

Ing. Bohumil Dědek, VÚHU

Technologie dobývání rypadlem KU 800 v zářezu

Jedním z technologických problémů, který do této doby nebyl v provozu vyzkoušen, a kterému se v budoucnu technologické celky řady TC 2 nevyhnou, je práce rypadla v zářezu. V následujícím článku jsou rozebrány základní problémy při práci KU 800 v zářezu, tj. vyhrabání sjezdu a přejetí poháněcí stanice. Samotná práce rypadla v zářezu v podstatě navazuje na tvorbu sjezdu; liší se od něho pouze konstantní výškou řezu, a proto jí dále nerozvádíme v samostatné kapitole. Při stanovování výkonnostních aspektů jsme vycházeli z hodnot dosahovaných a naměřených na VMG; pokud nebyly k dispozici, pak jsme použili hodnot teoretických. Dále je nutno podotknout, že výpočty výkonnosti je třeba brát jako informativní, v případě použití pro jiné podmínky (jiný stroj, lokalita aj.). Skutečnou výkonnost bude možno stanovit po patřičných měřeních v konkrétních podmínkách.

Stanovení předpolí

Protože se rypadlo při práci v zářezu pohybuje pod úrovní DPD a podvozek nakládacího výložníku pojíždí po hlavě vytvářeného bočního svahu, je důležitou složkou technologie výpočet bezpečného předpolí.

Za použití koeficientu bezpečnosti 1,5 vycházejí následující bezpečné svahové úhly podle výpočetních metod Konečného, Sobotky, Verdeyena a Taylora.

	výška svahu (m)							
	5	6	7	8	9	10	11	12
Konečný	90°	90°	90°	90°	86°	80°	74°30'	69°
Sobotka	90°	90°	90°	90°	84°	75°40'	69°30'	65°30'
Verdeyen	90°	90°	90°	90°	90°	84°	79°	75°
Taylor	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°

Je tedy možno uvažovat bezpečný svahový úhel 70°. Protože předpokládáme dvoulávkové dobývání, je možné tento úhel definovat jako úhel

mezi spojnici osy kola u obou lávek a rovinou pracovní plošiny. Pro výpočet předpolí použijeme metody Konečného, která vychází z podmínek SHR. Tím, že uvažujeme úhel vnitřního tření rovný 0, zavádíme do výpočtu určitou bezpečnost, navíc vycházíme z bezpečných svahů. Velikost předpolí vypočteme ze vzorce

$$p = K \cdot h$$

kde K získáme výpočtem

$$K = 1 - \cotg \alpha \cdot \tg \frac{\alpha}{2}$$

Vypočtené hodnoty v metrech jsou uvedeny v následující tabulce:

	výška řezu (m)							
	5	6	7	8	9	10	11	12
předpolí (m)	3,7	4,4	5,2	5,9	6,7	7,4	8,1	8,9

Hodnoty předpolí jsou vypočteny pro svahový úhel 70°. Bude-li třeba dobývat pod svahovým úhlem 60°, sníží se velikost potřebného předpolí asi o 10 %. Postavení a dosahy nakládacího výložníku při práci v zářezu jsou zachyceny na obr. 1.

Technologie dobývání

Vyhrabání sjezdu - lávkováním

Sjezd si vytváří rypadlo samo za pomoci buldozeru. Navrhovaný sklon sjezdu je 1:20 tzn., že např. při 11 m vysokém řezu bude celková délka 220 m. Na obr. 2 je zachyceno zahájení sjezdu. Rypadlo odtěží 1. třísku s úplně zasunutým kolesovým výložníkem do hloubky 0,5 m a výsuvem bude dobývat další třísky. Celková hloubka bloku bude 6 m. Vzhledem ke klesání 1:20 bude na konci 1. bloku mít těžená lávka mocnost 0,8 m; každý další blok dojde k zahloubení o 0,3 m. Na obr.3 je vykreslen počátek sjezdu tentokrát v profilu. Protože rypadlo stojí na vodorovné plošině, nebude hrabáním vytvářena rovina, ale kuželová plocha. Tato plocha se bude postupně vyrovnávat a v poloze 6 (obr.2) dojde k úplnému vyrovnání. Rypadlo bude stát na již vytvořené skloněné rovině a pohybem kolesového výložníku bude vytvářet šikmou plochu. V této fázi bu-

de třeba pomoci buldozeru pro urovnání pracovní plošiny a vyhrnování zeminy do stran.

Rovněž vzniklý "schod" při těžbě první štěpiny o výšce 0,5 m bude třeba upravit pomocí buldozeru, a to nejlépe v předstihu vyhrnutím zeminy ve směru pohybu rypadla. Je třeba vyhrnout zeminu nejen od počátku sjezdu k 1. štěpině, ale vytvořit ještě přechodový oblouk, který zamezí "zvrhnutí" rypadla na hraně přechodu z vodorovné pracovní plošiny na skloněnou plošinu. Vytvoření tohoto oblouku reprezentuje odhrnutí zeminy o výšce 0,15 m pod hranou sjezdu, a to do vzdálenosti 6 m na obě strany, kde oblouk vyklíňuje. Po dokončení každého bloku musí rypadlo přestavět předávací pás do polohy přivrácené k DPD, aby mohlo vytěžit zeminu na druhé straně zářezu, kterou by jinak z důvodu omezeného pracovního úhlu kolesového výložníku nemohlo dobývat (obr. 3). Pro další blok může zůstat v této nové poloze a přestaví předávací pás do původní polohy až po dokončení nového bloku. Na jeden blok případně tedy jedno přestavění předávacího pásu, tj. časová ztráta ca 10 - 15 min. Takto bude rypadlo postupovat při sklonu 1:20 asi 120 m, pak začne vytvářet druhou lávku.

Šířka zářezu u paty svału je asi 75 m a u hlavy řezu se rozšiřuje z 87 m např. na 95 m při 11 m vysokém řezu a svahovém úhlu 70° .

Vyhrabání sjezdu spouštěním kola

Druhým způsobem dobývání nízkého řezu (bude se zpravidla jednat o výšky řezu 10 - 12 m) je dobývání spouštěním kola. Při tomto způsobu ovšem dochází ke vzniku hřebenů na pracovní plošině mezi kolesem a spodní stavbou rypadla, které je nutno likvidovat. Likvidaci těchto hřebenů může provádět samo rypadlo nebo pomocná mechanizace (buldozer, skrejpr, rozrývač). V prvním případě je nutné, aby si rypadlo ponechalo rezervu ve výsuvu kolesového výložníku, nebo nakráčelo na likvidaci hřebenu zpět. Vyhrabání sjezdu spouštěním je znázorněno na obr. 4.

Výhody technologie dobývání spouštěním kola oproti lávkování spočívají v menší šířce zářezu (u paty svału 65 m), a tím ve větším možném předpolí nebo větší možnosti manévrování s nakládacím výložníkem. Tato výhoda ovšem zaniká, ponechá-li se rezerva ve výsuvu pro likvidaci hřebenů na pracovní plošině.

Jako při lávkování i zde předpokládáme, že část bloku bude vždy těžena s odvráceným předávacím páskem (k DPD) a druhá část s páskem přivráceným.

Protože špička kolesového výložníku je tupá nejen vpředu, ale ještě více zespodu, je nutno při spouštění dodržovat technologickou kázeň. Na plný radius je možno spouštět jen zpočátku, pak je nutné omezovat úhel otáčení kolesového výložníku. Na obr. 5 je zachycen nejméně příznivý případ, kdy čelní úhel je 60° a spodní 61° (vztaženo k ose výložníku). Po každých 3 m zapuštění je třeba omezit úhel otáčení o 10° . Na tomto obrázku je zachycen postup při tvorbě bočního svahu. Je třeba však uvést, že u bočního svahu - vzhledem k zužujícímu se bloku - bude možno dotáčet do boku více než jsou uvedené hodnoty; ty jsou vypočteny pro nejpriznivější případ, který při spouštění může nastat.

Vyhrabání sjezdu s předávacím páskem v ose postupu rypadla

Zatím jsme uvažovali, že rypadlo bude při tvorbě sjezdu pracovat s předávacím páskem v poloze buď odvrácené, či přivrácené k DPD. Bude-li předávací pás v ose postupu rypadla (rovnoběžně s DPD), je možno použít pouze lávkování. Při spouštění by došlo k uzavírání čelního svahu vzhledem k tupému spodnímu úhlu kolesového výložníku. Princip práce s předávacím páskem v ose postupu rypadla je znázorněn na obr. 6.

Na počátku první lávky je výložník vysunut na 34 m (vztaženo k ose kola), na konci bloku je vysunut na 40 m. U 2. lávky je zpočátku zcela zasunut, na konci lávky je vysunut na 36 m. Aby nedocházelo k uzavírání (zužování) čelby, musí se poslední štěpina v každé lávce dotáčet vždy alespoň na 60° . Kubatura zářezu je u tohoto způsobu srovnatelná jako u spouštění - šířka u paty je 60 - 65 m, u horní hrany řezu 70 - 75 m.

Přejíždění poháněcí stanice

Délka neúčinného prostoru u poháněcí a vratné stanice, to je úsek DPD, na který nelze nakládat, činí u pásové dopravy š. 1800 mm zhruba 80 m. Výška poháněcí stanice je 9,2 m, limitující je přitom výška kabiny nad přesypem. Manévr překonání takového neúčinného prostoru je značně komplikovaný a jeho složitost je především dána malým pracovním

úhlem kolesového výložníku a s ním souvisejícím rozsahem otáčení nakládacím výložníkem. Postup operace je znázorněn na obr. 7.

Rypadlo postupuje z bodu 1 do bodu 3 a nakládá do krajního místa na jedné sekci dopravníku. Odvrácený předávací pás zapříčiňuje zužování čelby. Z bodu 3 se rypadlo vrátí zpět do bodu 1, předávací pás se přeloží do polohy přivrácené k DPD a postupuje do bodu 4. Odtud zase zpět do 4a, kde se natočí a nakráčí do bodu 5. Následuje těžba do 5a, vrácení do bodu 6, v kterém dojde k přejetí poháněcí stanice. Po postupu do bodu 6a se rypadlo natočí (ca o 15°) tak, aby bylo možno nakládat na novou sekci dopravníku. Rypadlo postupuje a těží do bodu 7, kde je opět na původní ose postupu a dále do bodu 8, kdy lze přetočit nakládací výložník za rypadlo - to pro případ těžby s předávacím páskem v ose postupu - či do bodu 8a v případě těžby s odvráceným předávacím páskem. Při celé této operaci je nutno dobývat lávkováním; při spouštění by docházelo k uzavírání čelby.

Ztrátové časy při operaci:

kráčení 3 - 1(40 m)	24'
přetočení předávacího pásu o 2 polohy	20'
kráčení 4 - 4a	10'
natočení rypadla	10'
kráčení 4a - 5	10'
natočení předávacího pásu o 1 polohu	10'
kráčení 5a - 6 (15 m)	8'
přetočení nakládacího výložníku o ca 45°	60'
kráčení 6 - 6a + natočení rypadla o 15°	13'
směrování do pojízd. násypky ca 20krát à 5'	100'
	265' = ca 4,5 h

Délka kráčení při těžbě 1 - 7 = 112 m

celkový postup 1 - 7 = 65 m

Celková průměrná šířka bloku se zužuje na $\frac{65}{112} = 58\%$. Z toho vyplývá snížení výkonnosti při hrabání vlivem manipulačních časů v bloku na 75 %. Celková odtěžená kubatura je 65 000 m³ r.z.

Hodinový výkon rypadla můžeme uvažovat buď dle ZTP (3500 m³ r.z./h) nebo dosahovaný na VMG (prům. 2000 m³ r.z./h)

hodinový výkon	
3500 m ³ r.z./h	2000 m ³ r.z./h
snížení na 75 %	
2625 m ³ r.z./h	1500 m ³ r.z./h
65 000 m ³ r.z. bude odtěženo za	
25 h	43 h
manipulace	
4,5 h	4,5 h
celková doba operace	
29,5 h	47,5 h
výkon snížený vlivem manipulací	
2200 m ³ r.z./h = 83 %	1370 m ³ r.z./h = 91 %
výkon snížený vlivem přejiždění	
2200 m ³ r.z./h = 63 %	1370 m ³ r.z./h = 68,5 %

Lze tedy rezultovat, že po dobu přejiždění bude rypadlo pracovat se sníženým výkonem na 63 - 68 % oproti výkonu, který by mělo při dobývání plného bloku (ca 60 m).

Přejiždění poháněcí stanice za pomoci jejího rozpojení

Výše popsany způsob překonání poháněcí stanice je velmi komplikovaný a náročný na technologickou kázeň. Je zřejmé, že náročnost této operace roste s délkou neúčinného prostoru. Zvažíme-li možnost rozpojení obou sekcí tak, aby bylo možno nakládat přímo do vratné stanice, zmenší se délka úseku, kam není možno sypat na 56 m. Tento případ je vykreslen na obr. 8.

Přejiždění začíná v bodě 1. Zde je nutno přeložit předávací pásek do polohy souhlasně s osou postupu a rypadlo postupuje do bodu 2. Nyní dochází k rozpojení styku poháněcí a vratné stanice a odsunutí poháněcí stanice asi o 15 m. Nakládací výložník se nasměruje do vratné stanice, rypadlo se po oblouku vytočí do bodu 3, v kterém se nakládací výložník nasměruje do pojízdné násypky. Po další obloukové dráze (násypka stojí na místě) se rypadlo dostane do bodu 4 na původním směru postupu. Zde pak může dojít k postupnému rozšiřování zářezu na původní hodnotu, která se v průběhu přejiždění zmenšila o 5 - 10 m.

Výhody oproti předchozímu způsobu:

- nedochází je snížení výkonu z titulu užšího bloku
- odpadají transporty naprázdno
- menší počet směřování násypky nakládacího výložníku na DPD
- redukuje se počet překládání předávacího pásku

Nevýhodou je nutnost odsunutí poháněcí stanice a její zpětné ustavení. Časově se tato manipulace do značné míry kryje s přetáčením nakládacího výložníku.

Ztrátové časy:

přetočení o jednu polohu	10'
přetočení nakládacího výložníku + odsun pohán. stanice	60'
přetočení nakl. výložníku z vratné stanice na pojízdnou násypku	15'
(při postupu proti toku zeminy navíc urovnání PS)	45'
směřování do násypky 6krát à 5'	30'
	160' ± 3 h

Hodinový výkon

3500 r.z./h		2000 m ³ r.z./h
	65 000 m ³ r.z. bude odtěženo za	
18,5 h		32,5 h
	manipulace	
3 h		3 h
	celková doba operace	
21,5 h		35,5 h
	výkon snížený vlivem přejíždění	
3040 m ³ r.z./h = 87 %		1830 m ³ r.z./h = 92 %

Je zřejmé, že snížení výkonu oproti způsobu předchozímu je menší, dosahuje zhruba 10 % oproti výkonu v normálním bloku. Při postupu ve směru toku zeminy se manipulační časy dále snižují, neboť zpětné zasunutí poháněcí stanice a její urovnání lze provést kdykoliv po skončení přejíždění.

Použití pásového vozu pro případ přejetí PS je rovněž neekonomické, protože parametry dostupného pásového vozu (PVP 5000) nás nutí k trvalému použití pro celý zářez. Pokud by byl použit PVZ 2400 (s po-

lovičným výkonem), vznikl by výstupek v bočním svahu pod PS široký ca 10 m a snížení výkonu jen z titulu PVZ by bylo 50 %; k tomu by přistoupilo další snížení dané manipulací rypadla a PVZ.

Výkon při hrabání v zářezu

Omezení výkonu při této technologii bude vyplývat pouze z titulu zúžení bloku. Při dotáčení kolesového výložníku kolmo k bočnímu svahu (způsob s přestavěním předávacího páska) bude vždy jedna část čelby těžena plným blokem, druhá část bude zúžena na ca 25 m, z čehož vyplývá růst manipulačních časů a snížení výkonnosti na ca 70 %. Objemový poměr těchto dvou částí je přibližně 10 : 4 a z toho rezultuje průměrná výkonnost 91,5 %, uvaží-li se navíc pokaždé zasouvání výložníku, eventuálně jiné manipulace mezi oběma částmi bloku, můžeme počítat s výslednou výkonností 90 % oproti těžbě v plném bloku. Se sníženou výkonností o 10 % je nutno počítat rovněž u dobývání s předávacím páskem v ose postupu rypadla, vzhledem k značným nárokům na přesnost nedotáčení jednotlivých lávek.

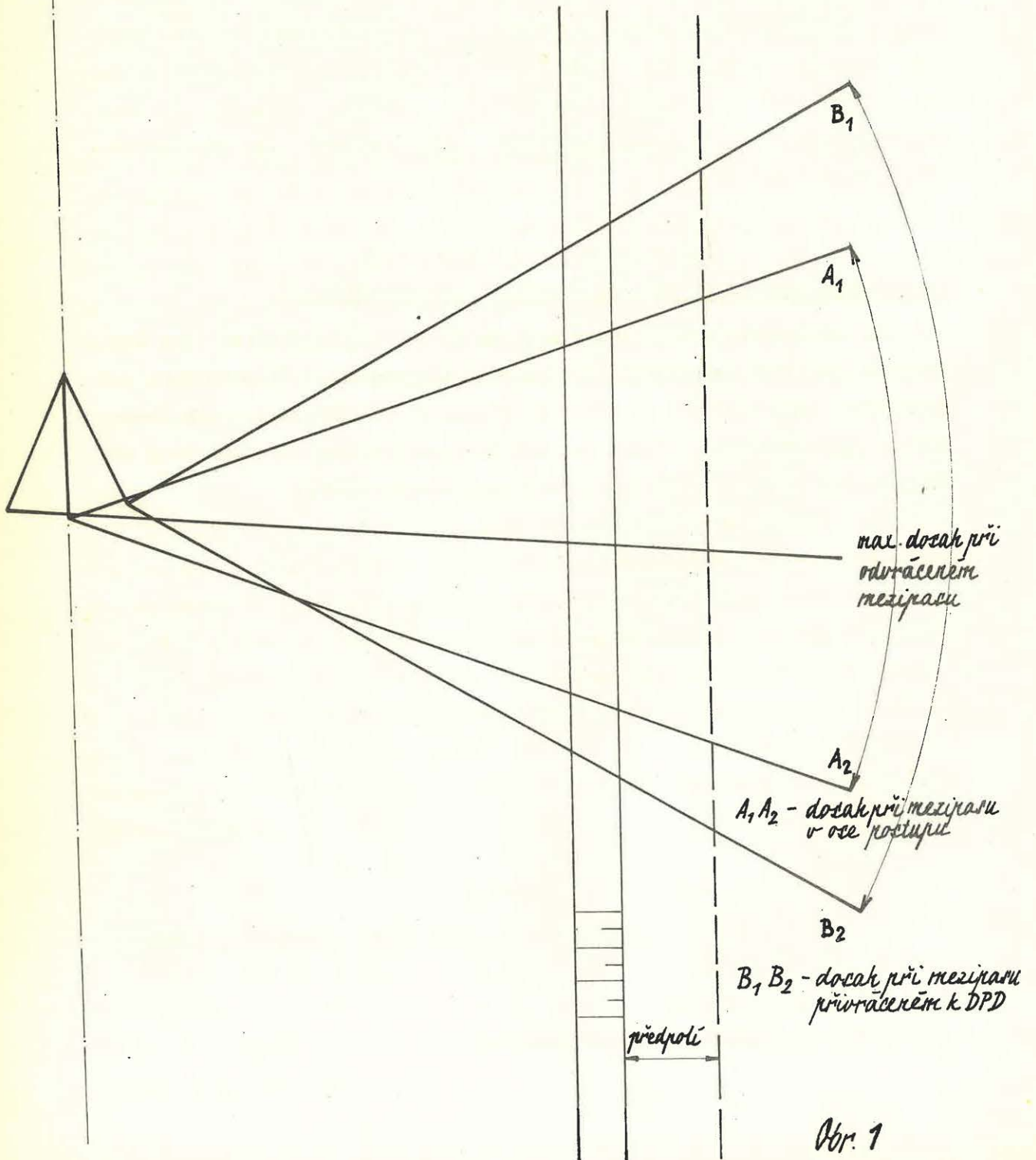
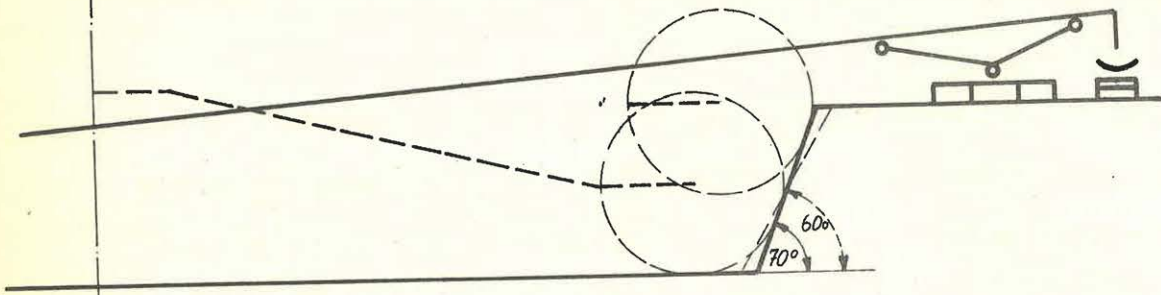
Závěr

V článku popsané způsoby a technologické možnosti rypadla KU 800 dokumentují reálnou možnost práce rypadla v zářezu, a to bez pomoci pásového vozu. V řešení konkrétních situací je však třeba vzít v úvahu konkrétní podmínky, jako jsou - výška řezu, délka nakládacího výložníku, délka neúčinného prostoru na DPD, geomechanické vlastnosti zeminy a podobně. Nemalý vliv na celkovou úspěšnost operace bude mít jistě i odvoznění zářezu, zručnost osádky, spolehlivost mechanismů, dodržování technologické kázně a celková úroveň řízení a organizace práce v daném těžebním úseku.

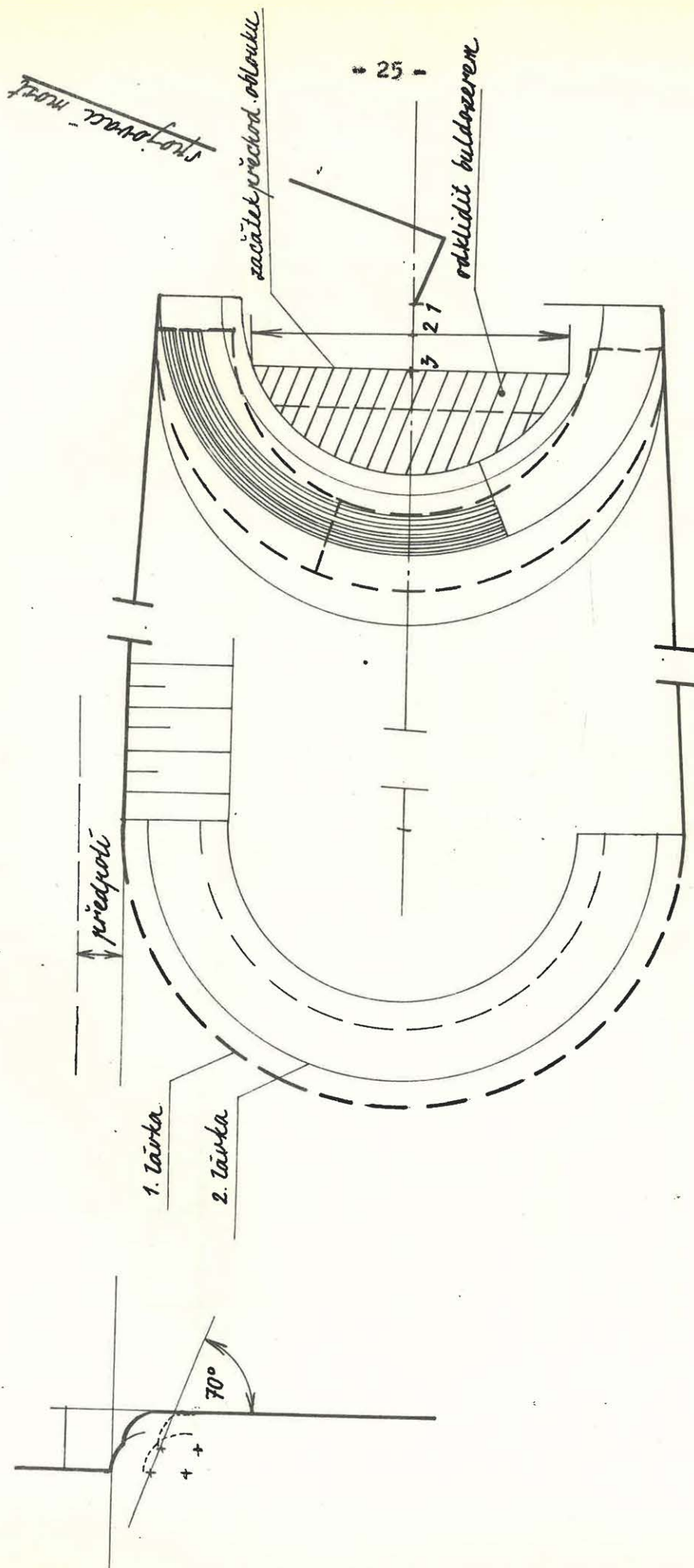
S h r n u t í

Technologie dobývání rypadlem KU 800 v zářezu

Článek obsahuje možnosti rypadla KU 800 při práci v zářezu; především způsob vyhrabání sjezdu na nižší pracovní plošinu, přejíždění neúčinného prostoru u poháněcí stanice a krátce je zhodnocena výkonnost rypadla při této technologii.

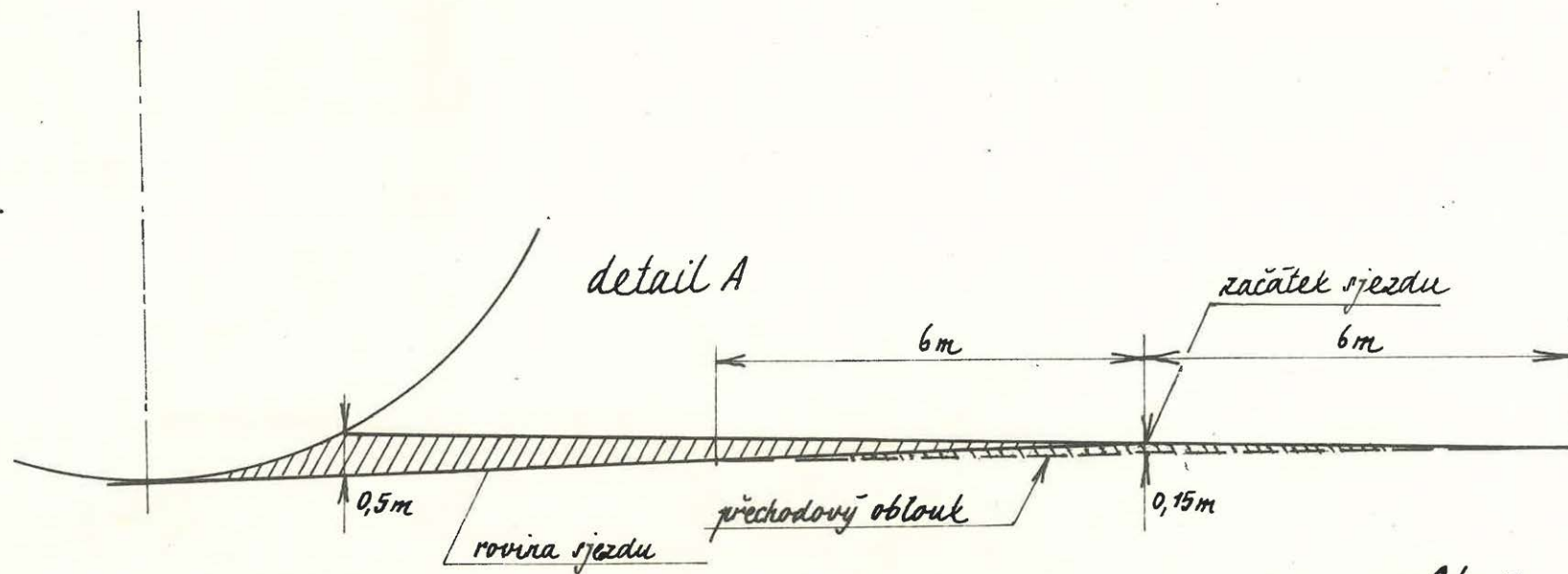
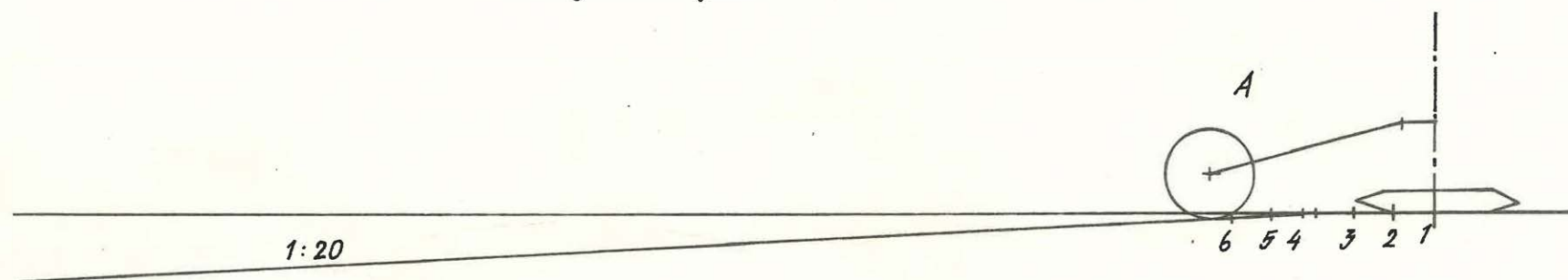


Obr. 1



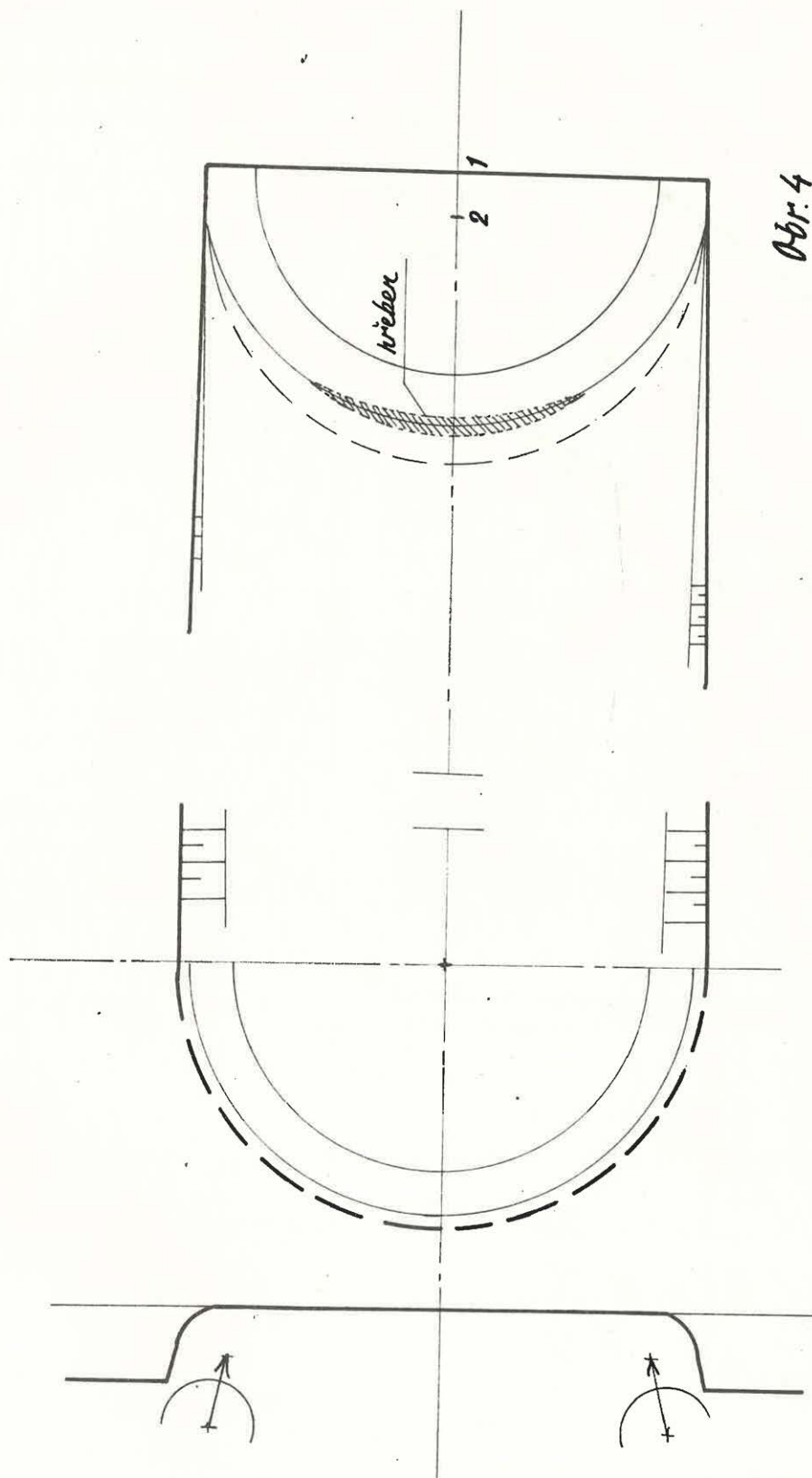
Obz. 2

Zahájení sjezdu

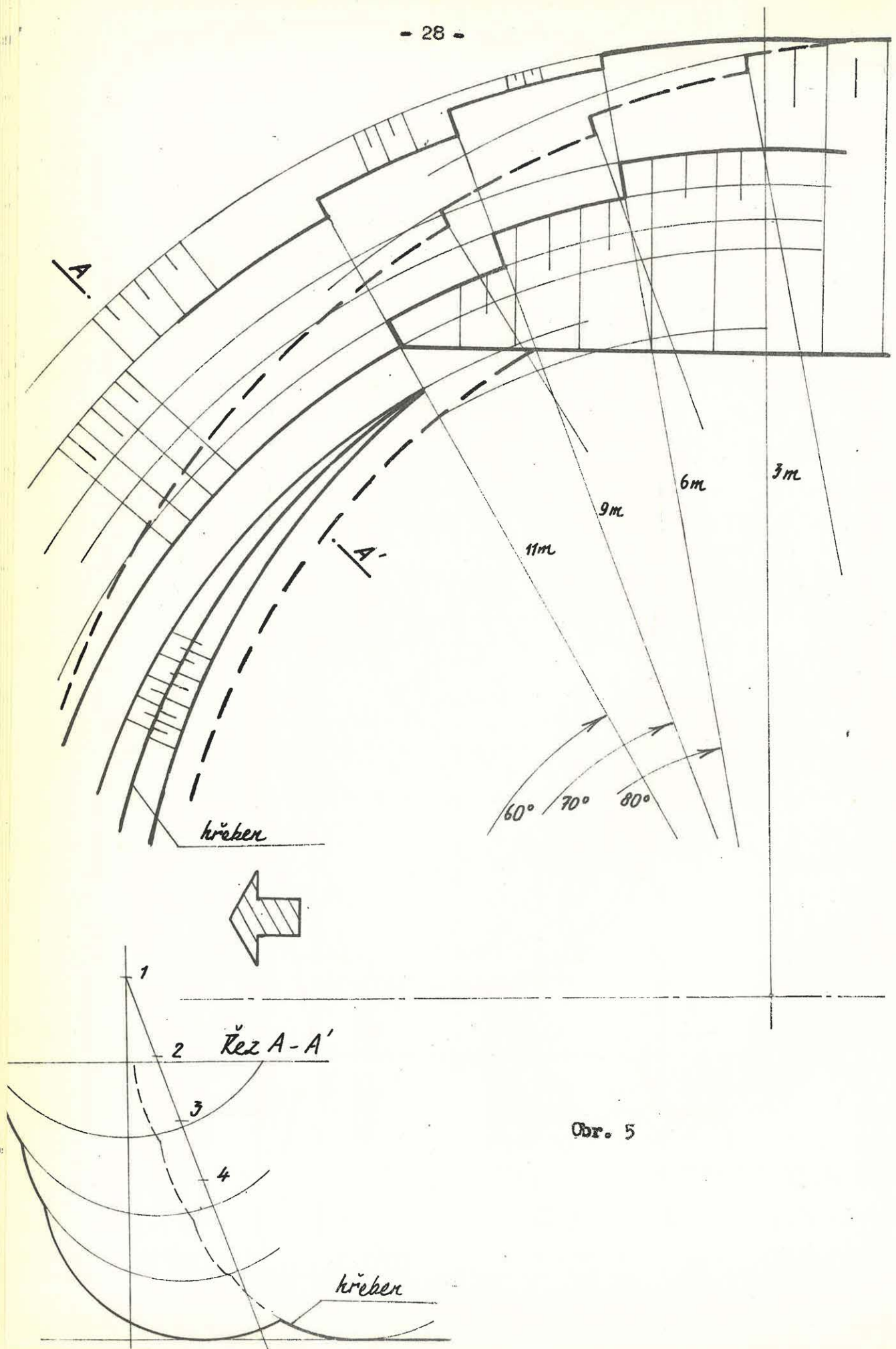


Obr. 3

Vykrabání sjezdu pomocí



Obr. 4



Obr. 5

