáhání pásu a válečkových stolic) a pokud nedochází mezi ním a povrchem pásu k relativnímu třecímu pohybu (otěr pásu). K těmto úkazům (dynamické namáhání, otěr) dochází na přesypech a ve střední části dopravníku při přechodu velkých kusů přes válečkové stolice, zejména při větších dopravních rychlostech. Výzkum se zabývá následujícími vlivy na velikost dynamického namáhání: Energie dopadu (váha kusu, výška pádu), tvar kusu (ostrohrannost), rychlost pásu, tah v pásu, konstrukce a uspořádání válečků, tj. válečky pevné, pevné pogumované a girlandové pružně zavěšené, poměr váhy kusu a jedné válečkové stolice pružně zavěšené, rozteč válečkových stolic, vzdálenost na laně zavěšené stolice od uchyce-

ní lana ke konstrukci, vliv tloušťky a jakosti krycí pryžové vrstvy pásu, vliv konstrukce pryžového pásu atp. Podstatné výsledky výzkumu a provozní zkušenosti lze shrnout takto: Životnost pásu je určena provozními podmínkami a vlivy, které způsobují mechanické poškození pásu. Je proto nejdůležitější zabránit nadměrnému dynamickému namáhání, tj. poškození pásů vhodnou konstrukcí přesypů (obr. 2) a ve střední části dopravníku zajistit klidnost toku těživa použitím pružně zavěšených girlandových válečkových stolic.



Obr. 2 Dynamické kontaktní síly v závislosti na kinetické energii padajícího kusu těživa (podle literatury)

Přesyp má zajistit malou pádovou výšku, výstupní rychlost co nejvíce se přibližující rychlosti dopravníku a má zformovat proud těživa do středu pásu.

3. Některé fyzikálně-mechanické vlastnosti podkrušnohorských sutí

Pro porevnání s horninami uvedenými ve statí 2, pro jejichž dopravu se používají nebo navrhuji pásové dopravníky, byly zjištěny ve VÚHU Most některé fyzikálně-mechanické vlastnosti suťových rul s následujícím výsledkem:

- a/ Makroskopické označení: Rulový hrubozrný štěrk až bloky
- b/ Objemová tíha min. $2,55 \text{ g/cm}^3$, max. $2,62 \text{ g/cm}^3$, průměrně $2,58 \text{ g/cm}^3$

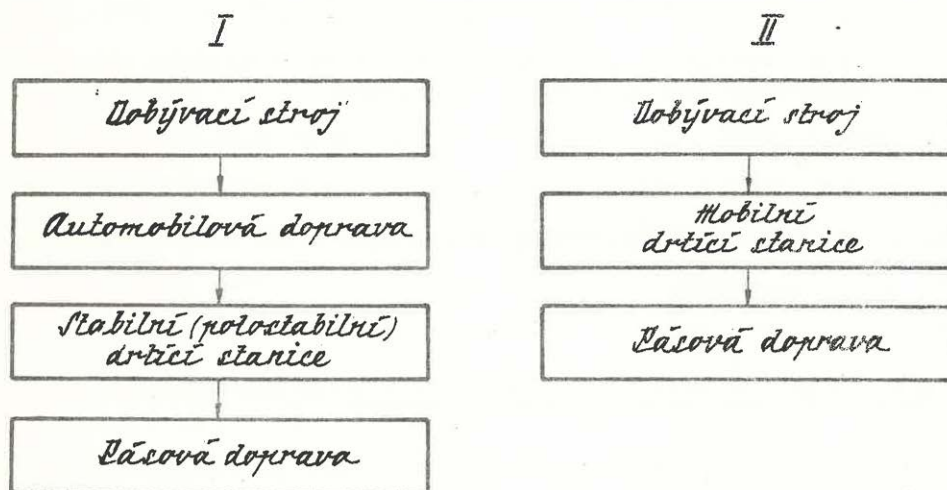
- c/ Vlhkost 0,9 % objemu a 0,35 % sušiny
d/ Pevnost v prostém tlaku min. 113,3 kp/cm², max. 597,0 kp/cm²,
průměrně 337,3 kp/cm². Pevnost horniny byla stanovena na základě
zkoušek, provedených na vzorcích nepravidelného tvaru.

Z názoru vyplývá, že se jedná o abrasivní horninu. Její úlomky jsou
ostrohranné.

4. Mobilní drtící stanice

4.1 Účelnost použití mobilních drtících stanic při těžbě skalnatých hornin a rud

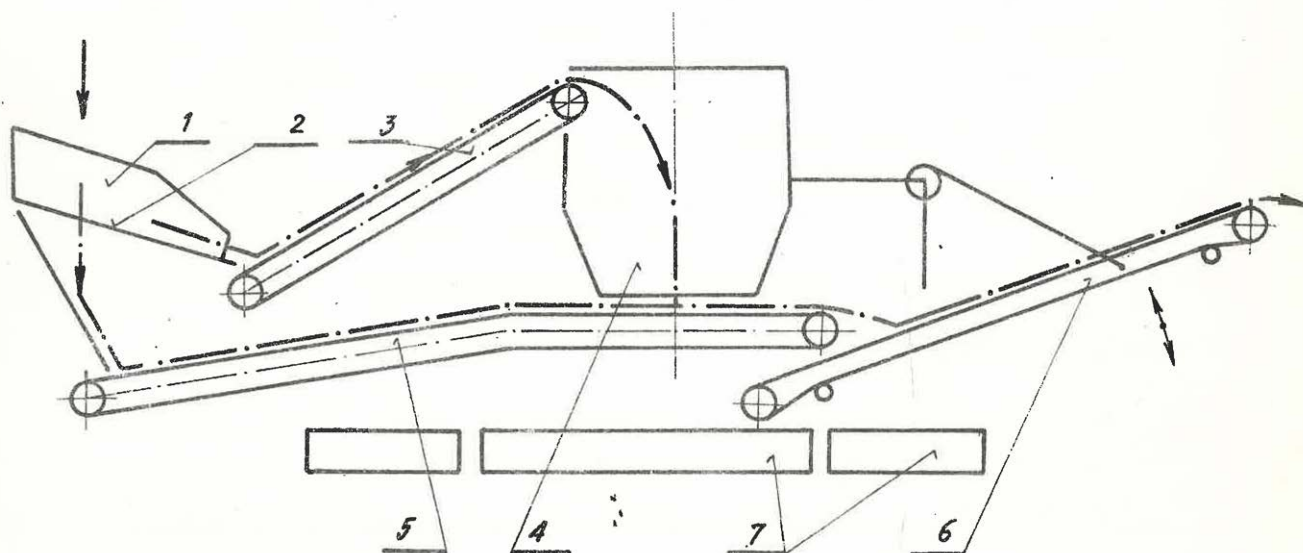
Při návrhu technologického schématu II namísto uspořádání I (obr.3)
se vyloučí z technologického procesu automobilová doprava. Tím se
zvýší ekonomická efektivnost a produktivita práce. V ČSSR je v sou-
časné době jedna mobilní drtící stanice v cementárně Liatavská Lúč-
ka (výrobek NDR).



Obr. 3 Příklady technologických schémat při využití pásové dopravy pro
dopravu skalnatých hornin

4.2 Uspořádání mobilních drtících stanic

Jedno z možných uspořádání mobilní drtící stanice je na obr. 4

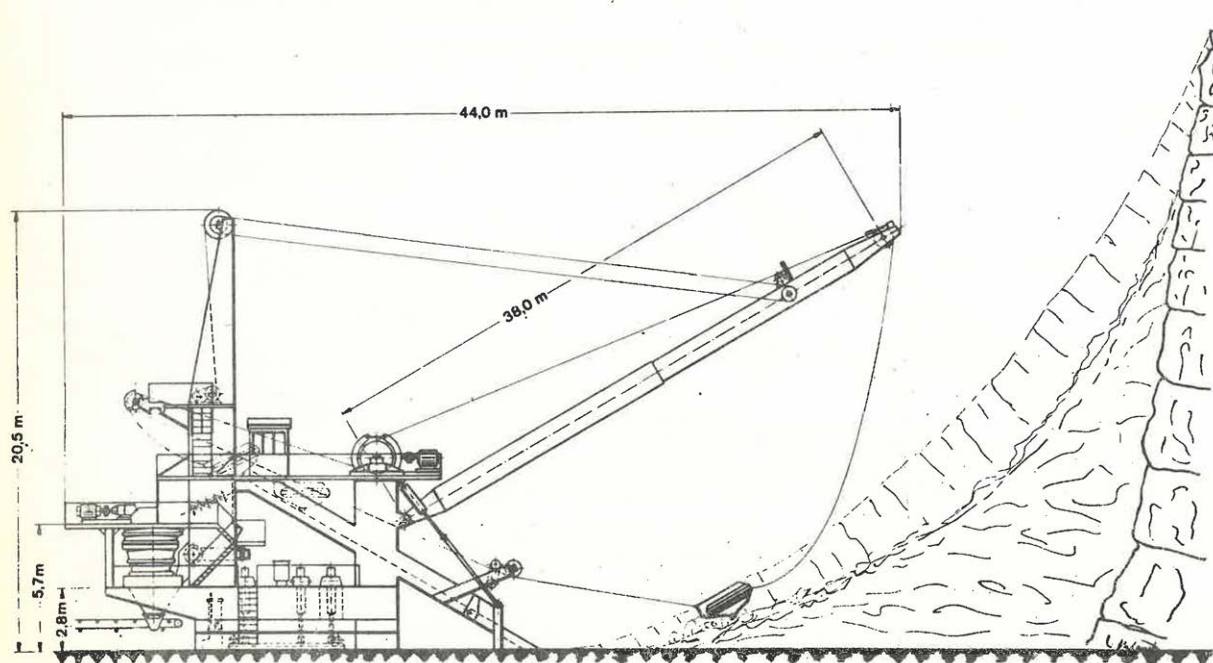


Obr. 4 Principiální schéma mobilní drtící stanice

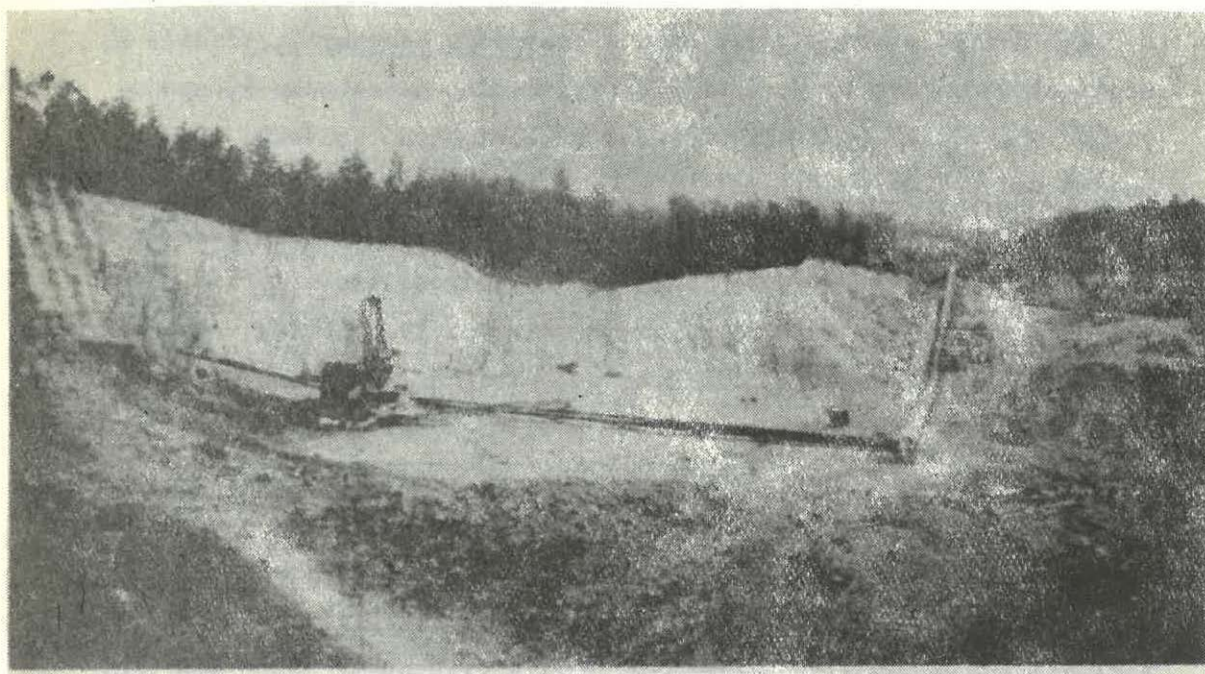
Mobilní drtící stanice podle obr. 4 sestává z násypky 1, třídiče 2, podávacího dopravníku 3, drtiče 4, vynášecího dopravníku 5, spojovacího dopravníku 6, kráčivého nebo housenicového podvozku 7 a ocelové konstrukce.

Schéma na obr. 4 se podstatně zjednoduší, jestliže malá výška drtiče a parametry dobývacího (nakládacího) stroje umožní přímé plnění drtiče. Musí to ovšem vyplývat z principu typu drtiče. V jiné variantě obr. 4 může být třídič za podávacím dopravníkem, případně, jako je tomu u některých vyrobených mobilních drtících stanic, třídič se vůbec nezařazuje.

Na obr. 5 je mobilní drtící stanice s kráčivým podvozkem a kuželovým drtičem podle obr. 7. Jako nakládací zařízení je použito škrabáku, který dopravuje těživo až k válečkovému třídiči. Mobilní drtící stanice pracuje ve vápencovém lomu s výkonností 350 - 400 t/h. Její nasazení je na obr. 6.



Mobilní drtící stanice se škrabákovým zařízením, předtřídičem a kuželovým drtičem podle obr. 7



Obr. 6 Mobilní drtící stanice dle obr. 5 s dálkovou pásovou dopravou

4.3 Drtič

4.3.1 Všeobecné zásady pro výběr typu a velikosti drtiče

Výběr typu drtiče se řídí zejména podle

- fyzikálně-mechanických vlastností drceného materiálu
- vstupní velikosti materiálu a požadovaného stupně drcení
- požadované výkonnosti drtiče

Současně s typem a výkonností drtiče musí být

- navržen způsob jeho plnění a typ podávacího zařízení, je-li toto nevyhnutelně potřebné
- uvažena možnost předřazení třídiče před vstup do drtiče
- zvolen typ a výkonnost dobývacích nebo nakládacích strojů.

4.3.2 Orientační stanovení výkonnosti drtiče pro drcení rul podkrušnohorských sutí

Potřebnou výkonnost drtiče lze orientačně stanovit podle předpokládané max. roční těžby sutí ca 5,5 mil. m³. Při uvažování 4500 hodin čisté pracovní doby za rok je to asi 1200 m³/h. Jestliže se předpokládá, že v určitém místě a po omezenou dobu se může těžit čistě kamenitý materiál (průměrná objemová tíha 2,58 t/m³ podle stati 3), vychází výkonnost ca 3100 t/h. Předběžně lze uvažovat výkonnost drtiče 2000 - 3000 t/h podle toho, zda a jak účinný třídič bude zařazen.

4.3.3 Výběr typu drtiče a příklady mobilních drticích stanic

U mobilních drticích stanic se instaluje v podstatě většina typů běžně používaných drtičů. Ukazatelem pro určení odpovídajícího typu drtiče mají být výsledky komplexních zkoušek horniny, provedené podle "Metodiky pro klasifikaci hornin". Pro ruly podkrušnohorských sutí se tyto zkoušky provádějí. Všeobecně se udává, že odrazové, kladivové a válcové drtiče se hodí pro zdrobňování měkkých kamenitých hornin, zatímco čelistové a kuželové drtiče se hodí pro zdrobňování tvrdých abrasivních hornin. Pro velké

výkonnosti, tj. ca 2000 - 3000 t/h, velikost zavažených kusů 1200 až 1500 mm a velikost rozdrčených kusů do 300 - 400 mm se - podle informací o vyráběných typech, jejich přednostech a nedostacích - výběr zužuje na odrazové nebo kladivové drtiče a kuželové drtiče. Odrazové a kladivové drtiče pracují s velkými obvodovými rychlostmi a při drcení abrasivních hornin podléhají velkému opotřebení. Jsou však podstatně lehčí než kuželové nebo čelistové drtiče. Další jejich výhodou je malá stavební výška. Např. francouzská firma FIVES LILLE - CAIL, doporučila předběžně pro drcení ruly, výkonost 2000 t/h a koeficient zdrobnění 1 : 5 kladivový drtič s dvojitým rotorem typu DUOS 2025, který má následující hlavní technická data. Průměr rotoru 2000 mm, délka rotoru 2500 mm, rozměr vstupního otvoru 1600 x 2500 mm, počet otáček 400 - 460/min, výkon pohonu 2x(1050 až 1300) kW, tíha 135 Mp. Malou tíhou se vyznačují také válcové drtiče (s ozuby). Například VŽKG vyrábí ve francouzské licenci drtiče typu CA. Pro největší z nich určený k drcení kamene o pevnosti v tlaku až 850 - 1300 kp/cm² a tvrdosti až do 6. stupně Mohsovy stupnice uvádí prospekt následující hlavní technická data. Typ CA 100, výkonost 440 až 1000 t/h, max. vstupní zrno 400 x 500 x 1200 mm, výstupní zrno 130 - 300 mm, výkon motoru 180 - 280 kW, tíha 54 Mp. Tíhy kuželových drtičů, nabízených všemi firmami jsou podstatně větší. Dále jsou uváděna hlavní technická data sovětských seriově vyráběných kuželových ostroúhlých drtičů, z nichž typ KKD - 1500/180 pracuje na Slovensku ve vápencovém lomu Včeláre u Košic (odst. 2.1.1).

Typ drtiče	KKD-120/150	KKD-1500/180	KKD-1500/300
Výkonost (t/h)	1250	1500-2000	3750
Šířka vstupního otvoru (mm)	1200	1500	1500
Doporučený rozměr vstupního materiálu (mm)	1000	1200	1200

Šířka výstupní šterbiny (mm)	150	180	300
Tíha (Mp)	235	415	613
Výkon motoru (kW)	2x200	2x310	2x400

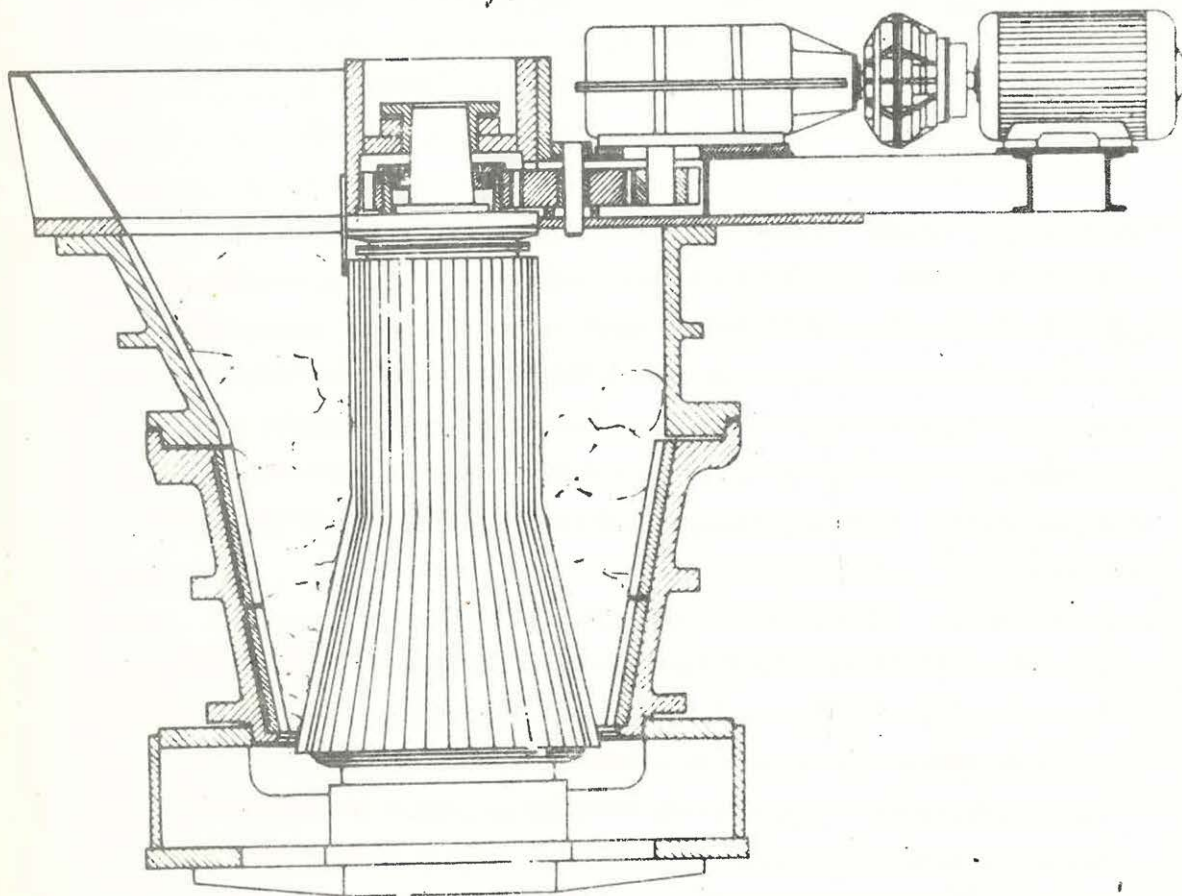
Uváděné typy drtičů vyrábí závod Uralmašzavod. Zajímavé je, že seriový výrobek této firmy - kuželový drtič - je osazena drtící stanicí o výkonnosti 2000 - 3000 t/h, na kterou vypracovala technicko-ekonomické podmínky konstrukční kancelář Krivorožského ústředního opravářského závodu. V Institutě geotechnické mechaniky Akademie věd USSR byly vypracovány technicko-ekonomické podmínky na stejný agregát, osazený zkušebním kuželovým drtičem nového typu.

Kuželové drtiče mají důležité výhody, zejména:

- pracují spolehlivě při drcení tvrdých abrasivních materiálů
- kusovitost podávaného materiálu může být velká, podávání materiálu nemusí být plynulé. Velký kus se v drtícím prostoru nevzpříčí, drtič se prakticky nezahltí. Firma Esch Werke NSR inseruje kuželový drtič, resp. mobilní drtící stanicí o výkonnosti 3000 t/h, plněný přímo lopatovým rypadlem s obsahem lopaty 15 m^3 .
- drtič není citlivý na ucpání nálepy v případě lepidlych přímísenin v drtivu (zkušenost lomu Včeláře).

Nevýhodou drtiče může být jeho velká stavební výška. Tato nevýhoda je částečně odstraněna u drtiče firmy Esch Werke podle obrázku 7. Jeho jednostranně rozšířená tlama umožňuje plnění většími kusy, které jsou v tomto prostoru předdrceny.

Firmy Westfalia Lünen NSR a Eimco USA vyrábějí mobilní drtící stanice s tzv. horizontálními drtiči, které mají velmi malou výšku. Firma Westfalia vyrábí dva druhy těchto drtičů: čelistové a s šikmými válci. Těživo prochází drtičem v podélném směru v horizontální rovině a ne od shora dolů, jako u klasických drtičů. K drtiči a přes drtič dopravuje těživo pancéřový dopravník. Na



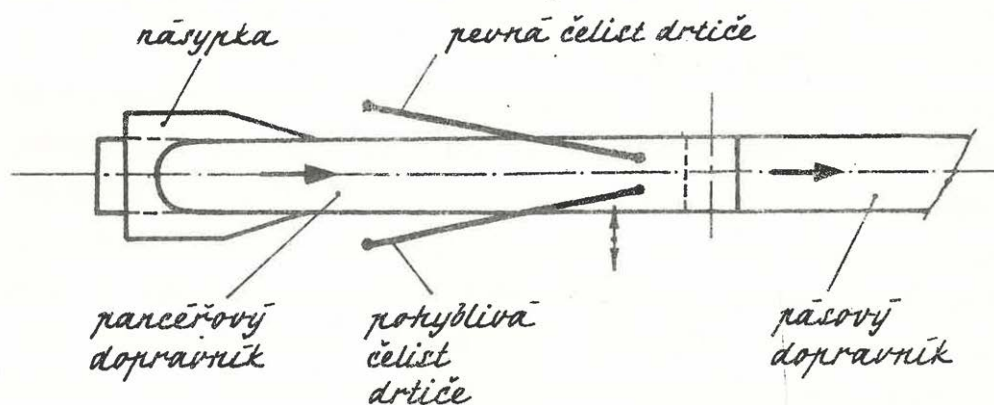
Obr. 7 Kuželový drtič s pohonem nahoře, vyznačující se malou stavební výškou a jednostranně rozšířeným drticím prostorem

obr. 8 je principiální schéma horizontálního čelistového drtiče (půdorys). Na obr. 9 je fotografie tohoto drtiče typu WB 14, nasazeného při těžbě křemence v lomu "Koester" MSR. Jeho hlavní technická data jsou následující:

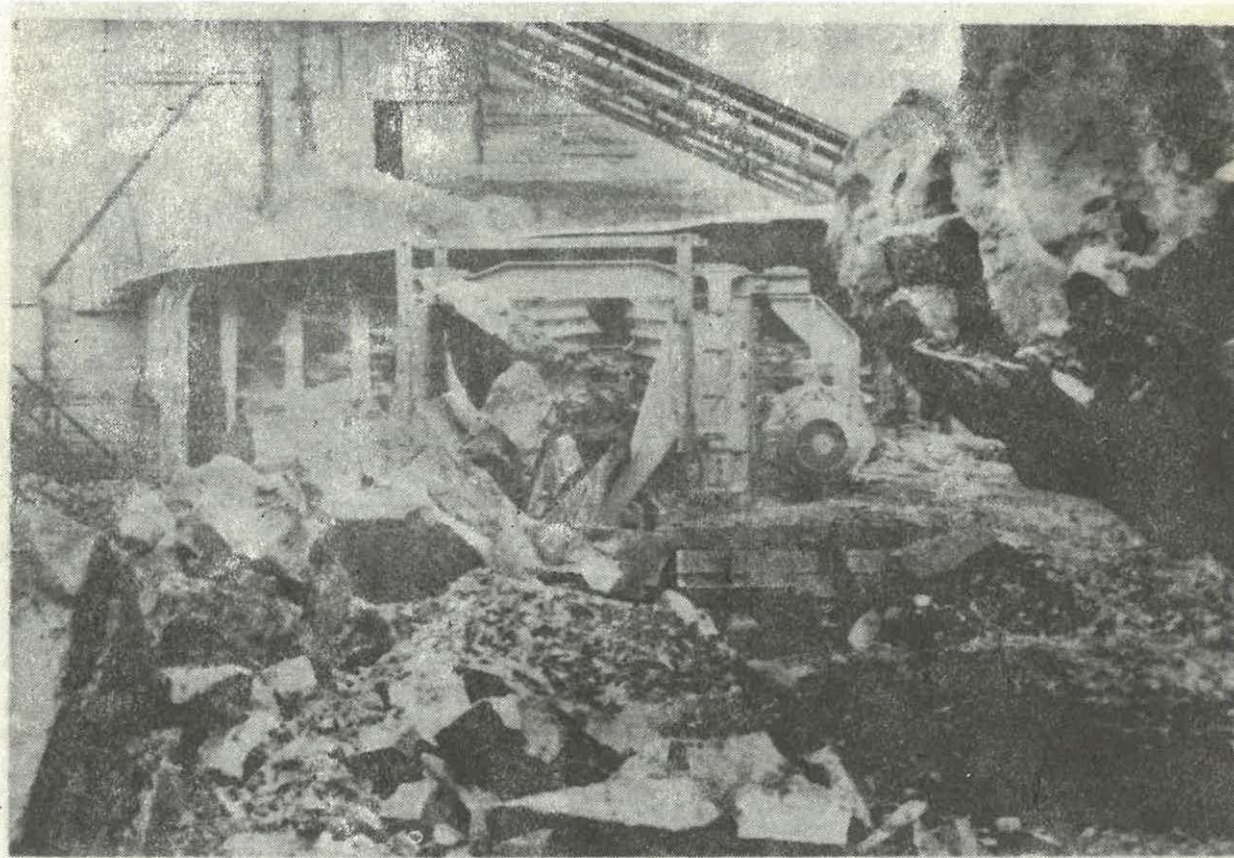
- a/ stavební výška asi 2,5 m, stavební šířka asi 3,5 m a stavební délka asi 5,5 m
- b/ výstupní štěrбина regulovatelná v rozmezí 40 - 440 mm
- c/ tíha asi 32 Mp
- d/ počet zdvihů pohyblivé čelisti asi 200/min
- e/ výkonost je závislá na vlastnostech drceného materiálu a šířce výstupní štěrbin. V konkrétních případech se uvádí:

750 t/h při drcení surové rudy o pevnosti v tlaku 1200 kp/cm^2
a při velikosti rozdrčených kusů 300 - 400 mm

300 t/h při drcení vápence o pevnosti v tlaku 2000 kp/cm^2 a
při velikosti rozdrčených kusů asi 250 mm.



Obr. 8 Principiální schéma horizontálního čelistového drtiče (půdorys)



Obr. 9 Horizontální čelistový drtič typu WB 14

4.4 Podávání materiálu do drtiče

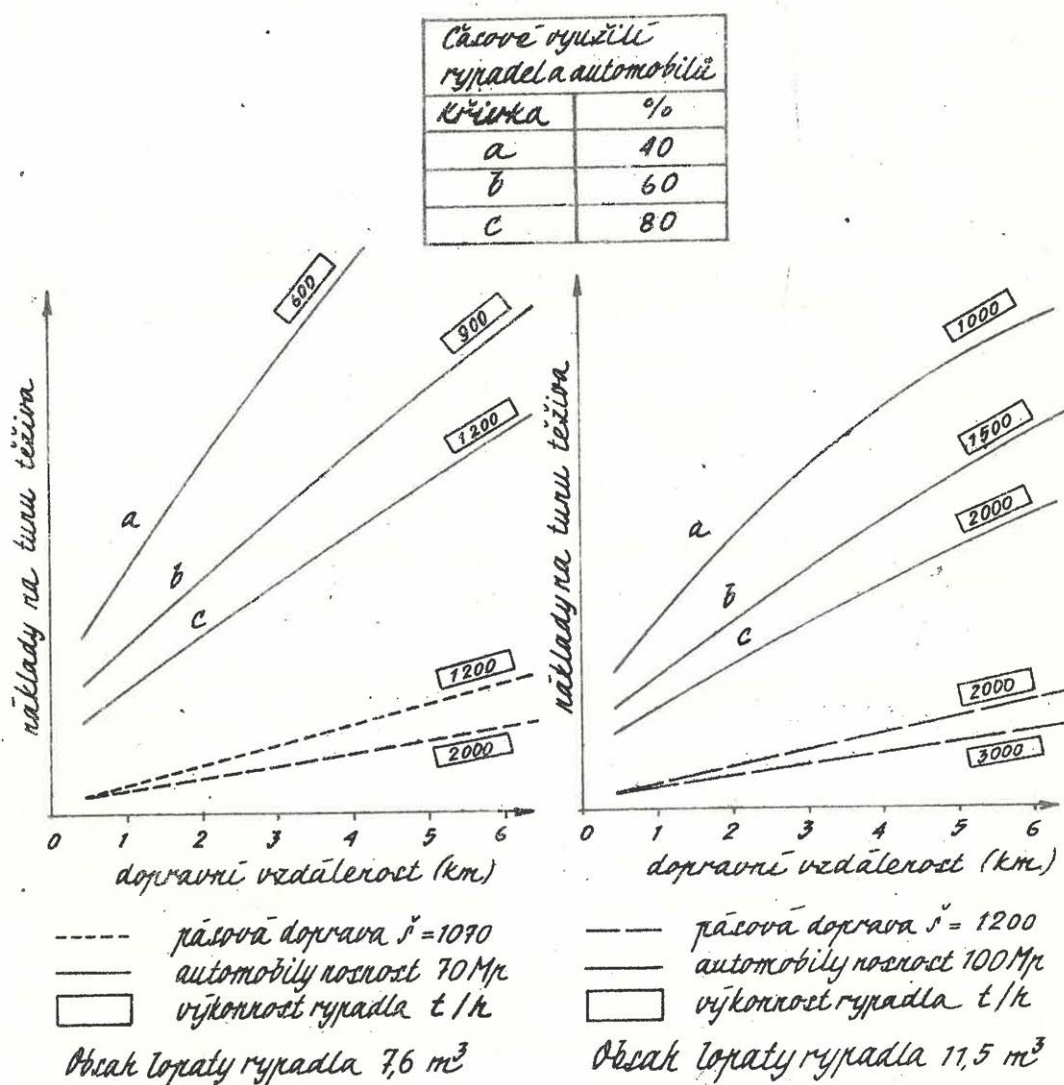
Maximální velikost kusů vstupujících do některých typů drtičů o velké výkonnosti lze reálně uvažovat v rozmezí 1,2 - 1,5 m, výjimečně až 2,0 m. Obyčejně se tímto rozměrem myslí délka kusu, přičemž příčný průřez je menší. Z toho vyplývá, že max. tíha kusu až 3 - 4 Mp nemusí být výjimkou.

Pokud to typ drtiče, jeho výška a uspořádání dovolí, bude zřejmě výhodné volit přímé plnění drtiče lopatovým rypadlem, nakladačem, automobilem atp., případně plnění přes třídič. Jinak je nutný podávací dopravník (obr. 4). Podávací dopravník, případně třídič, zrovnoměrní podávání těživa do drtiče. Podávací dopravník je zpravidla článkový nebo pancéřový (hřeblový), konstruovaný jako součást drtící stanice. Nastupuje však tendence nahradit jej pásovým dopravníkem. Zajímavé řešení naznačuje univerzální podavač s pásovým dopravníkem systému Rockbelt. Je to v podstatě obdoba pásového vozu; zejména jeho násypka je robustní. Pryžový pás je zvláštní konstrukce. Nakladač přeměňuje cyklický způsob těžby na kontinuální. Jeho nejvýhodnější nasazení je ve spojení s buldozerem, jako dobývacím strojem a pásovou dopravou. Může totiž pracovat v situaci, kdy je jeho přední část až po opěrnou desku za násypkou zcela zasypána materiálem, který je shora hrnut buldozery. Ve zvláštních případech může nakladač z hromady vyjet nebo být vytážen. Nakladač je určen také pro skalnaté horniny. Velikost jednotlivých kusů horniny může být až 1 m, tíha 3 Mp. Dopravní výkonnost zařízení lze regulovat až do 9000 t/h. Vynášecí výška je do 4,5 m, instalovaný výkon až 300 k. Tíha nakladače je asi 50 Mp.

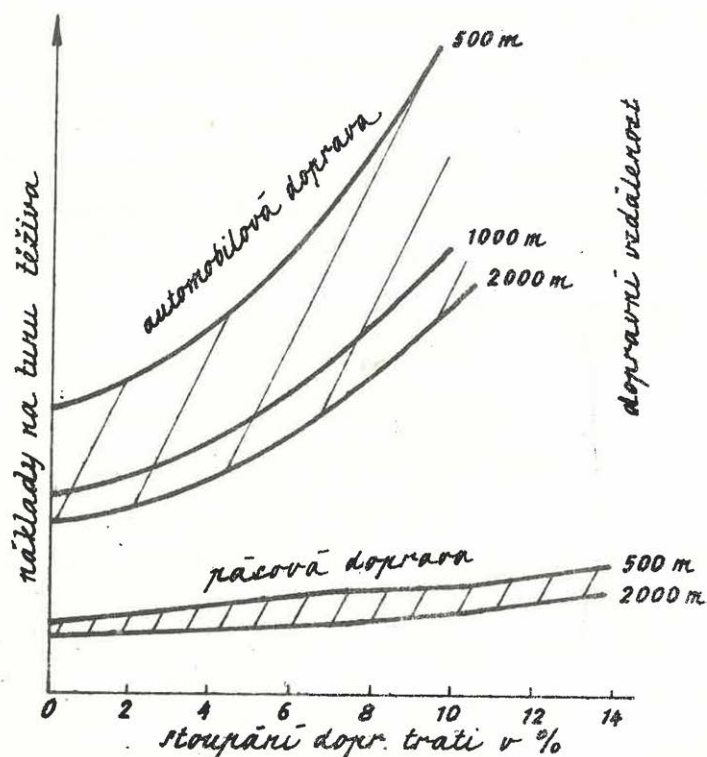
5. Poznámky k otázce ekonomické výhodnosti nasazení dálkové dopravy pro dopravu skalnatých hornin

Rozhodnutí o volbě technologie a druhu zařízení závisí zpravidla na výsledku výpočtu produktivity práce a nákladů na 1 t těživa. Výhody nasazení kontinuálního způsobu těžby s pásovou dopravou se dokazují

porovnáním těchto ukazatelů, a to ve většině případů a automobilovou dopravou, protože náklady na dopravu jsou při tomto porovnání rozhodující. Konkrétní údaje z literatury jsou například na obr. 10 a 11. Grafy na obr. 10 platí pro stoupání trati 10 % a rychlost automobilů asi 24 km/h. Se zvětšováním rychlosti náklady klesají. Na obr. 11 je uvedeno porovnání nákladů na tunu těživa u automobilové a pásové dopravy v závislosti na stoupání a délce dopravní trati. Graf je zajímavý také tím, že prakticky ukazuje vymezenou oblast použití automobilové dopravy ve vztahu ke stoupání trati.



Obr. 10 Porovnání nákladů na tunu těživa u automobilové a pásové dopravy v závislosti na velikosti dobývacího a dopravního zařízení



Obr. 11 Náklady na dopravu v závislosti na stoupání trati a dopravní vzdálenosti

6. První zkušenosti získané při dobývání podkrušnohorských kamenitých sutí

V roce 1972 je prováděna stavba silnice v suťovém území mezi obcemi Vysoká Pec - Kundratice. V některých úsecích, kde bylo nutno vytvářet zářezy 5 - 8 m hluboké, byly získány první zkušenosti s dobýváním a dopravou sutí. Při dobývání bylo nasazeno jedno rypadlo typu RY 1 o obsahu lopaty 1 m^3 . Rypadlo pracovalo ve spojení se 3 automobily typu T 138; průměrná tíha skutečného nákladu byla asi 14,0 Mp. Střední vzdálenost odvozu byla různá, většinou velmi malá. Rypadlo bylo plně časově vytiženo a v daných poměrech viditelně silo-

vě přetěžováno. Vcelku lze říci, že se osvědčilo velmi dobře. Lopatou byly nabírány i podstatně větší balvany (obr. 13) než 0,75 m, kterýžto rozměr je vypočítán podle empirického vzorce pro lopatová rypadla

$$A = 0,75 \sqrt[3]{o} \quad (m),$$

kde A - největší rozměr nabíraného kusu (m)

o - obsah lopaty

Větší kusy podlouhlého tvaru, které byly ve stěně (obr. 12) pevně usazeny a bylo je možno obnažit, byly tlakem zubů lopaty přelomeny. Ty balvany, které pro svou rozměrnost a způsob uložení ve stěně (rozměr 2 - 3 m a větší) nebylo možno lopatou ze stěny uvolnit, byly vyjmuty buldozerem S 100, který si k balvanu vytvořil zářez shora. Tímto buldozerem byly také odsunuty stranou velké balvany, které byly uvolněny ze stěny a nebylo je možno nabrat do lopaty. Na balvanech vydobytých ze stěny nebyla ulpělá téměř žádná hlína. V případě uvažování drtiče by tento problém - jak se to místně jevílo - nebyl aktuální. Zahlinění bylo odhadnuto na ca 5 % objemu. Nakládání abnormálně velkých kusů do korby automobilu nečinilo potíže, mimo určitého časového zdržení. Jednak bylo vždy možno nasypat na dno korby nejdříve drobný materiál, jednak byl velký kus při výsypu zdržován třením o stěny a klapku lopaty.

Z hlediska výběru vhodných mechanismů pro dobývání sutí je možno konstatovat, že

- lopatová rypadla jsou pro tyto účely vhodná
- použití buldozerů lze považovat za částečně ověřené
- použití vlečného korečku není prozatím ověřeno.

7. Závěr

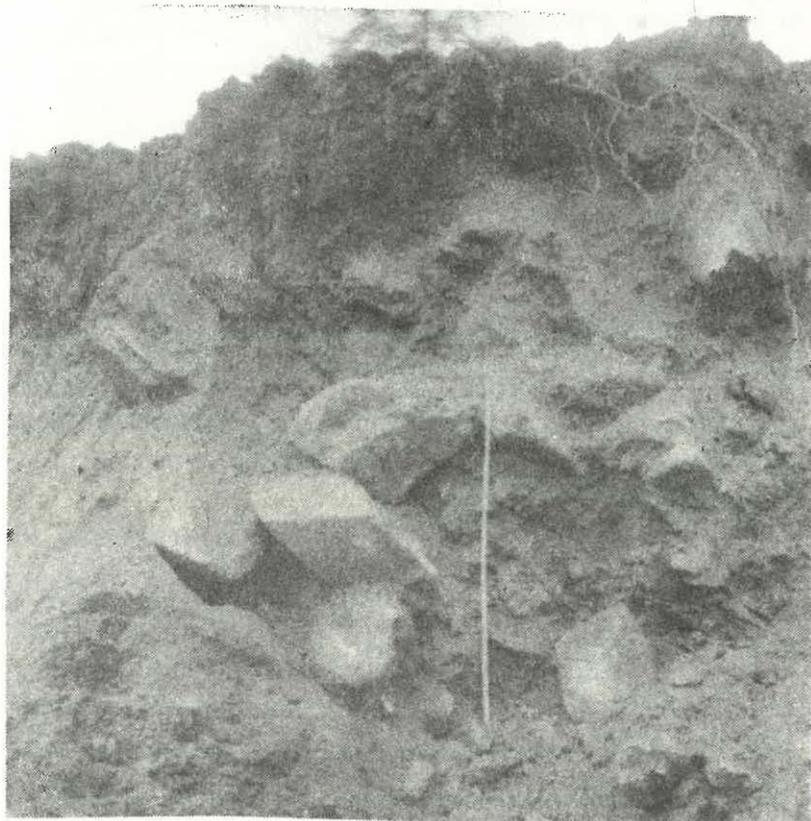
Článek se zabývá především praktickými zkušenostmi, návrhy projektů, výsledky experimentálního výzkumu a doporučeními ČSN z oboru dopravy kusovitých skalnatých hornin a rud pásovými dopravníky. Z uvede-

ných informací vyplývá, že za určitých podmínek je možno pásovými dopravníky dopravovat skalnaté horniny o velké objemové tíze až $3,5 \text{ t/m}^3$, velké pevnosti v tlaku až 2000 kp/cm , velké kusovitosti, ostrohranné a abrasivní. Vzhledem k tomu a s přihlédnutím k fyzikálně-mechanickým vlastnostem rud podkrušnohorských sutí (stať 3) je možné navrhnout pro jejich těžbu technologický celek s dálkovou pásovou dopravou a předřazeným drtičem jako jednu z více variant. Pro tento účel však bude potřebné vyřešit některé problémy, související s životností některých částí dopravníku, zejména pryžového pásu a válečkových stolic. Jedná se hlavně o:

- a) návrh vhodného přesypu, jenž by zajistil malou pádovou výšku a výstupní rychlost co nejvíce se přibližující rychlosti následujícího dopravníku a zformoval proud těživa co nejvíce ke středu pásu.
- b) návrh vhodné konstrukce pryžového pásu a dopravníku včetně volby rychlosti a jiných parametrů, které by zajistily co největší klidnost toku těživa ve střední části dopravníku. Podle současných výsledků výzkumu a zkušeností lze klidnost toku těživa dosáhnout nejlépe použitím pružně zavěšených girlandových válečkových stolic a správně volenými parametry uvedenými v odst. 2.4; zejména se jedná o dopravní rychlost, tah v pásu atd.

Dále se článek zabývá drcením skalnatých hornin a rud na kusovitost, přípustnou pro daný pásový dopravník. Ekonomicky nejvýhodnější jsou mobilní drtící stanice umístěné v místě těžby. Pro těžbu podkrušnohorských sutí je potřebný výkon drtiče ca $2000 - 3000 \text{ t/h}$; s jeho přesnějším stanovením je však nutno se ještě zabývat. Zejména velkou pozornost je nutno věnovat třídění materiálu před vstupem do drtiče. Je žádoucí, aby velikost kusů v těživu podávaném do drtiče mohla být co největší, přípustný rozměr je až $1,2 - 1,5 \text{ m}$. Kusovitost rozdrčených kusů je požadována do $300 - 400 \text{ mm}$. Takové drtiče se v ČSSR nevyrábí, bylo by proto zřejmě nutné orientovat se na dovoz ze zahraničí. Mobilní drtící stanice vyrábí řada světových firem. Pro mobilní drtící stanice osazené kuželovými drtiči o výkon-

nosti 2000 - 3000 t/h byly v SSSR vypracovány technicko-ekonomické podmínky, viz odst. 4.3.3. Kuželové drtiče by byly pro drcení podkrušnohorských sutí vhodné; jejich nevýhodou je velká tíha a v klasickém uspořádání i velká stavební výška. Výběr typu drtiče nelze považovat za ukončený. Podstatnou orientaci poskytnou výsledky komplexních zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností suťových rul. Nakonec se článek zmiňuje o prvních zkušenostech z dobývání sutí při stavbě silnice. Vhodnost lopatových rypadel lze považovat pro daný účel za ověřenou. Ve sledovaném úseku se osvědčily také buldozery. Použití vlečného korečku není prozatím ověřeno.



Obr. 12 Pohled na stěnu suťového zářezu



Obr. 13 Lopatové rypadlo při dobývání kamenitých sutí