

Ing. Bohumil D š d e k, VÚHU

Jan F r á ň a, VÚHU

Technologie dobývání K 10 000 v řezu

Kolesové rypadlo K 10 000 o výkonu $10\,000\text{ m}^3$ syp/hod má být v SHR nasazeno v roce 1977 na velkolomu Maxim Gorkij. Po zkušenostech s rypadlem KU 800 je tentokrát technologie zpracovávána v předstihu, aby možnosti tohoto velkostroje byly dostatečně známy již před jeho nasazením do provozu.

V tomto článku se jedná o technologii v řezu (která je též někdy nazývána makrotechnologie), to je tedy souhrn problémů, souvisejících s vytvářením porubní fronty jako celku. Zahrnujeme mezi ně např. zahajování řezů a vytváření zátinek, přejíždění poháněcích stanic, přejíždění z řezu na řez a tvorbu sjezdů a výjezdů, cykly víceřezových technologií, způsoby vedení porubní fronty, transporty rypadla atd.

Rozsah tohoto článku nám nedovoluje postihnout všechny výše uvedené součásti technologie, soustředili jsme proto pozornost pouze na části dle našeho názoru nejdůležitější.

Technologické možnosti dobývání rypadlem K 10 000

Rypadlo je konstruováno v podstatě pro dobývání horního řezu, to znamená, že koleso se pohybuje nad úrovní pojezdové pláně. Skutečnost, že při vysunutém výložníku v nejnižší poloze zasahuje část kolesa pod úroveň pojezdové pláně (max. 6 m), má význam pouze při tvorbě pracovní plošiny (tvorba sjezdů) nebo transportních operacích.

Vzhledem k parametrům spojovacího mostu může rypadlo dobývat jeden, dva nebo tři řezy s odtěžením na jeden horizont pásového dopravníku.

Při jednořezové technologii se jedná o těžení výškového řezu s pojezdem stroje na horizontu pásového dopravníku. Je zde ještě teoretická možnost těžit pouze spodní řez, avšak vzhledem k omezeným možnostem rypadla při tomto způsobu těžby (srovnáme-li s řezem výškovým) tuto variantu neuvažujeme.

Při dvouřezové technologii je možno těžit buď dva výškové řezy,

anebo jeden výškový a jeden spodní řez. Třířezová technologie pak uvažuje dobývání dvou výškových a spodního řezu.

Dobývání prvního výškového řezu

Jedná se o základní a nejjednodušší způsob dobývání. Rypadlo se pohybuje v určité vzdálenosti od pásového dopravníku. Tato vzdálenost je určena zejména:

- délkou spojovacího mostu
- šířkou těženého bloku
- výškou řezu
- svahovým úhlem čelního a bočního svahu
- pracovním úhlem rypadla
- počtem sekcí DPD v řezu a jejich vzájemnou polohou
- způsobem vytváření zátínek.

Maximální hodnota této vzdálenosti činí 124 m, minimální hodnota 43 m. Je třeba tedy zvolit takovou vzdálenost rypadla od pásového dopravníku, která bude vyhovovat výše uvedeným omezujícím činitelům a při které bude rypadlo dosahovat optimální výkonnosti.

Výška řezu a svahový úhel

Výška řezu bývá zpravidla zadána, a to počtem rypadel, který je k dispozici pro skrývku. V podmínkách SHR lze uvažovat výšky řezu v maximální hodnotě 25 - 27 m (při svahovém úhlu ca 45° - 50°); tato hodnota vyplývá z geomechanických vlastností zemin a z ohledu na optimální velikost koeficientu výkonnosti K 10 000.

Svahový úhel je zpravidla odvozen od výšky řezu. Určuje se geomechanickým výpočtem na podkladě fyzikálně mechanických vlastností zemin a musí splňovat podmínky stability.

V dalším řešení technologie dobývání výškového řezu používáme výše uvedené max. parametry řezu 25 - 27 m. Použití nižších výšek řezů technologii dobývání zjednodušuje.

Šířka bloku

S rostoucí šířkou bloku se zvětšuje čistý čas rýpání a relativně se zmenšuje:

- čas manipulace s kolesem při přechodu do jiné lávky a do jiného bloku

- čas potřebný ke kráčení.

Zmenšuje se tedy poměr manipulačních časů k čistému času rýpání; je proto výhodné dobývat co nejširší blok.

Stanovení šířky bloku nám určuje postavení rypadla vůči bloku, tím vymezuje prostor pro připojení spojovacího mostu a nepřímo tedy i maximální vzdálenost rypadla od linky DPD.

Pracovní úhel rypadla

Z parametrů rypadla vyplývá, že otáčení horní stavby není nijak omezeno; pouze k místu napojení spojovacího mostu se lze přiblížit s kolesovým výložníkem na minimální úhel 38° . Shazovací vozík, který je vždy v místě napojení mostu, se však může pohybovat po celém obvodu horní stavby, čili pohyb horní stavby není teoreticky omezen a je možno tedy pro výpočet šířky bloku uvažovat i s maximální hodnotou pracovního úhlu 180° .

U většiny dobývacích způsobů nebude však výhodné, s ohledem na srpovitou ztrátu dotáčet kolesový výložník na 90° ve směru k pásovému dopravníku a úhel dotáčení na této straně bloku se zmenší na $60^\circ - 70^\circ$.

Počet sekcí DPD v řezu, jejich poloha a přejíždění poháněcích stanic

Výskyt poháněcí stanice v řezu a tím vzniknuvší nutnost překonání "hluchého" prostoru ovlivní vzdálenost rypadla od pásového dopravníku jak co do maximální, tak co do minimální hodnoty. Záleží přitom na úhlu, který spolu svírají jednotlivé sekce DPD, zda se jedná o postup paralelní či vějířovitý a na tom, jaký je směr postupu vůči DPD. Podrobnější popis této dosti složité části technologie lze nalézt ve zprávách VÚHU z roku 1972 a 1974, týkajících se přejíždění poháněcích stanic a technologie K 10 000.

Způsoby vytváření zátinek

Další okolnost, která bude omezovat postavení rypadla vůči DPD, bude vytváření zátinek. Částečný rozdíl bude přitom u paralelního a u vějířovitého způsobu.

U poháněcí stanice je možno vytvářet zátinku několika způsoby, z nichž uvádíme:

- 1/ způsob s jedním přesunem pásového dopravníku
- 2/ způsob s dvěma přesuny pásového dopravníku
- 3/ pomocí pásového vozu.

Vytváření zátinky s jedním přesunem pásového dopravníku je znázorněno na obr. č. 1. Je zde přitom použito pouze nakládání na porubní dopravník. Jsou přitom dodržovány tyto zásady:

- maximální šířka bloku je dána rozdílem největší a nejmenší možné vzdálenosti rypadla od DPD ($124 - 43 = 81$ m)
- vzdálenost rypadla od DPD je omezena pracovním úhlem kolesového výložníku, ze kterého vyplývá poloha předávacího místa z rypadla na spojovací most
- postup je možno aplikovat i při nedotáčení kolesového výložníku a při dobývání bloku ze dvou postavení
- tento způsob není možno použít tehdy, bude-li se rypadlo pohybovat mimo osu postupu (šikmé kráčení). V tomto případě by bylo nutno přistoupit k určitým úpravám.

Vytváření zátinky s jedním přesunem pásového dopravníku a s využitím nakládání na pevný pásový odtah

Postup rypadla je stejný jako na obr. 1, a to až do bodu 4. Tento bod však musí být vzdálen nejméně 43 m od pevného odtahu směrem k bočnímu svahu. Spojovací most se přetočí a rypadlo začne těžit a nakládat na pevný odtah, prodloužený o šířku bloku. Rypadlo postupuje kolmo na porubní frontu až do doby, kdy bude nakládat do vratné stanice. Pak se obloukem vytočí a nakládá přitom stále do vratné stanice. Po vytočení začne nakládat na přeložený porubní dopravník.

Při tomto způsobu vytváření zátinky platí:

- je možno těžit libovolně široký blok, který je v dosahových parametrech kolesového výložníku
- nevýhodou je široká plošina mezi patou bočního svahu a pevným odtahem (ca 90 m), která snižuje generální úhel bočního svahu
- je nutná instalace posuvné násypky na pevném pásovém odtahu.

Vytváření zátinky s dvěma přesuny pásového dopravníku

Rypadlo postupuje až k bočnímu svahu lomu. Pak postupuje kolmo na porubní frontu až pokud vystačí délka spojovacího mostu. Dojde k prvnímu přeložení dopravníku o půl šířky bloku a k natočení spojovacího mostu. Rypadlo pokračuje v postupu dál kolmo na porubní frontu až postoupí o celou šířku bloku. Natočí se o 90° a postupuje ca 150 - 200 m podél pásového dopravníku. Teprve pak dojde k druhému přeložení porubního dopravníku a k přetočení spojovacího mostu na přeložený dopravník.

Zátinka u vratné stanice

U vratné stanice je možno vytvářet zátinky obdobně jako u poháněcí stanice, navíc zde přistupuje možnost zakřivení konce pásového dopravníku a otáčení rypadla okolo vratné stanice.

Zátinka u vratné stanice s jedním přesunem pásového dopravníku

Pokud budeme těžit blok do 80 m, použijeme způsob v principu stejný jako na obr. č. 1. V případě, že blok bude širší, upravíme konec pásového porubního dopravníku do křivky. Obrázek č. 2 ukazuje postup při tvorbě zátinky s využitím dopravníku vedeného ve křivce. Rypadlo opět kopíruje při svém postupu boční svah řezu až do maximální vzdálenosti od vratné stanice. Při přestavbě, která probíhá když je rypadlo na opačném konci fronty u poháněcí stanice, se ustaví dopravník přímo do oblouku. Poloměr oblouku je ca 2000 m (pro pásový dopravník šířky 2000 mm), jeho délka závisí na potřebném vychýlení u vratné stanice. Na obr. č. 2 je konec dopravníku vychýlen o 20 m, délka oblouku z toho vyplývající je tedy asi 300 m. Velikost vychýlení závisí na tom, o kolik je šířka bloku větší než 81 m (rozdíl mezi maximální a minimální vzdáleností rypadla od PD).

Rypadlo při tomto způsobu těží stále plný blok, s výjimkou postupu z bodu 2 do 3.

Zátinka tvořená otáčením okolo vratné stanice

Tento způsob se již v současné době aplikuje u rypadla KU 800 na velkodole M. Gorkij. Využívá se přitom možnosti sypání do vratné stanice. Způsob je znázorněn na obr. č. 3.

U vratné stanice je možné použít i jiné způsoby, jako třeba dvojití překládání dopravníku, který je analogický jako u poháněcí stanice, anebo pomocí různých mechanismů (pásové vozy apod.).

Dobývání spodního řezu

Za spodní řez označujeme dobývání horního řezu pod úrovní porubního dopravníku s dovrchním nakládáním pomocí spojovacího mostu. Rypadlo může dobývat buď na plný rádius, anebo s nedotáčením (obr. č. 4).

Rozdíly oproti těžení horního řezu:

- zeminy se nakládají dovrchně, spojovací most není ve vodorovné poloze
- úsek na obvodu rypadla, kde může být připojen spojovací most, je omezen (obr. 4)
- je třeba uvažovat s předpolím mezi hlavou řezu a podporou spojovacího mostu. Z tohoto předpolí a polohy mostu vyplývá nutná šířka plošiny mezi DPD a hlavou řezu (obr. 4). Interval, ve kterém se bude tato šířka pohybovat je ca 25 - 35 m.

Na obrázku č. 5 je znázorněna závislost natočení spojovacího mostu na výšce řezu při svahovém úhlu $\alpha = 45^\circ$ a při zachování minimálního nutného předpolí. Vzdálenost spodní podpory mostu od paty řezu uvažujeme rovněž ve velikosti předpolí. Oblast, kde je postavení mostu vyloučeno je pod grafem, oblast možných postavení nad grafem.

Přejíždění poháněcích stanic u spodního řezu je řešeno v již uvedeném zpráve VÚHU (červen 1973), týkající se přejíždění.

Vytváření zátinek u spodního řezu

Způsob vytváření zátinky u poháněcí stanice je znázorněn na obr. č. 6. V tomto případě se nakládání na pevný odtah jeví jako nezbytné a jiné způsoby jako nereálné. Použití pásových vozů by zde technologii jen zkomplikovalo.

Zátinku u vratné stanice si rypadlo vytvoří nejlépe otáčením okolo vratné stanice a sypáním do ní. Ani zde pásový vůz technologii nezlepší, neboť jedna podpora spojovacího mostu musí stát vždy na plošině DPD a pásový vůz je v podstatě pouze prodloužení části spojovacího mostu za touto podporou.

Sjezdy a výjezdy

Překonávání výškového rozdílu mezi plošinou spodního řezu a plošinou DPD bude probíhat po sjezdech a výjezdech, které si bude rypadlo zpravidla samo vytvářet. Tato operace se podstatně zjednoduší tehdy, když bude spodní řez vyklínovat pod menším úhlem než je dovolené stoupání stroje.

Složitější bude situace, kdy spodní řez nevyklínuje. Rypadlo pomocí sjezdu sjede na spodní řez, vrátí se a odtěží sjezd, který za ním zůstal. Nevýhodou je obdobný klín zeminy, který zůstává po výjezdu. Jiná možnost tvorby sjezdu (v tomto případě u vratné stanice) je otáčení a sypání do vratné stanice se současným zahlubováním. I zde však zůstává při výjezdu část klínu zeminy.

Způsob, který využívá nakládání na pevný odtah při výjezdu je znázorněn na obr. č. 7. Po odtěžení jednoho bloku na spodním řezu se provede přestavba, zátinka u vratné stanice a odtěží se druhý blok spodním řezem. Rypadlo se dostane zpět k poháněcí stanici a vyjede na plošinu DPD po novém výjezdu, který si vytváří v bočním svahu. Nakládá přitom na pevný odtahový dopravník. Nevýhodou tohoto způsobu je celková délka transportů naprázdno, která obnáší řádově 1000 - 1200 m.

Většinou narážíme tedy na problém likvidace výjezdů. Rypadlo samo nemůže tyto výjezdy zpravidla likvidovat a rypadlo pracující pod ním nemá výškovou rezervu, aby tyto výjezdy při normální těžbě pobralo. Pokud K 10 000 tyto výjezdy likviduje samo, děje se tak za cenu neekonomických transportů.

Nabízejí se zde však některé jiné možnosti, jako např. rozhrnutí kubatury výjezdu do malé vrstvy (do 1 m) pomocí skrejprů či demprů - průměrná dopravní vzdálenost je 200 - 400 m, což je pro buldozery již za hranicí rentability. Jiná možnost je vytěžit předchozí blok asi 2 m pod úroveň pracovní plošiny v tom místě, jež sousedí s budoucím výjezdem a tohoto prostoru využít pro uložení zeminy z výjezdu.

Dobývání dvou výškových řezů

Spojovací most K 10 000 je konstruován i pro nakládání z plošiny, která je výše než plošina PD. Maximální možnost tohoto převýšení činí 20 m. Přitom musíme přihlížet k několika omezujícím činitelům, které

omezují pohyb a postavení rypadla oproti normálnímu hornímu řezu. Jedná se zejména o tento souhrn podmínek:

- geomechanické vlastnosti zemín a geologická struktura řezu. Ty budou ovlivňovat výšku druhého výškového řezu, jeho svahový úhel a předpolí stroje
- omezený úhel natočení spojovacího mostu vůči PD
- omezení šířky bloku
- změny ve tvorbě zátinek a v přejíždění poháněcí stanice na řezu a navíc přístupující tvorba sjezdů a výjezdů.

Vzdálenost rypadla od PD bude při těžbě prvního výškového řezu záviset na poloze spojovacího mostu (viz obr. č. 8). Maximální bude při poloze kolmé k pásovému dopravníku, minimální při úhlu 30° . Je však třeba přitom kontrolovat jednak dodržování předpolí, resp. bezpečnou vzdálenost podstavy od paty svahu a zároveň také vzdálenost mezi spojovacím mostem a hlavou 2. výškového řezu. Určení vzdálenosti technologií v řezu samo o sobě příliš neovlivní, souvisí však s dodržováním generálního svahu a s technologií v bloku. Navíc bude mít tato vzdálenost význam i při přejíždění poháněcích stanic na řezu a při tvorbě zátinek.

Způsoby vytváření zátinky

Zátinky na 2. výškovém řezu, to znamená v případě, kdy se rypadlo pohybuje na plošině DPD, jsou v principu stejné jako u normálního horního řezu. Je třeba tedy věnovat pozornost vytváření zátinek na 1. výškovém řezu, kdy rypadlo pracuje se snášením.

Po dokončení 1. výškového řezu, to znamená když se jedná o těžbu dvou bloků na téže pracovní plošině, je možno vytvářet zátinku jediné pomocí pásového vozu nebo jiného obdobného mechanismu. Po dokončení druhého výškového řezu (nebo spodního řezu) je možno vytvářet zátinku bez pomoci pásového vozu - tento případ je schématicky znázorněn na obr. č. 9.

Způsobem, jenž je na obr. č. 9 je možné vytvářet zátinku pouze u vratné stanice. U poháněcí stanice je nutné udržovat výjezd v bočním svahu a využívat sypání na pevný odtah - princip je podobný jako u výjezdu ze spodního řezu na plošinu DPD (obr. č. 7).

Třířezová technologie

Z rozboru podmínek, které byly stanoveny v předchozích odstavcích lze vyvodit, že u rypadla je možné použít třířezovou technologii. Cyklus může být přitom buď tříblokový nebo šestiblokový.

Fáze tříblokového cyklu: 1. výškový řez, 2. výškový řez, spodní řez, přestavba dopravníku

Fáze šestiblokového cyklu: 1. výškový řez, 2. výškový řez, spodní řez, přestavba dopravníku, spodní řez, 1. výškový řez, 2. výš. řez, přestavba dopravníku.

Tříblokový cyklus má tu nevýhodu, že začíná vždy na jiném konci porubní fronty a je nutné vytvářet pokaždé nové sjezdy a výjezdy. U šestiblokového cyklu jsou sjezdy a výjezdy soustředěny na jedné straně fronty, přičemž je možné i lépe využít případné vyklínění některého řezu.

Závěr

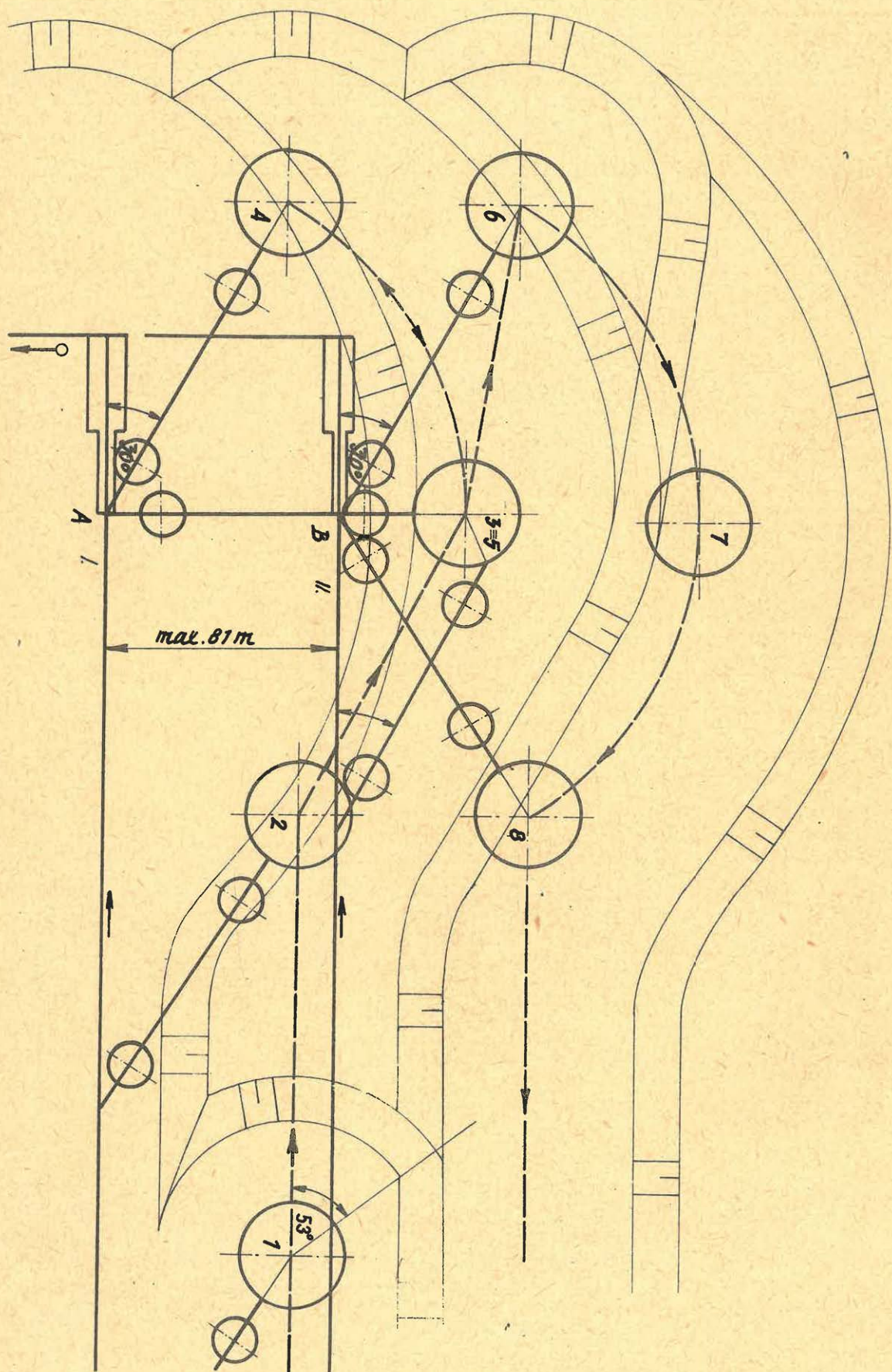
Rozsah článku nedovoluje, abychom vyčerpali celou technologii rypadla v řezu. Pominuli jsme proto statě o přejíždění poháněcích stanic, o práci rypadla v zářezu, odchylky vznikající při vějířovitém rozvoji porubní fronty, použití pomocných mechanismů (pásové vozy a podobně), jakož i některé odchylky při tvorbě zátinek.

Podmínky omezující použití jednotlivých způsobů technologie dobývání vyplývají přímo z jednotlivých operací. Jedná se však pouze o omezení, která jsou dána parametry a možnostmi rypadla. Další omezení pak vyplynou ze snížení výkonnosti rypadla vlivem manipulačních časů - zde bude hrát roli především hledisko ekonomické.

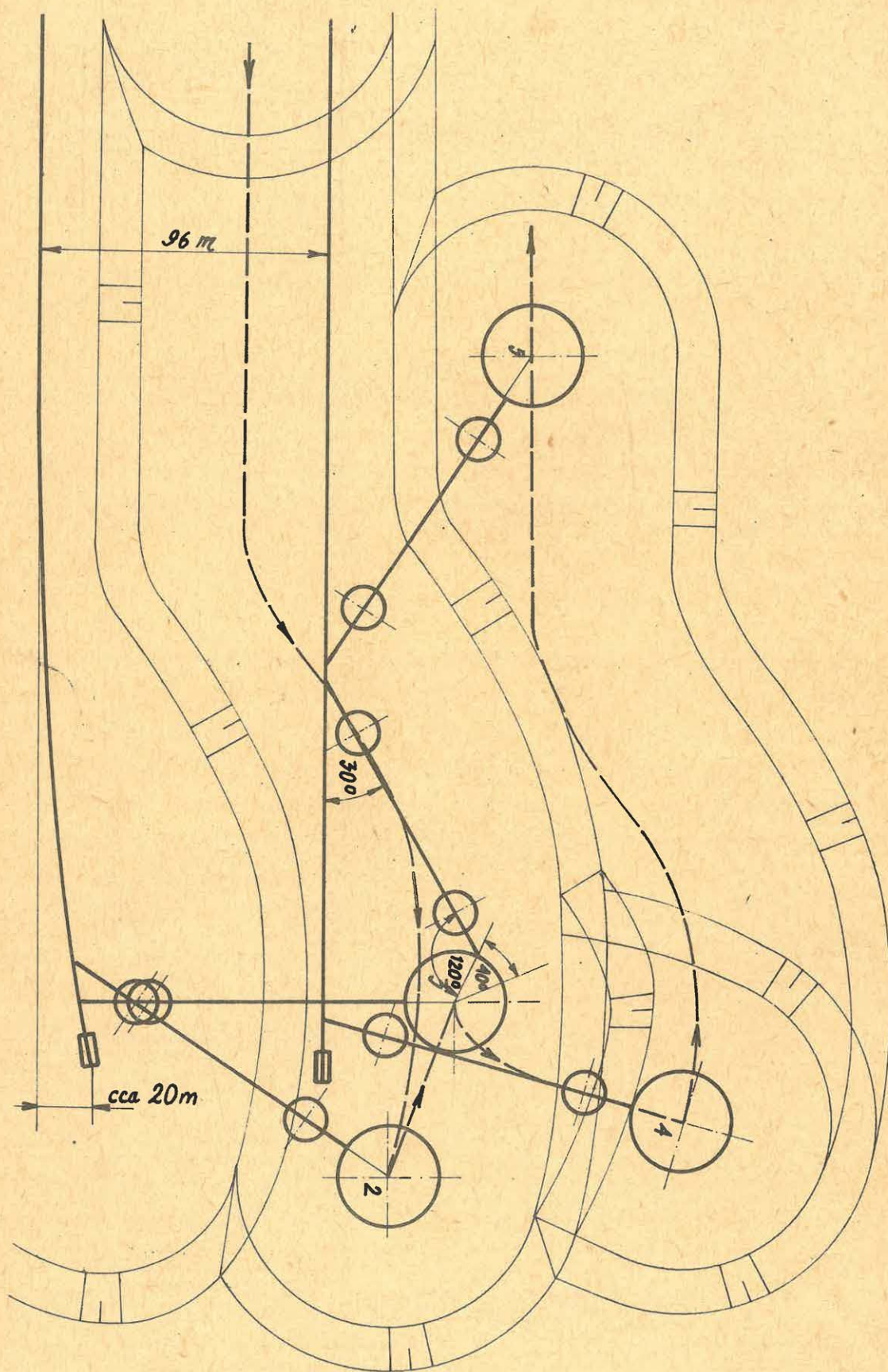
S h r n u t í

Technologie dobývání K 10 000 v řezu

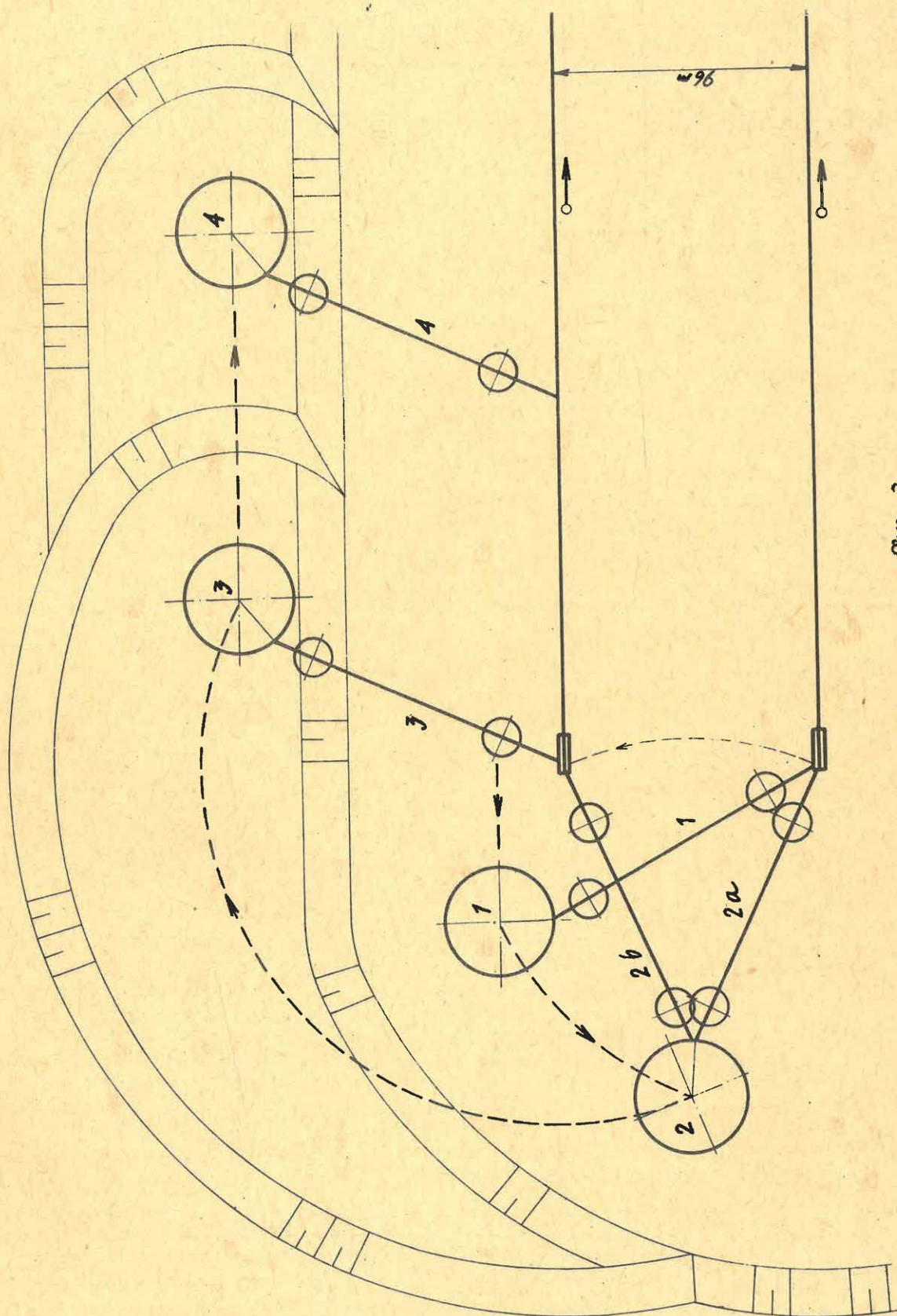
Článek pojednává o technologických možnostech rypadla K 10 000, jež má být dáno do provozu v r. 1977 na VMG. Jsou zde popsány základní technologické operace rypadla v řezu, především tvorba zátinek, sjezdů a výjezdů a z toho vyplývající možnosti víceřezové technologie.



Obt. 1

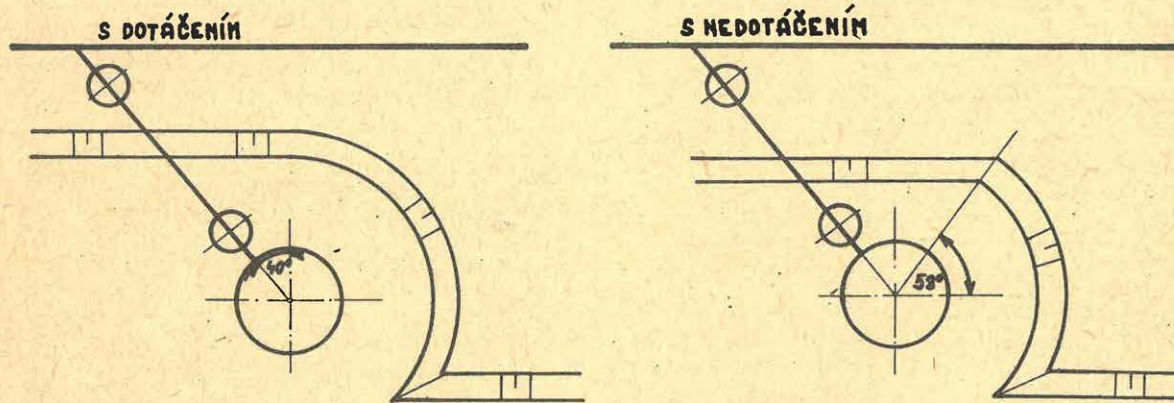


Obzr. 2

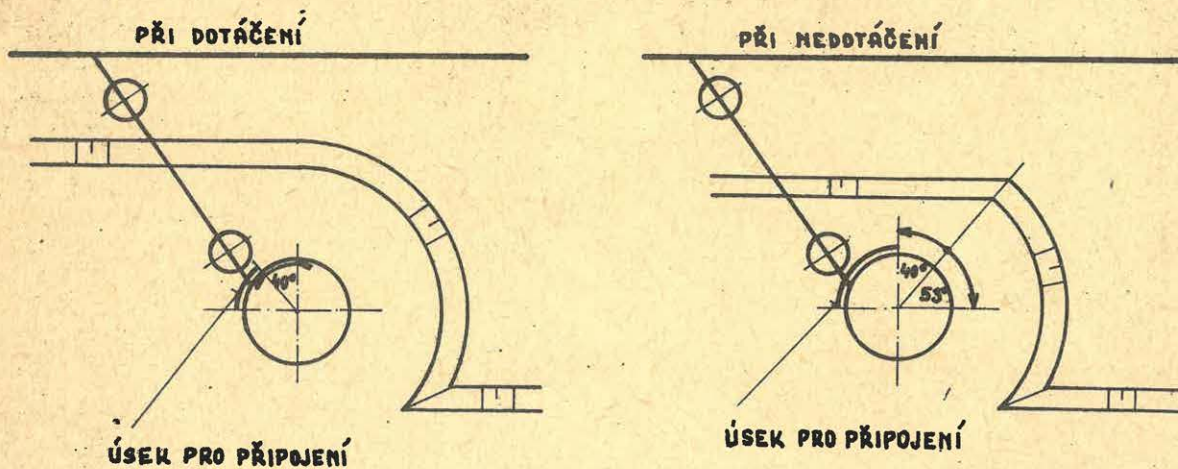


Обр. 3

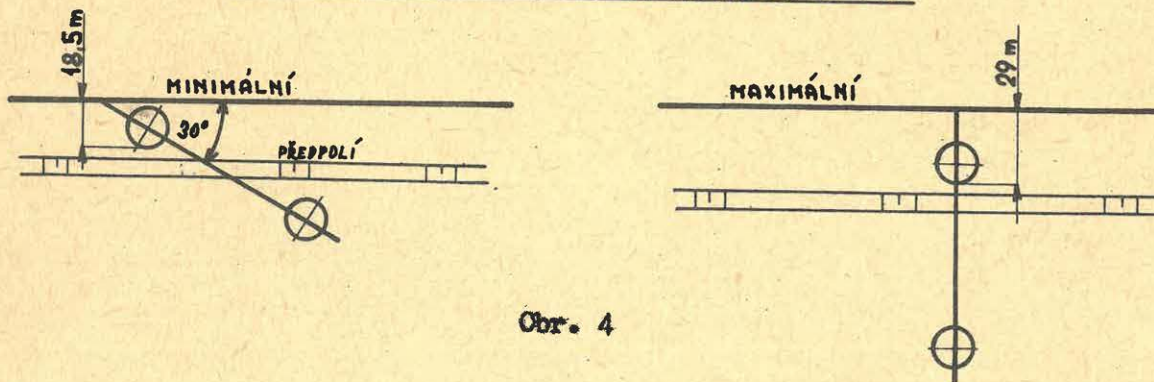
BLOK U SPODNÍHO ŘEZU



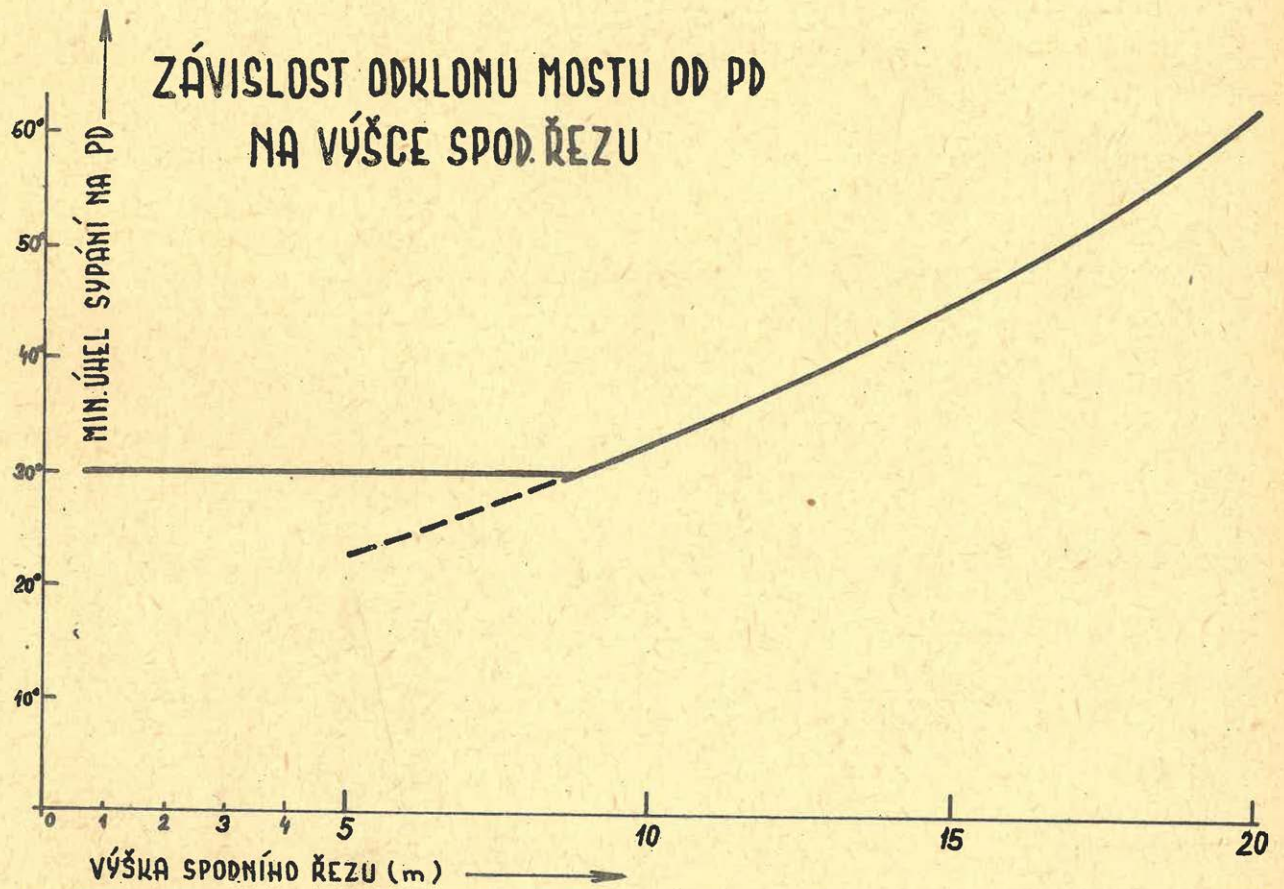
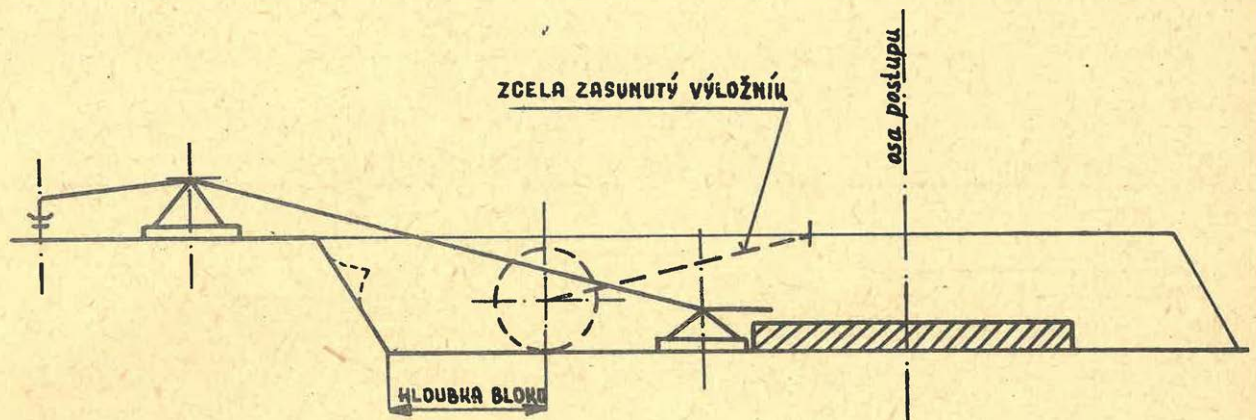
PŘIPOJENÍ SPOJOVACÍHO MOSTU



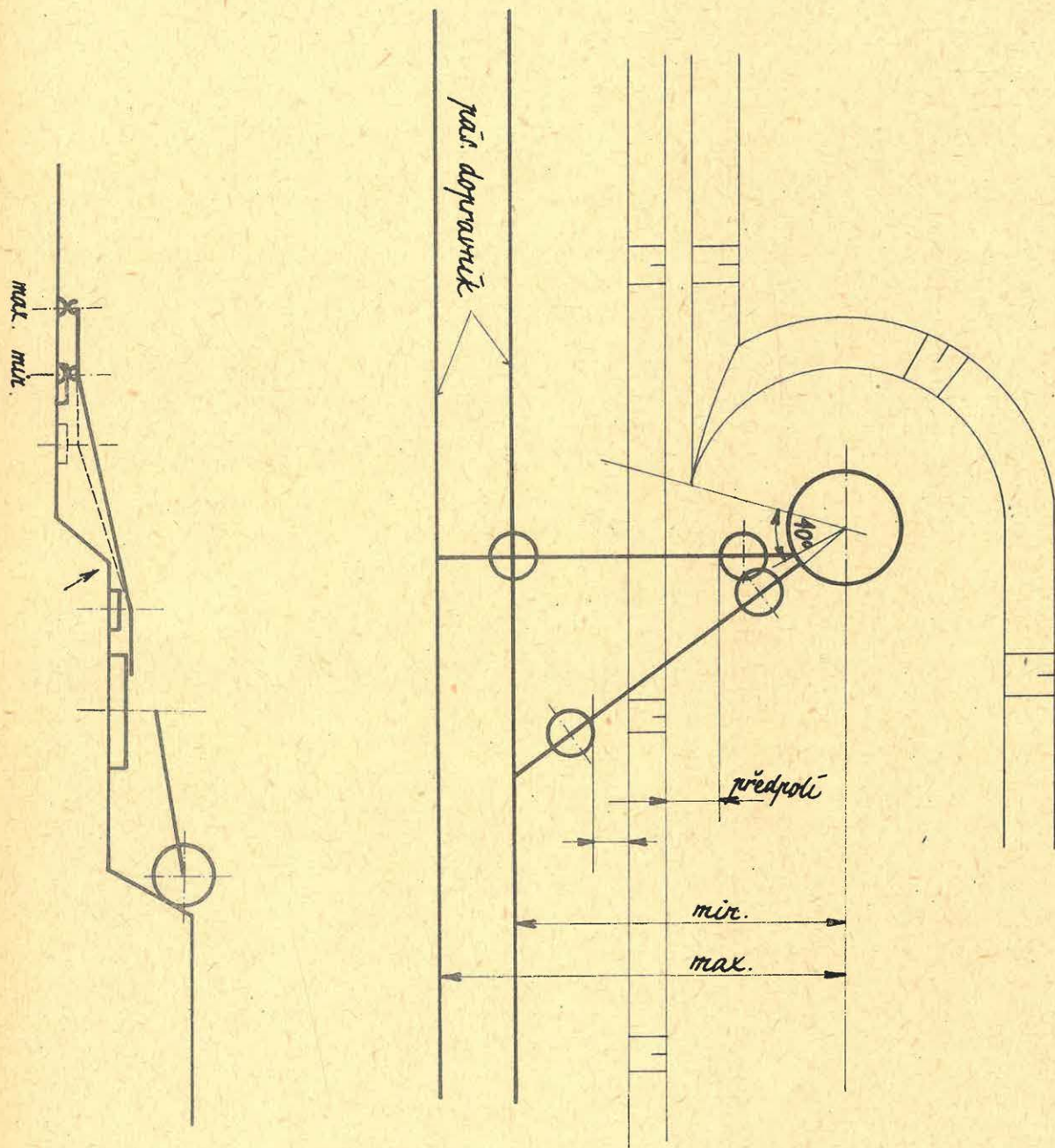
VZDÁLENOST MEZI PD A HLAVOU ŘEZU



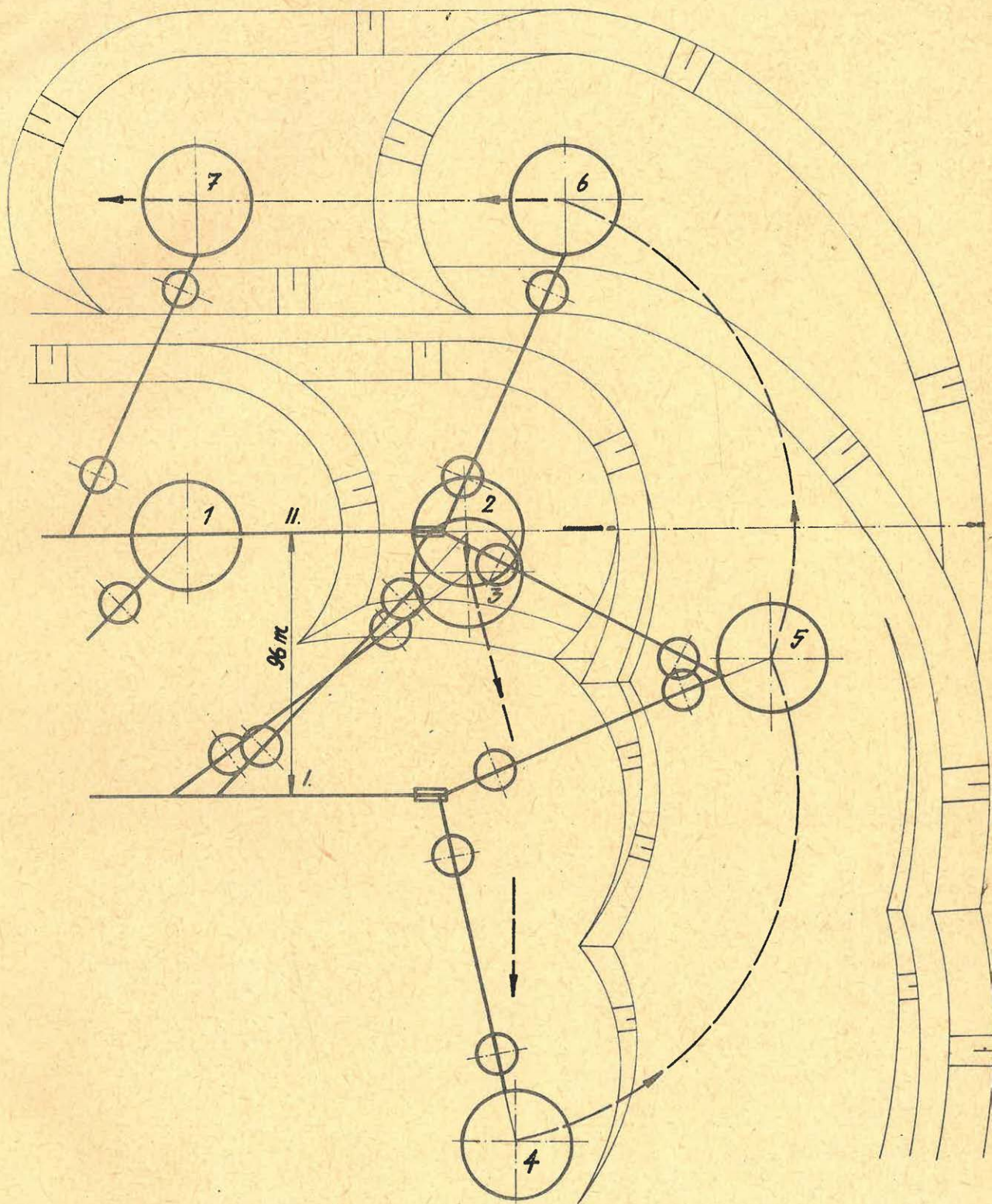
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 8



Обр. 9