

Ing. Oldřich K l i m e c k ý , CSc, VÚHU

Ing. Helena V e v e r k o v á , VÚHU

Urychlení těživa na vysoké rychlosti pásovými dopravníky
a využití v technologii zakládání

1.0 Úvod

Při trvalém postupu porubních front povrchových velkolomů Severočeského hnědouhelného revíru (SHR) do stále větších hloubek se absolutně zvětšují objemy těžených nadložních zemin. Tím vzniká jednoznačný požadavek na zvyšování kapacity vnitřních a vnějších výsypek. V důsledku vysoké exponovanosti celého území pánve a členité morfologie terénu je však naprostý nedostatek vhodných příznivě situovaných výsypných prostorů. Uvedené proto obecně vyvolává nutnost podstatného zvýšení výšek u stávajících a projektovaných výsypek. Přejít na kontinuální technologii dobývání s dálkovou pásovou dopravou (DPD), která má vyšší stoupavost ve srovnání s kolejovou, umožňuje zakládat velmi vysoká výsypková tělesa v plošně omezených prostorech. Přitom vznikají značně složité geomechanické, technické a technologické problémy se zajišťováním jejich stability.

Poslední výsledky výzkumu a praktické poznatky z oblasti výsypek v SHR ukazují, že podstatný vliv na jejich stabilitu má mimo jiné i vlastní technologické zakládání. Stávající způsob, tj. v podstatě sypání zakládačem na horní hranu výsypkové etáže o větší výšce než je kritická, resp. na skluz, má do značné míry podíl na zhoršování stabilitních poměrů. Provozní nestabilita jednotlivých výsypkových etáží pak

- negativně ovlivňuje stabilitní poměry celé výsypky (a tím snižuje kapacitu daného výsypkového prostoru)
- v důsledku vzniku skluzových pohybů, resp. skluzů je příčinou:

- a) přímého ohrožení zakládače a DPD
 - b) zmenšení manipulačního a pracovního prostoru pro technologické zařízení na výsypce (velmi obtížně se pak zabezpečuje)
 - c) vzniku značných báňsko-technologických prostojů a časových ztrát (neproduktivní manipulace zakládačem, přestavby a úpravy tras DPD aj.)
- zvyšuje nároky na rozsah použití pomocné a doplňkové mechanizace aj.

Na základě uvedeného byl proto zahájen výzkum nových způsobů technologie zakládání

- tvarování výsypkových etáží zakládačem
- sypání po vrstvách,

které vycházejí z následujících teoretických předpokladů:

1. Řízeným tvarováním svahu výsypkové etáže zakládačem ve sklonu menším resp. rovném sklonu přirozené svážlivosti, nevzniknou skluzové pohyby a tím
 - zachovají se vyšší hodnoty tření za klidu mezi jednotlivými kusy zeminy a na styku tělesa etáže s podložkou
 - nezmění se mezerovitost a velikost akumulačních prostorů pro vodu v tělese etáže, sníží se propustnost aj.
2. Rozdělením celkové výšky výsypkové etáže na několik lávek, resp. vrstev se zvětší stabilita v důsledku
 - sypání menších výšek než je kritická výška
 - omezení kumulace a vzrůstu velikosti smykových napětí v patní části tělesa etáže
 - rovnoměrnější distribuce velkých kusů, které mají menší náchylnost k negativním změnám fyzikálně-mechanických vlastností, po celém objemu tělesa etáže aj.

V principu se tedy jedná o aktivní využití vlastní technologie zakládání výsypkových etáží zakládačem k elimi-

naci vzniku skluzových pohybů a některých faktorů, jejichž existence a působení má negativní vliv na stabilitní poměry.

V současné době probíhá komplexní provozní ověřování technologie zakládání po vrstvách. Na základě vyhodnocení dosud získaných výsledků měření a sledování lze konstatovat, že tato technologie zakládání po vrstvách pozitivně ovlivňuje stabilitu výsypkových etáží.

Z rozboru a zhodnocení technologických možností používaných typů zakládačů v SHR vyplývá, že stávající velikost jejich dosahovaných parametrů umožňuje realizovat technologii zakládání po vrstvách pouze částečně, tj. pro snížené výšky výsypkových etáží, resp. nelze splnit v plné míře všechny požadavky nutné pro zvýšení stability.

Provozní aplikace technologie zakládání po vrstvách v celém předpokládaném rozsahu proto vyžaduje prodloužení zakládacího výložníku o cca 40 - 45 % (ve srovnání se stávajícími délkami), které však obecně vede k podstatnému zvětšení hmotnosti a lineárních rozměrů zakládačů. Tím vznikne i celá řada dalších problémů a potíží charakteru

- konstrukčního (vyšší požadavky na dimensi, zajištění stability stroje, dodržení měrných tlaků)
- výrobního (větší hmotnost a rozměry jednotlivých konstrukčních celků a strojních uzlů)
- báňsko-technologického (nutnost větších manipulačních prostorů a plošin, nižší manévrovatelnost) aj.

Z výše uvedeného stručného rozboru předmětné problematiky vyplývá, že efektivní provozní použití technologie zakládání po vrstvách vyžaduje realizovat požadavek - zvětšit dosahové parametry u zakládačů jiným způsobem než je prodloužení zakládacího výložníku.

Jedna z možností řešení spočívá v tom, že speciálním urychlovacím zařízením umístěným zpravidla na zakládacím výložníku se těživo urychlí na vysokou rychlost ($v > 15\text{m/s}$)

a tím se o délku vrhu nevedeného toku těživa prodlouží dosahové parametry zakládače.

Principiální schéma řešení zakládače s pásovým urychlovacím zařízením umístěným na konci zakládacího výložníku je na obr. 1 /(1)/.

2.0 Výsledky teoretického řešení výstupních parametrů

Proces urychlování těživa na vysoké rychlosti lze zjednodušeně předpokládat jako vázaný pohyb hmotného bodu v soustavě s oboustrannou vazbou holonomní-skleronomní za působení konzervativních a nekonzervativních sil. Vlastní vazbová podmínka může být obecně ve tvaru

- plochy
- křivky

a to s absolutním pohybem

- translačním
- rotačním.

Na základě uvedeného lze pak provést kinematickou klasifikaci urychlovacích zařízení (obr. 2), která vychází ze dvou základních principů provedení a sestává z některých technicky reálných alternativ jejich konstrukčního řešení.

Pro využití v technologii zakládání na povrchových lomech přichází z technicko-technologického hlediska v úvahu použití urychlovacích zařízení, která splňují následující požadavky na:

- vysokou výkonnost ($> 1\,000\text{ m}^3\text{ sz/h}$)
- urychlení a současně usměrnění toku těživa do stanoveného směru s minimálním rozptylem výstupních parametrů
- funkční, resp. provozní spolehlivost, která není negativně ovlivňována některými nepříznivými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi těživa (kusovitostí, lepivostí)
- nízkou hmotnost a malé lineární rozměry (v případě umís-

tění na zakládacím výložníku), jednoduchost konstrukce aj.
V dalším řešení je proto uvažováno s

- a) pásovými urychlovacími dopravníky
- b) urychlovacími kotouči s lopatkami, horizontální osa rotace.

Jedná se tedy v podstatě o urychlovací zařízení s vazbovou podmínkou ve tvaru křivky, tj. s jedním stupněm volnosti daného problému a s absolutním pohybem translačním nebo rotačním.

Matematickým řešením lze pak odvodit pro jednotlivé uvažované typy urychlovacích zařízení následující vztahy pro výpočet výstupních parametrů (/2/).

1/ Pásový urychlovací dopravník - přímý pás (obr. 3)

$$(1) \quad v(s) = \sqrt{v_0^2 + 2g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)(s - s_0)}$$

kde: $v(s)$ (m/s) - výstupní rychlost

v_0 (m/s) - počáteční rychlost

μ - koeficient tření mezi pásem a těživem

$$(2) \quad \beta = \alpha$$

kde: β - elevační úhel (úhel vrhu)

2/ Pásový urychlovací dopravník - zakřivený pás (obr. 4)

$$(3) \quad v(\lambda) = e^{\mu(\lambda - \lambda_0)} \sqrt{v_0^2 + \frac{2Rg}{1 + 4\mu^2} \left\{ e^{-2\mu(\lambda - \lambda_0)} [(1 - 2\mu^2) \cos \lambda + 3\mu \sin \lambda] - [(1 - 2\mu^2) \cos \lambda_0 + 3\mu \sin \lambda_0] \right\}}$$

$$(4) \quad \beta = \lambda$$

3/ Urychlovací kotouč s lopatkami - horizontální osa rotace (obr. 5)

$$(5) \quad v(t) = \sqrt{\dot{r}^2(t) + r^2(t) \cdot \omega^2}$$

$$\text{kde: } r(t) = C_1 \cdot e^{\lambda_1 \varphi(t)} + C_2 \cdot e^{\lambda_2 \varphi(t)} +$$

$$+ \frac{g}{2\omega^2} \left[A_1 \cdot \cos(\varphi(t) + \tau_0) + \right.$$

$$\left. + B_1 \cdot \sin(\varphi(t) + \tau_0) \right]$$

$$\dot{r}(t) = \omega \left\{ C_1 \lambda_1 \cdot e^{\lambda_1 \varphi(t)} + C_2 \lambda_2 \cdot e^{\lambda_2 \varphi(t)} + \right.$$

$$\left. + \frac{g}{2\omega^2} \left[B_1 \cdot \cos(\varphi(t) + \tau_0) - A_1 \cdot \sin(\varphi(t) + \tau_0) \right] \right\}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(\mu) = (-\mu + \sqrt{\mu^2 + 1})$$

$$\lambda_2 = \lambda_2(\mu) = (-\mu - \sqrt{\mu^2 + 1})$$

$$A_1 = A_1(\mu) = \frac{2\mu}{1 + \mu^2}$$

$$B_1 = B_1(\mu) = \frac{1 - \mu^2}{1 + \mu^2}$$

$$C_1 = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left\{ R_0 \lambda_2 + \frac{v_0}{\omega} - \frac{g}{2\omega^2} \left[(A_1 \lambda_2 - B_1) \cos \tau_0 + \right. \right.$$

$$\left. + (B_1 \lambda_2 + A_1) \sin \tau_0 \right\}$$

$$C_2 = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left\{ \frac{g}{2\omega^2} \left[(A_1 \lambda_1 - B_1) \cos \tau_0 + \right. \right.$$

$$\left. + (B_1 \lambda_1 + A_1) \sin \tau_0 \right] - R_0 \lambda_1 - \frac{v_0}{\omega} \right\}$$

$$\varphi(t) = \omega \cdot t$$

$$(6) \quad \beta = \arctg \frac{\dot{r}(t)}{r(t) \cdot \omega} + (\tau_0 - \varphi(t))$$

Na základě numerického vyčíslení uvedených výpočtových vztahů pro určení výstupních parametrů (rychlost a elevační úhel), které bylo provedeno na samočinném počítači (MINSK-22) v širokém rozmezí hodnot základních technických parametrů a porovnání jednotlivých uvažovaných typů urychlovacích zařízení je možné učinit následující dílčí závěry:

1. V rozmezí reálných hodnot technických parametrů (tření μ , počáteční rychlost v_0 , charakteristický lineární rozměr L_i , výkon N aj.) lze teoreticky urychlit těživo na výstupní parametry
 - rychlost $v = 15 - 35$ m/s
 - elevační úhel $\beta = 0 - 10^\circ$ (přímý pás), $40 - 45^\circ$ (zakřivený pás), $20 - 40^\circ$ (kotouč s lopatkami).
2. Pro předpokládaný účel použití urychlovacích zařízení, tj. pro zvětšení dosahu u zakládačů o 40 - 45 % (cca 25 - 60 m) bez prodloužení zakládacího výložníku, lze uvažovat následující orientační rozmezí parametrů (viz tab. 1)
3. Z hlediska měrné spotřeby energie (kWh/t) není podstatný rozdíl mezi zakřiveným dopravníkem a kotoučem s lopatkami, u přímého dopravníku jsou hodnoty vyšší o cca 15 - 25 %.
4. Potřebný výkon na 1 m délky vrhu (kW/m) je přibližně stejný u zakřiveného dopravníku a kotouče s lopatkami, několikrát vyšší u přímého dopravníku
5. Nejmenší ukazatel lineárních rozměrů (L_i/L_t) je u kotouče s lopatkami, u zakřiveného dopravníku je vyšší, ale absolutní velikosti L_i pro dané účely použití plně vyhovují.
U přímého dopravníku jsou pro $v \geq 15$ m/s hodnoty ukazatele lineárních rozměrů $L_i/L_t > 1$ a pro účely urychlování je proto nejméně vhodný

6. Pro urychlení kusovitého a lepivého těživa na vysoké rychlosti z konstrukčního hlediska nejvíce vyhovuje zakřivený pásový dopravník.

Na základě orientačního porovnání hmotnosti jednotlivých urychlovacích zařízení (není uváděno) lze předpokládat, že do $v \geq 25$ m/s bude nejmenší u zakřiveného pásového dopravníku.

Z uvedených výsledků teoretického řešení výstupních parametrů a porovnání jednotlivých typů urychlovacích zařízení pak vyplývá, že pro urychlení těživa na rychlosti až 25 m/s u zakládačů je nejvhodnější pásové urychlovací zařízení - zakřivený pás.

Tabulka 1

Technické parametry		Pásový urychlovací dopravník		Urychlovací kotouč s lopatkami (horizontální osa rotace)
		přímý pás	zakřivený pás	
Výstupní rychlost v (m/s)		15	15 - 25	15 - 25 ^x
Elevační úhel β (°)		0 - 10	40 - 45	20 - 40
Teoretická délka vrhu L_t (m) (pro $H_0=10$ m)		20 - 25	32 - 75	25 - 73
Charakteristický lineární rozměr L_i (m)		$L_p=25-30$	$L_k=5-15$	$D=1,2-1,75$
Výkon N (kW)	$Q=3750$ t/h	230 - 340	200 - 600	170 - 540
	$Q=7500$ t/h	450 - 670	410 - 1200	600 - 1260

x - pro otáčky kotouče $n = 200 - 400$ 1/min.

3.0 Výsledky technických a technologických měření na zkušebním urychlovacím zařízení

3.1 Zkušební urychlovací zařízení

Technická a technologická měření byla provedena na zkušebním urychlovacím zařízení ZZ 2500 (obr. 6).

1. Princip systému pro urychlení

Vlastní teoretické a praktické řešení způsobu resp. systému pro urychlení těživa u ZZ 2500 vychází z výsledků a poznatků získaných výzkumem v oblasti použití vysokých rychlostí u DPD.

Základní konstrukční jednotka (prvek) je zakřivený urychlovací pásový dopravník (AO 153 774), schéma viz obr. 7. Sestává z pásu vedeného dvěma bubny a podpírného v horní větvi bočními válečky s vysokým sklonem. Sevření pásu bočními válečky je uspořádáno tak, aby v klidu okraje horní větve pásu převyšovaly rovinu horních površek bubnů asi v jedné třetině celkové hloubky koryta pásu. Tímto uspořádáním bočních váleček se docílí v podélné ose urychlovacího dopravníku základního zakřivení, umožňujícího bezpečné vedení pásu během rozběhu i při zatížení dopravovaným těživem. Při běhu se průhyb zvětšuje (vlivem odstředivé síly), a tím se i zakřivení pásu v podélné ose zvyšuje (max. při běhu s plně zatíženým pásem). Okraje horní větve pásu jsou při pohybu stále v kontaktu s bočními válečky a střední část pásu není podepřena. Hluboké koryto dále zajišťuje velmi dobrou regulaci přímosti běhu pásu, mezi těživem a pásem lze předpokládat tření v klínové drážce, těživo je sevřeno do úzkého toku aj. U ZZ 2500 jsou pak použity dva zakřivené urychlovací pásové dopravníky (dále urychlovací dopravníky), tj. urychlení těživa je dvoustupňové (kinematické schéma viz. obr. 8).

Všeobecný popis

Těživo je předáváno výložníkem shazovacího vozu (dále S-vozu) resp. nakládačem do násypky nakládacího výložníku ZZ 2500. Pásovým dopravníkem (šířka 1200 mm, rychlost 5,0 m/s) umístěným na nakládacím výložníku je těživo dopravováno do přesypu v ose otáčení, kde pomocí negativního náběhu na hnací buben a prostorově stavitelného parabolického štítu je usměrněno s rychlostí cca 6,2 m/s do směru běhu prvního urychlovacího dopravníku (šířka 1200 mm, rychlost 15,5 m/s). Po urychlení je dalším stavitelným parabolickým štítem usměrněno s rychlostí cca 14,5 m/s do směru běhu druhého urychlovacího dopravníku (šířka 1200 mm, rychlost 20,0 m/s), kde je urychleno na výstupní rychlost cca 20,0 m/s a elevační úhel cca 40 - 45°.

Rychlost urychlovacích dopravníků lze zvýšit výměnou převodů v převodové skříni na hodnoty: 19,7 m/s (první), 25,4 m/s (druhý urychlovací dopravník).

Základní technické parametry

Teoretická výkonnost	2500 m ³ sz/h 4500 t/h (pro $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$)
Výstupní rychlost	20; 25 m/s
Elevační úhel	40 - 45°
Teoretická délka vrhu	45; 68 m
Max. teoretický dosah (od osy)	55; 78 m
Rozměry zařízení - délka	28 160 mm
- výška	8 420 mm
- šířka	7 900 mm
Celkový instalovaný výkon	477,5 kW
Hmotnost	85 t

3.2 Technická měření

Technická měření byla prováděna za účelem upřesnění některých technických hodnot urychlovacích dopravníků - tvaru průhybové křivky pásu, velikosti průhybu (h), poloměru zakřivení (R), výstupní rychlosti (v), elevačního úhlu (β) a to v závislosti na dopravním množství (Q), tahu v pásu (T) a vlastnostech těživa.

Metodika měření

Pro zjišťování jednotlivých měřených veličin byly použity následující přístroje resp. přípravky:

- tensometrické váhy (snímaná veličina dopravní množství Q)
- šroubové tensometrické dynamometry (snímaná veličina tah v pásu T)
- odporové průhyboměry (snímaná veličina průhyb pásu h)
- tensometrický můstek PR 9307 (Philips)
- registrační přístroj VAREG (3xmA)
- tensometry M 120 (ohmová hodnota $120 \Omega \pm 0,25 \%$, konstanta 2,07).

Charakteristický časový průběh velikostí snímaných veličin je uveden na registračních záznamech - obr. 9.

Výstupní parametry (rychlost, elevační úhel) byly stanoveny vyhodnocením fotosnímků (např. viz obr. 10) získaných

- univerzálním snímacím zařízením UMK 10/1318 (Zeiss)
- snímací kamerou PENTAFLEX (vysokoobrátkový motor - 96 obr./s).

Výsledky měření

1. Tvar průhybové křivky pásu (obr. 11),

který má charakter řetězovky, lze přibližně nahradit parabolickým obloukem, který se pro relativně malé poloměry křivosti blíží kružnici.

2. Průhyb pásu h (cm)

v závislosti na zatížení je na obr. 12.

3. Poloměr zakřivení pásu R (m)

v závislosti na zatížení (vypočtený ze vztahu

$$R = (L_k^2 + 4h_{\max}^2) / 8h_{\max} \text{ je na obr. 12.}$$

4. Výstupní rychlost v(m/s), elevační úhel β (°)

v závislosti na zatížení, byly zjišťovány pro osamělé kusy a plynulý tok těživa.

a) Osamělé kusy

Urychlení osamělých kusů je nejobtížnější případ. V důsledku jejich časté rotace na páse (urychlující třecí síla a setrvačná složka vytváří moment) a lokálního zvětšení průhybu pásu (především v místě náběhu na buben) dochází ke značnému snížení velikosti výstupní rychlosti a změně elevačního úhlu (ve srovnání s vypočtenými). Některé naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2.

b) Plynulý tok

V důsledku nerovnoměrnosti zatížení a rozkmitání pásu (výchylka cca $\pm 1 - 2$ cm) dochází u plynulého toku těživa k neustálým okamžitým změnám velikosti výstupních parametrů. Naměřené střední hodnoty výstupní rychlosti a elevačního úhlu v závislosti na zatížení jsou na obr. 12.

Tabulka 2

Tvar kusu	Orientační rozměry kusů (cm)	Hmotnost kusu (t)	Výstupní parametry	
			Rychlost v (m/s)	Elevační úhel β (°)
plochý	20x35x20	0,03	14,4	55
kvádr	35x25x20	0,045	10,8	75
kvádr	25x40x20	0,055	10,32	17
kvádr	40x30x25	0,08	16,32	51
koule	Ø 30	0,025	9,86	23
koule	Ø 35	0,035	14,16	28

3.3 Technologická měření

Technologická měření byla prováděna za účelem zjištění některých vlastností a stanovení technologických parametrů nevedeného toku těživa (obr. 13)

- skutečné délky vrhu L_s (m)
- rozptylu $\Delta L = L_{\max} - L_{\min}$ (m)
- soupádnosti

$$s = \frac{\Delta L}{L_s}$$

Metodika měření

Pro vlastní technologické měření byla použita tachymetrická a fotogrametrická metoda. Použité přístroje

- tachymetrický přístroj DAHLTA 010 A
- univerzální snímací zařízení UMK 10/1318 (Zeiss) aj.

Pro sledování vlastností nevedeného toku těživa byla použita snímací kamera PENTAFLEX (vysokoobrátkový motor - 96 obr./s).

Výsledky měření

1. Charakter nevedeného toku

je ovlivněn fyzikálně-mechanickými vlastnostmi těživa

(přirozená vlhkost, zrnitost), okamžitými změnami velikosti výstupních parametrů (vlivem nerovnoměrnosti dopravního množství, kmitání pásu), povětrnostními vlivy (rychlost a směr větru) aj. Na základě provedených sledování a měření lze obecně konstatovat

- typické fáze nevedeného toku těživa pro

a) jíl - přirozená vlhkost $W \approx 39 \%$ (obr. 14)

b) uhelný jíl s uhelným prachem $W \approx 31 \%$ (obr. 15)

jsou značně rozdílné. V druhém případě dochází k intenzivnímu vývinu prachu (velká prašnost), zmenšení skutečné délky vrhu a zvětšení rozptylu

- okamžité změny velikosti výstupních parametrů narušují plynulost a stabilitu nevedeného toku těživa, zmenšuje se skutečná délka vrhu a zvětšuje se rozptyl

- jednotlivé kusy těživa se celkem rovnoměrně rozptýlí v celém objemu navršeného násypu (viz obr. 16)

- působením bočního větru o rychlosti cca 8 - 9 m/s se vychýlí osa navršeného násypu od osy urychlovacích dopravníků o 8° (v podstatě dojde k jednostrannému vytrídění prachových částic po směru větru)-obr. 17

2. Skutečná délka vrhu

Vlivem odporu vzduchu a dalších faktorů je skutečná délka vrhu (L_s) menší než teoretická (L_t) (vypočtená podle teorie šikmého vrhu). Uvedené lze vyjádřit koeficientem snížení délky vrhu

$$k_s(v) = \frac{L_s}{L_t} \quad (\text{v závislosti na velikosti výstupní rychlosti a pro odpovídající elevační úhel})$$

a) Osamělé kusy

V tomto případě je skutečná délka vrhu ovlivňována nejen velikostí výstupních parametrů, ale především tvarem kusů, jejich rotací ve vzduchu aj. Stanovit

proto empirickou závislost pro $k_s(v)$ při omezeném rozsahu měření je velmi obtížné. Orientačně zjištěnou hodnotou pro interval hodnot výstupní rychlosti $v = 9,5 - 16,5$ m/s je koeficient snížení délky vrhu $k_s(v) = 0,55 - 0,85$.

b) Plynulý tok

Za účelem získání širšího intervalu hodnot výstupní rychlosti pro plynulý tok byla provedena doplňující měření i u stávajících typů zakladačů (ZP 6600 - výstupní rychlost $v = 6,5$ m/s; A₂RsB 8800.150 - $v = 7,4$ m/s; ZP 10 000 $v = 8,7$ m/s). Přesto, že je určitá nepravidelnost a rozptyl naměřených hodnot, platí pro koeficient snížení délky vrhu $k_s(v)$ přibližná závislost uvedená na obr. 18.

3. Rozptyl (plynulý tok)

při vrhání těživa dochází k jeho rozptylu (L) po délce vrhu. Naměřené hodnoty rozptylu (s vyloučením prachových frakcí) pro jednotlivé vybrané případy nevedeného toku těživa - $\Delta L \approx 1,7 - 8$ m (v intervalu hodnot výstupní rychlosti $15,5 - 19,5$ m/s).

Celkový rozptyl, tj. rozptyl pro rychlost urychlovacího dopravníku $20,0$ m/s, je pak vlivem proměnné velikosti výstupních parametrů a dalších faktorů větší a dosahuje hodnoty až 12 m

4. Soupádnost (pro plynulý tok)

Naměřené hodnoty soupádnosti

- pro jednotlivé vybrané případy nevedeného toku těživa $\Delta s \approx 0,08 - 0,28$ (v intervalu hodnot výstupní rychlosti $15,5 - 19,5$ m/s)
- celková až $0,45$ (pro rychlost urychlovacího dopravníku $20,0$ m/s).

Na základě technických a technologických měření, provedených na zkušebním urychlovacím zařízení (ZZ 2500), je možné učinit následující dílčí závěry:

1. Zakřiveným pásovým urychlovacím dopravníkem speciální konstrukce je naprosto reálné urychlit těživo (kusovité, lepivé), při odpovídajících technických parametrech zařízení, na výstupní rychlost $v = 15 - 25 \text{ m/s}$ a do požadovaného směru.
2. Nerovnoměrnost dopravního množství (zatížení pás), rozkmitání pásu aj., je příčinou okamžitých změn poloměru zakřivení a tím neustálého kolísání velikosti výstupních parametrů urychlovacího pásového dopravníku, které má určitý vliv i na charakter a stabilitu nevedeného toku těživa. Pro předpokládané účely použití urychlovacího zařízení však tyto změny nejsou podstatné.
3. Nevedený tok těživa má vlastnosti a technologické parametry (rozptyl, soupádnost aj.), které vyhovují použití v technologii zakládání.
4. Při vlastním zpracování technologie zakládání po vrstvách lze pak uvažovat s následujícími praktickými hodnotami
 - skutečná délka vrhu (tabulka 3)
 - celkový rozptyl $\Delta L_c \approx 10 - 12 \text{ m}$ (pro rychlost pásového urychlovacího dopravníku 20 m/s)
 - celková soupádnost $\Delta s_c \approx 0,4 - 0,45$ (pro rychlost pásového urychlovacího dopravníku 20 m/s)
 - vliv bočního větru o rychlosti $< 9,0 \text{ m/s}$ na směr nevedeného toku těživa je prakticky zanedbatelný.

Tabulka 3

Výstupní rychlost v (m/s)	5	10	15	20	25
Teoretická délka vrhu L_t (m) (pro $\beta = 40^\circ$ $H_o = 10$ m)	6,9	17,1	31,2	49,8	73,0
Koeficient snížení délky vrhu k_s (v)	0,97	0,95	0,91	0,85	0,75
Skutečná délka vrhu L_s (m)	6,5	16	28	42	55

4.0 Závěr

Z uvedených výsledků provedeného teoretického řešení, technických a technologických měření na zkušebním urychlovacím zařízení vyplývají následující závěry

- nejvhodnější typ urychlovacího zařízení pro použití v technologii zakládání je krátký pásový dopravník se zakřiveným pásem
- krátkým pásovým urychlovacím zařízením (zakřivený pás) je reálné urychlit těživo (kusovité, lepivé) na výstupní rychlost až 25 m/s. Přitom uvedený tok těživa svými technologickými vlastnostmi a parametry plně vyhovuje použití v technologii zakládání.

Zpracované aplikace (/2/) pak prokázaly, že použití zakládačů s krátkým pásovým urychlovacím zařízením (zakřivený pás) v technologii zakládání je technicky a technologicky reálné a ekonomicky efektivní. Jedná se především o provozní možnosti realizace.

- a) technologie zakládání po vrstvách v celém rozsahu a bez omezení (tato technologie pozitivně ovlivňuje stabilitu jednotlivých výsypkových stupňů a tím výsypky jako celku)
- b) selektivního zakládání specifických druhů nadložních zemin.

Použitá literatura

/1/ Drobný, Ing. CSc

Některé cesty ke zvýšení výkonnosti DPD na povrchových dolech

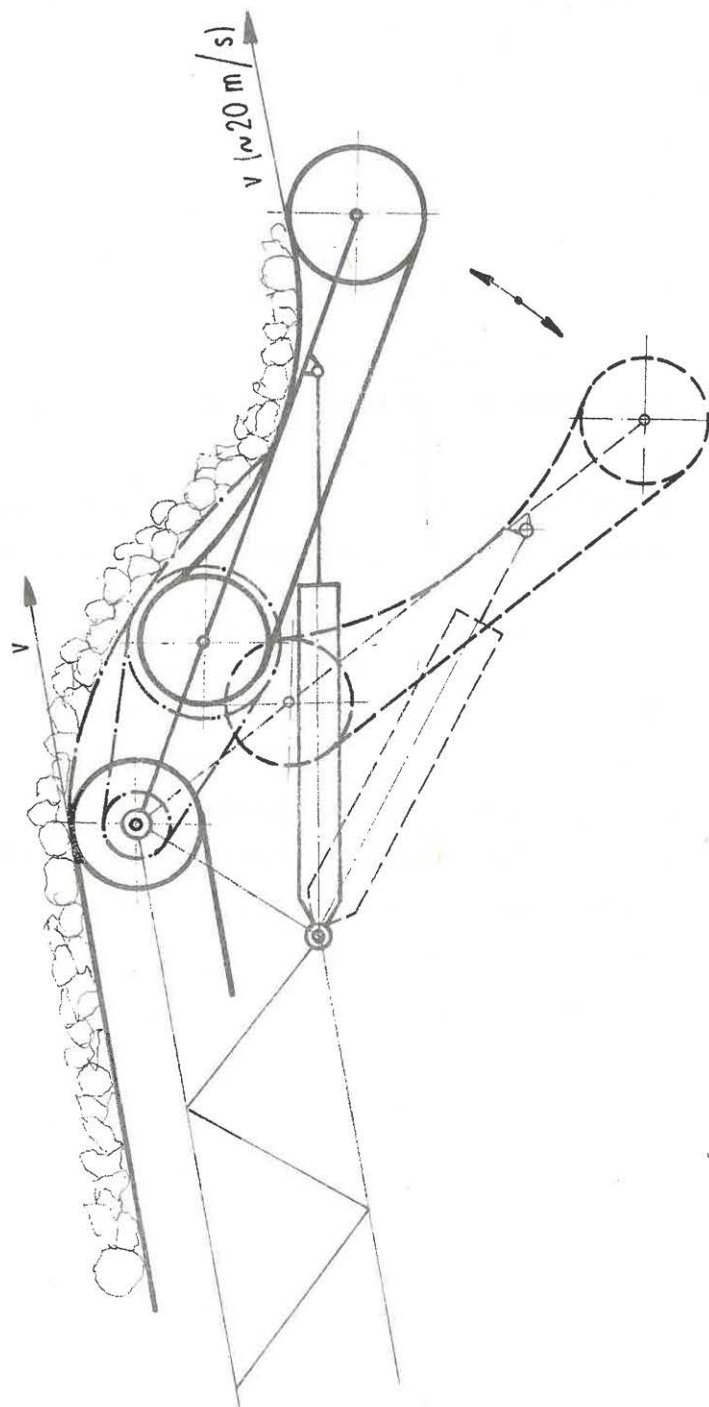
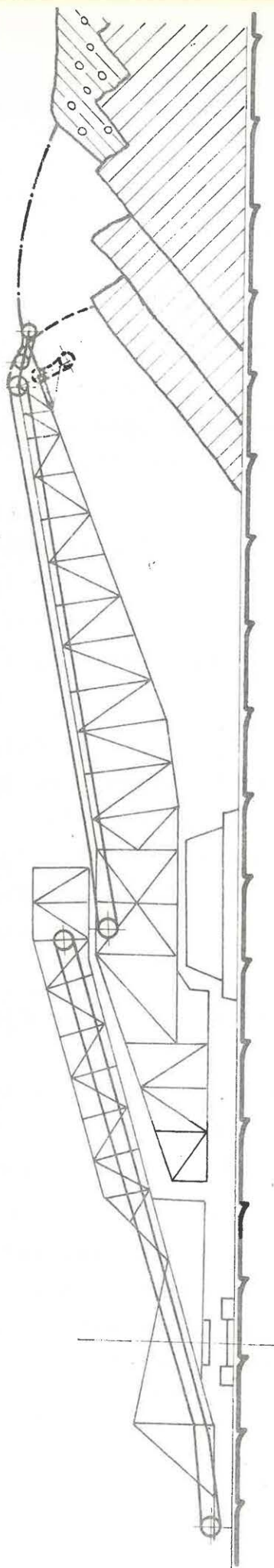
Kandidátská disertační práce, VŠB 1977

/2/ Klimecký, Ing. CSc

Výzkum nových technologických způsobů povrchové těžby

Výzkumná zpráva VÚHU, 12/79

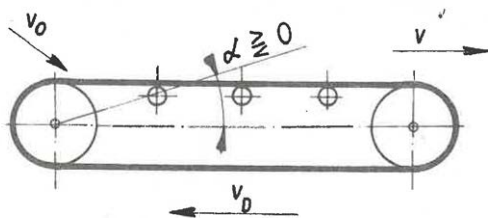
Recenzoval: Ing. František Felcman



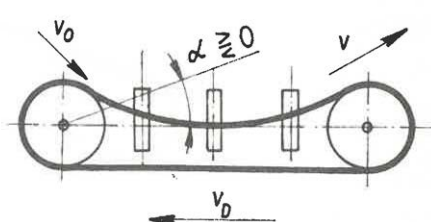
I. PÁSOVÉ URYCHLOVACÍ ZAŘÍZENÍ (TRANSLAČNÍ POHYB)

1. VOLNÉ VEDENÍ PÁSU

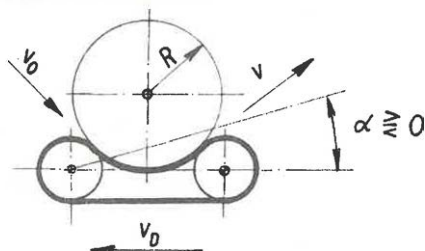
1.1 SPODNÍ PODEPŘENÍ



1.2 BOČNÍ PODEPŘENÍ



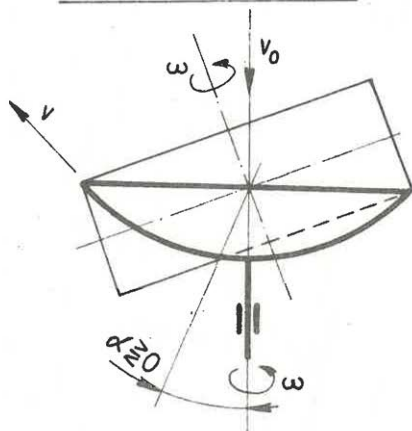
2. NUCENÉ VEDENÍ PÁSU



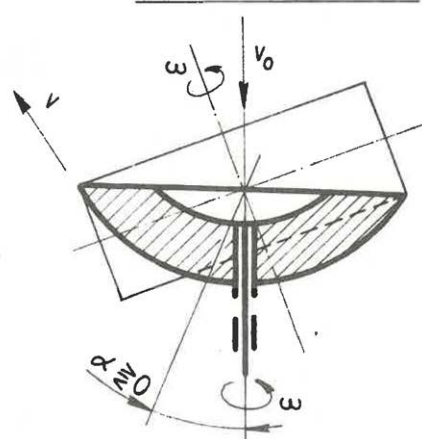
II. URYCHLOVACÍ KOTOUČE (ROTAČNÍ POHYB)

1. VERTIKÁLNÍ OSA ROTACE

1.1 BEZ LOPATEK

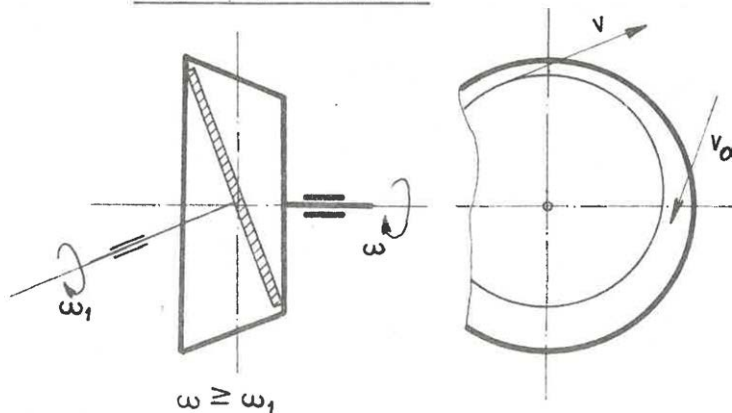


1.2 S LOPATKAMI

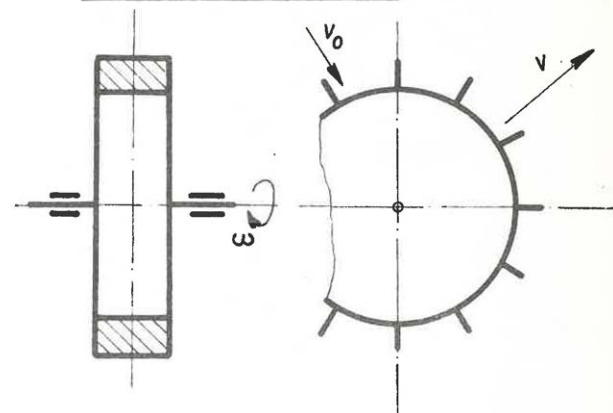


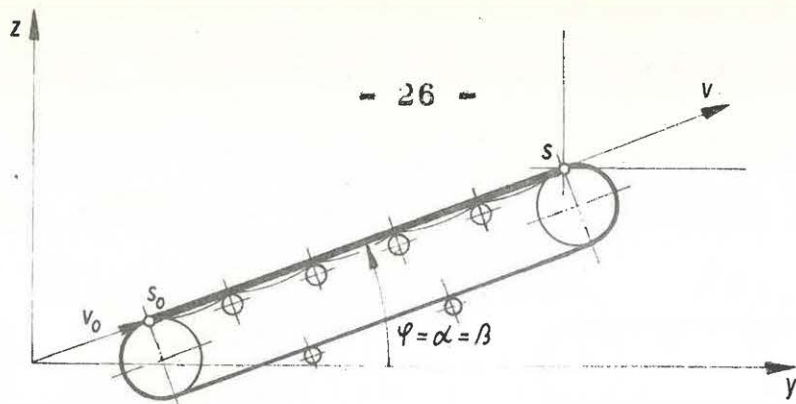
2. HORIZONTÁLNÍ OSA ROTACE

2.1 BEZ LOPATEK

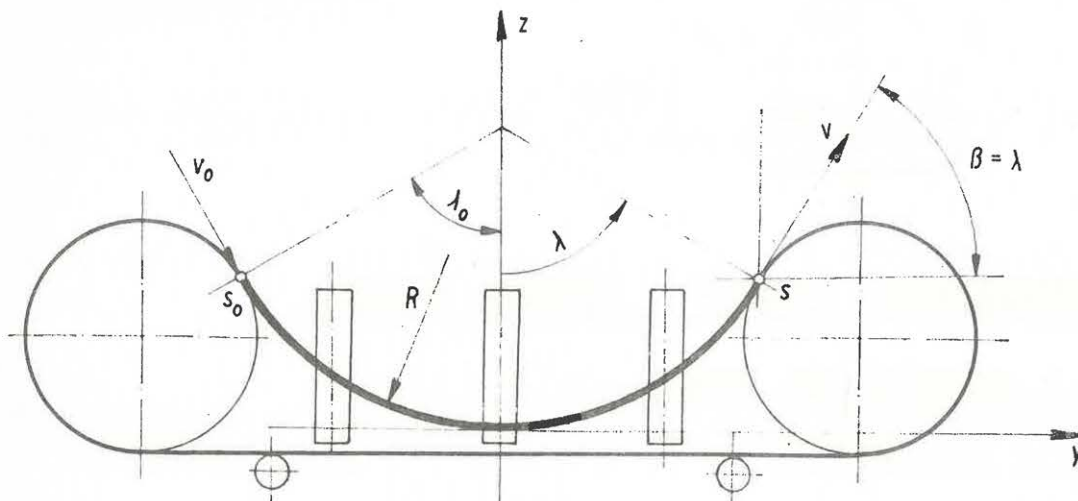


2.2 S LOPATKAMI

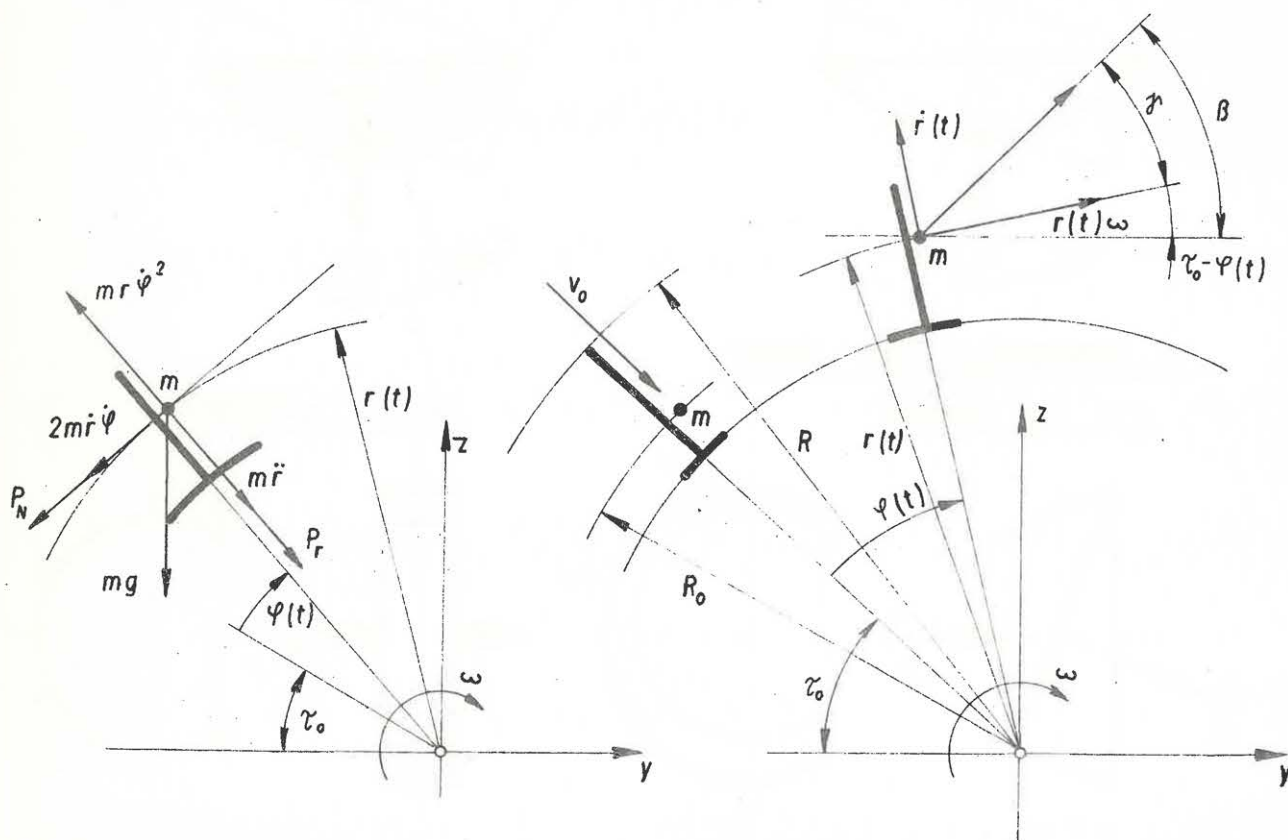




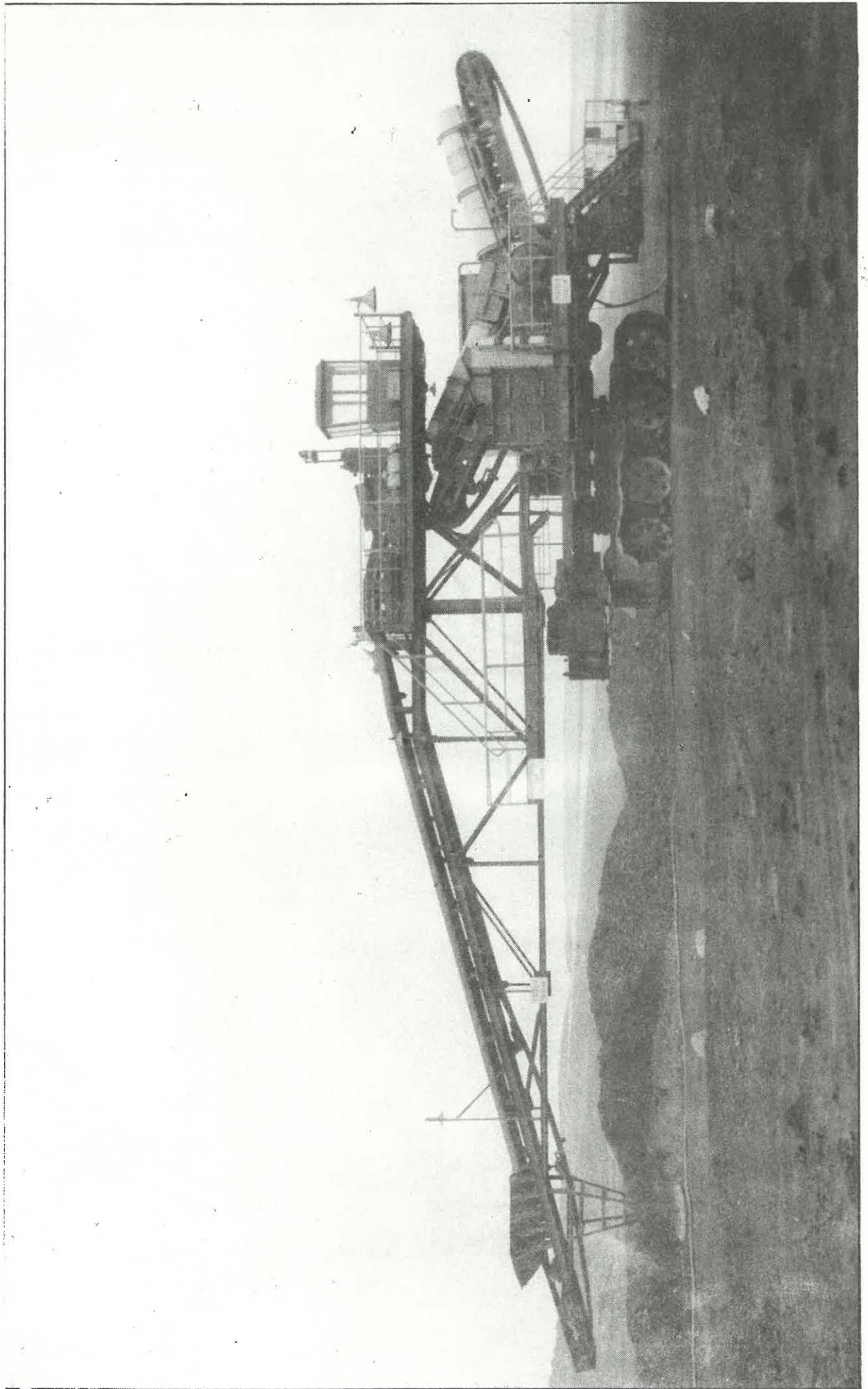
Obr. 3

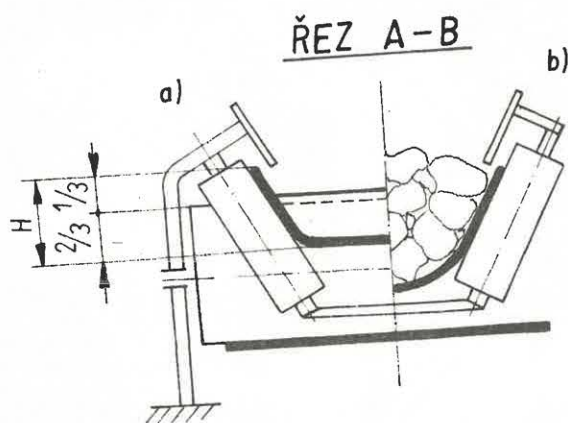
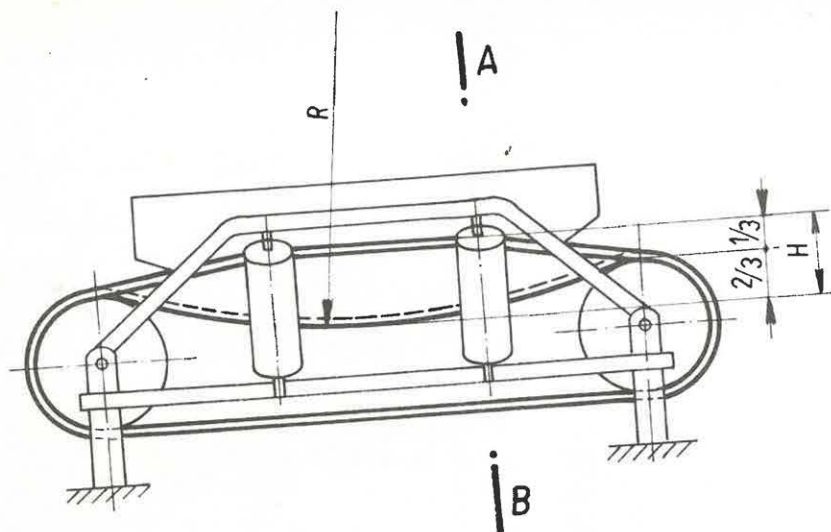


Obr. 4



Obr. 5

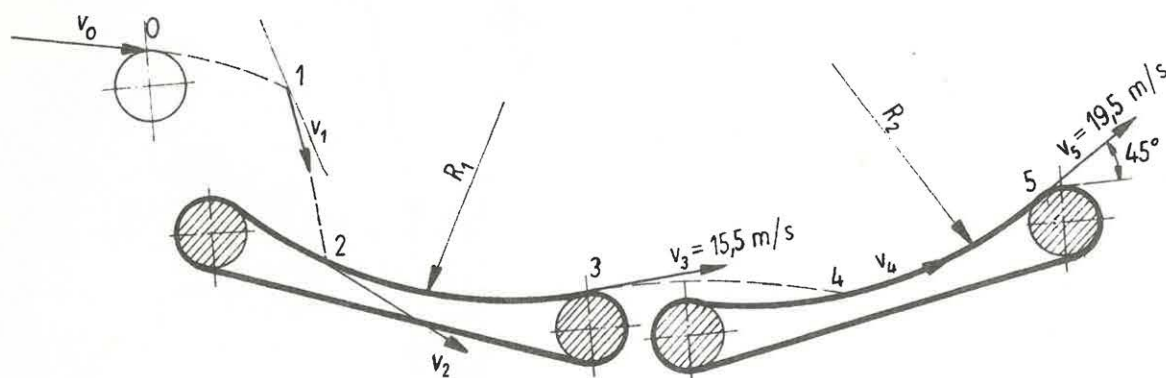




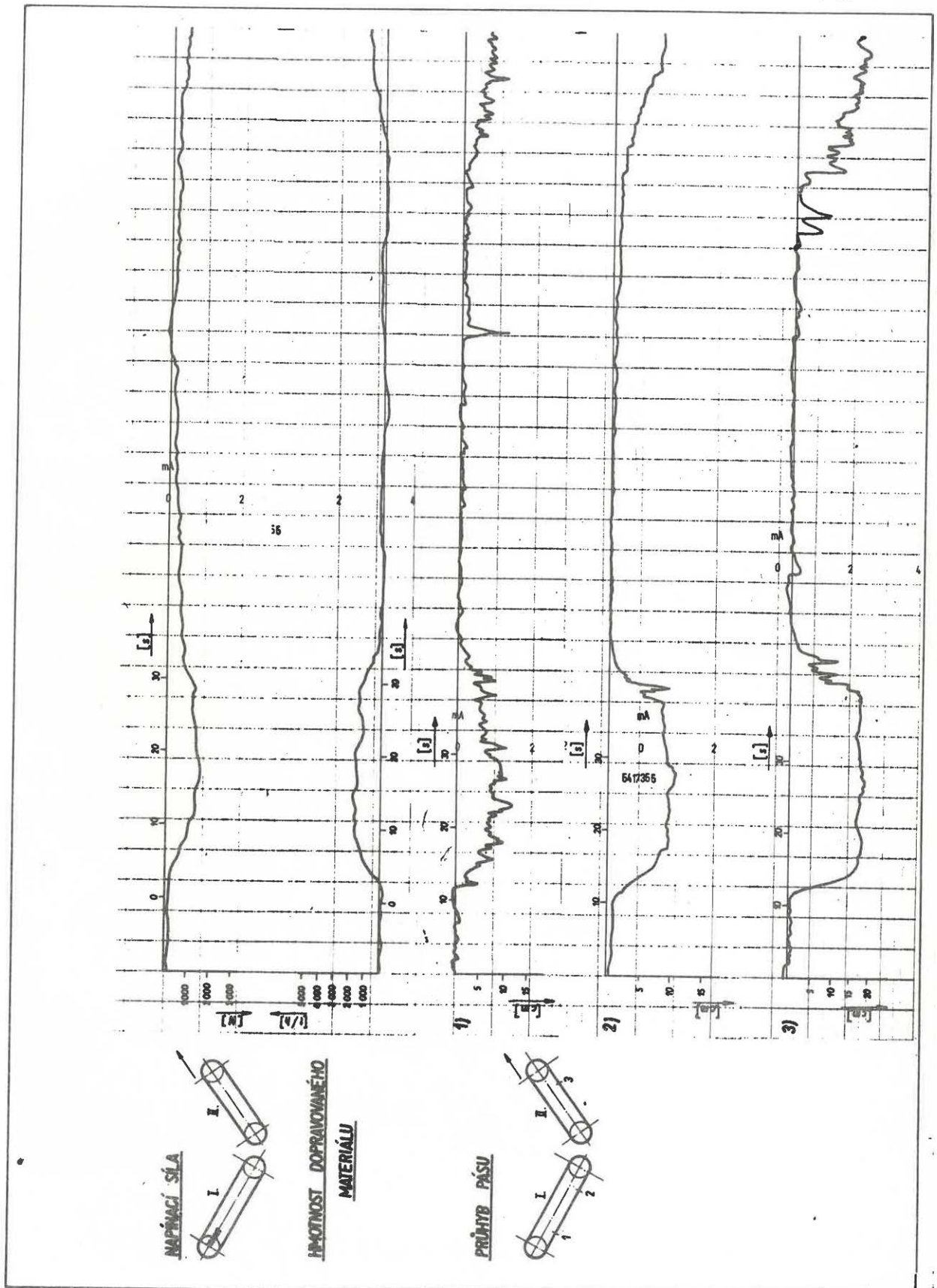
a) URYCHLOVACÍ DOPRAVNÍK ZA KLIDU BEZ ZATÍŽENÍ

b) URYCHLOVACÍ DOPRAVNÍK V BĚHU S MATERIÁLEM

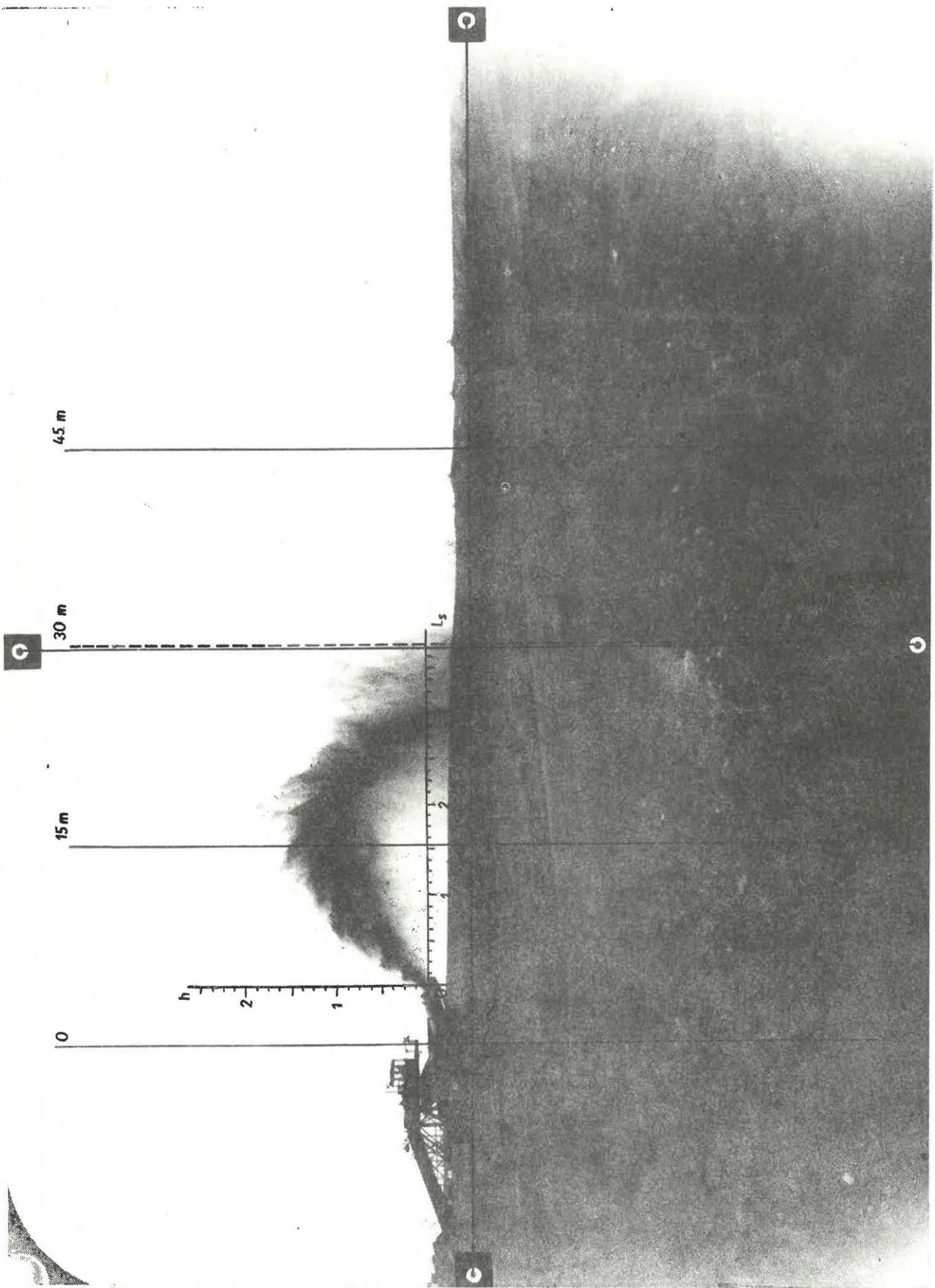
Obr. 7



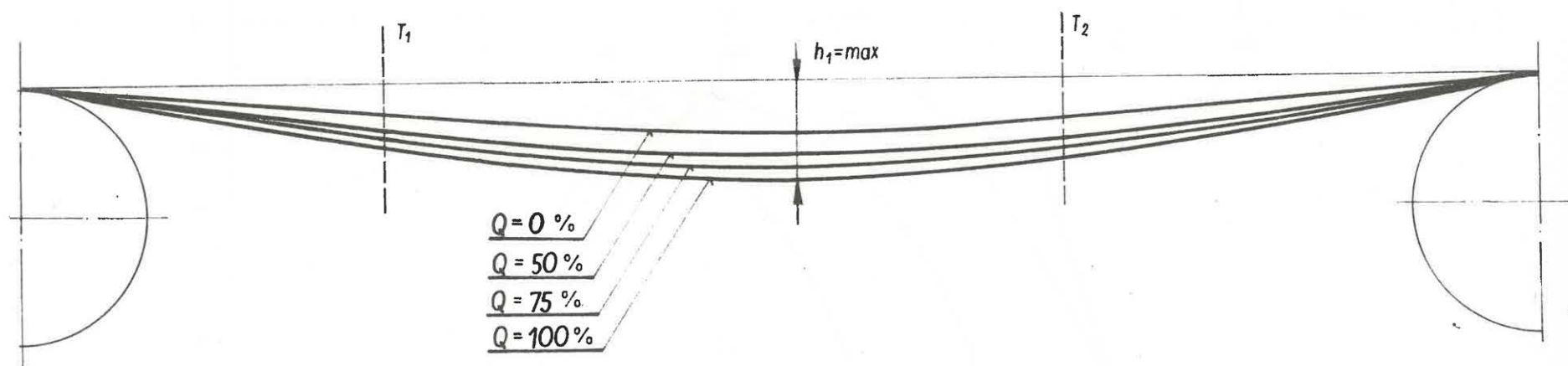
Obr. 8



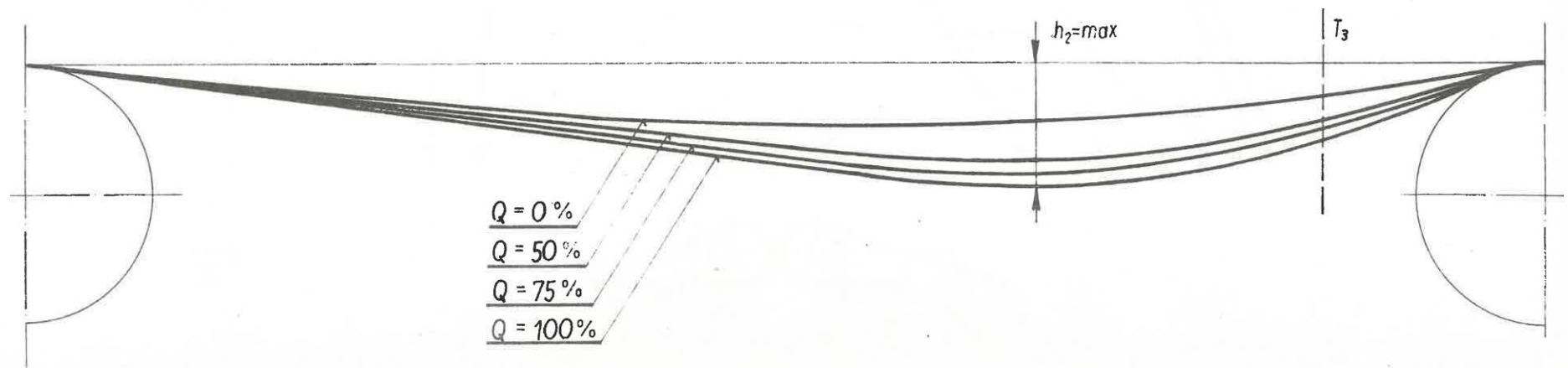
Obr. 9

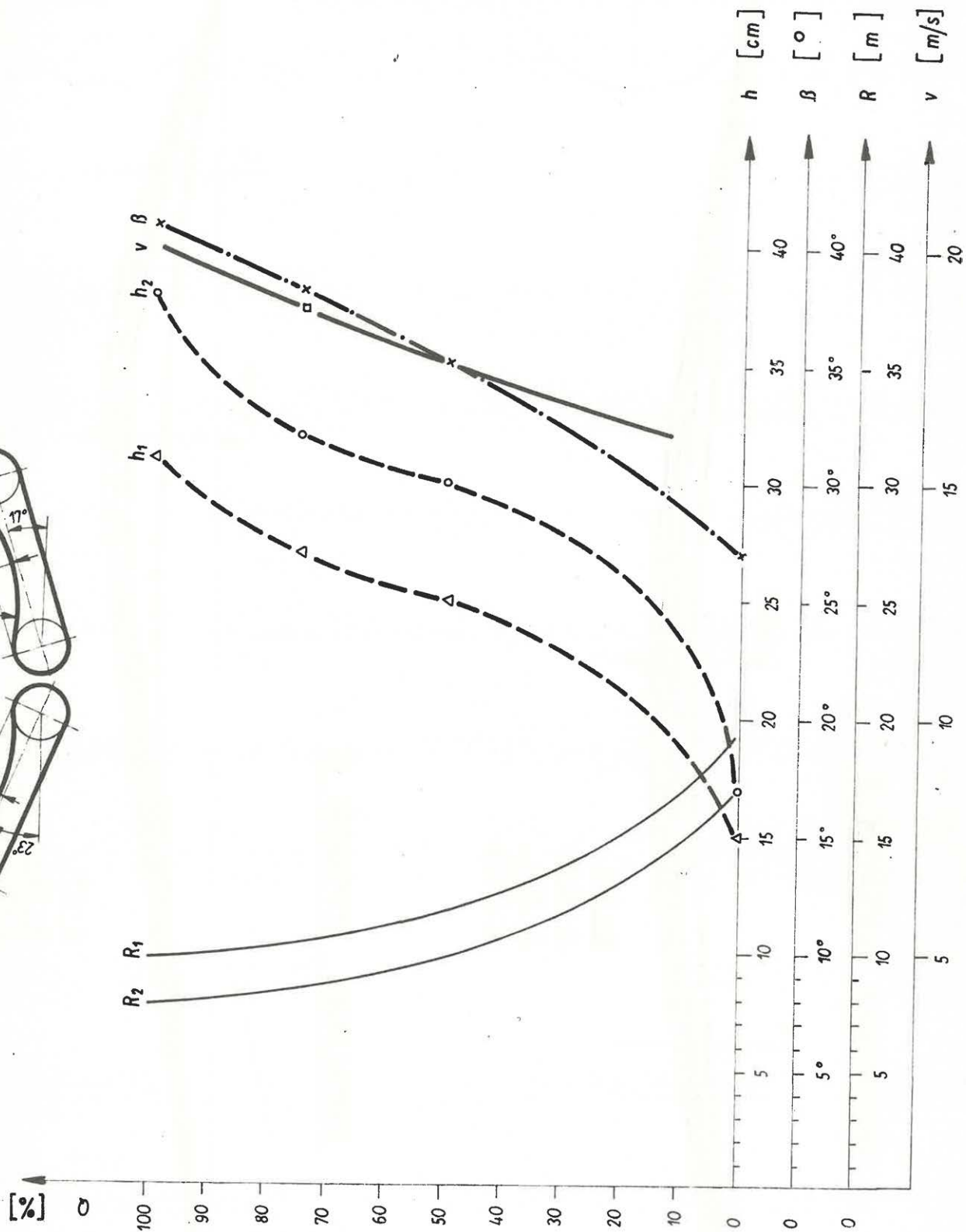
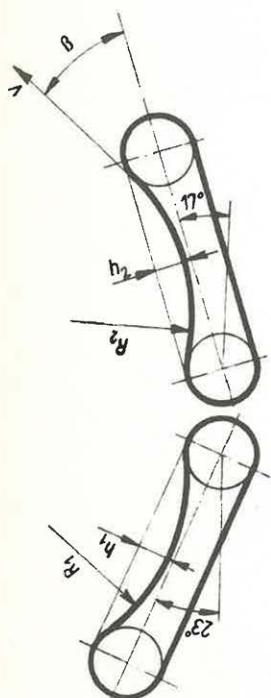


URYCHLOVACÍ DOPRAVNÍK I

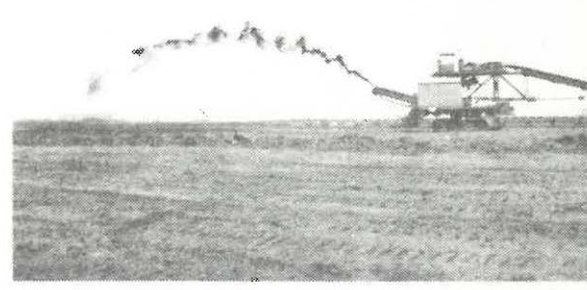
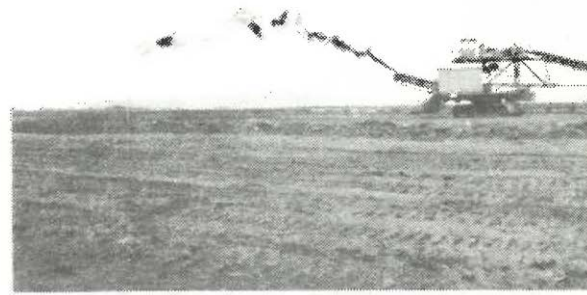
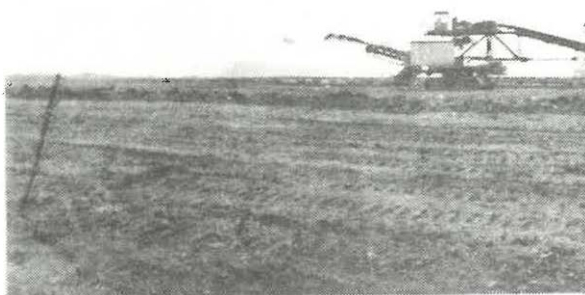
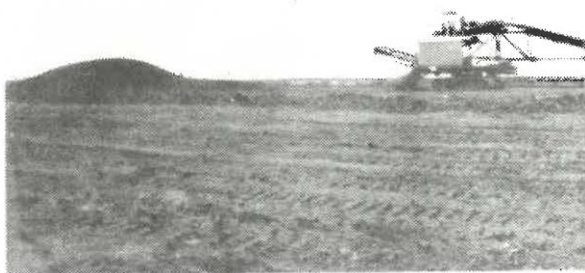


URYCHLOVACÍ DOPRAVNÍK II

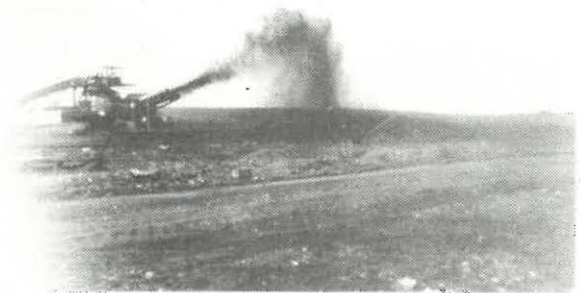




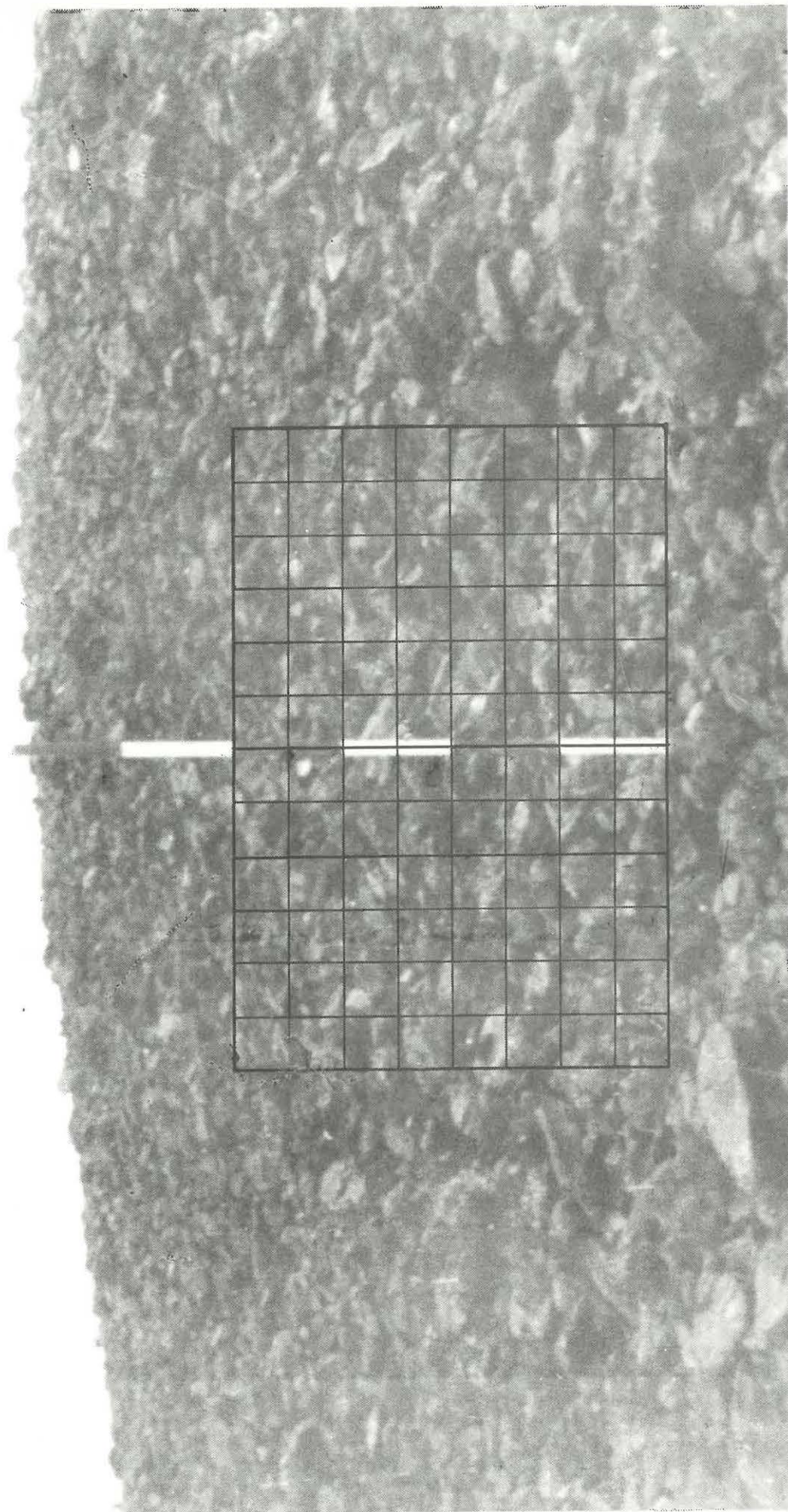
Obr. 12

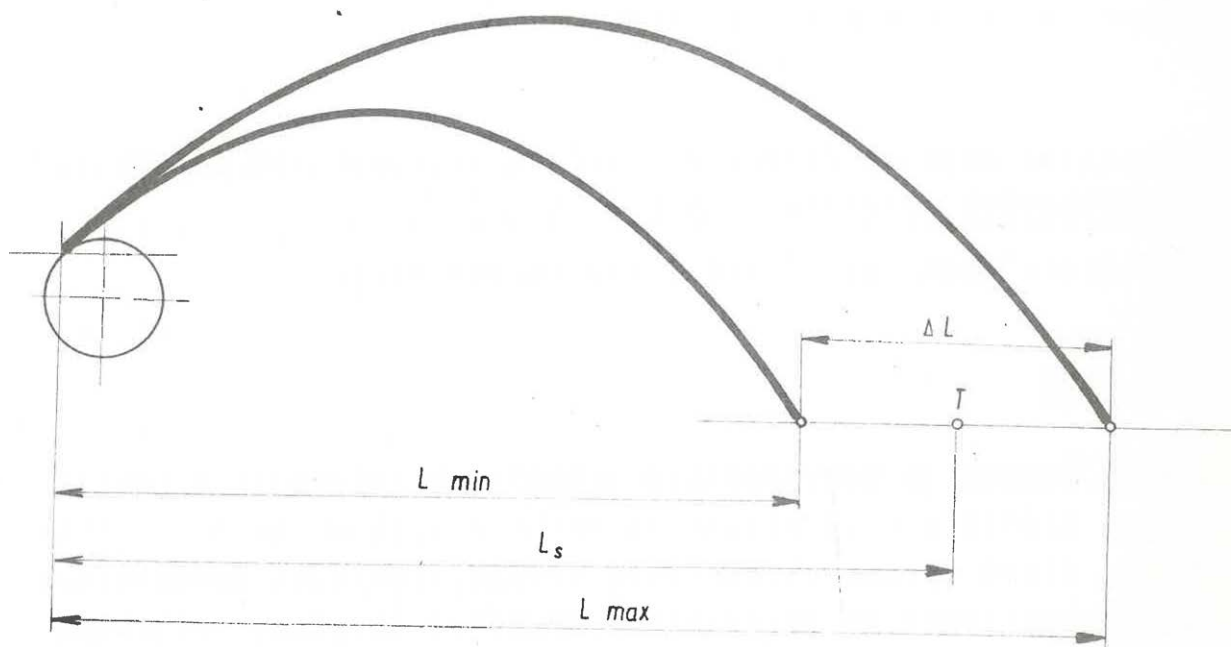


Obr. 14

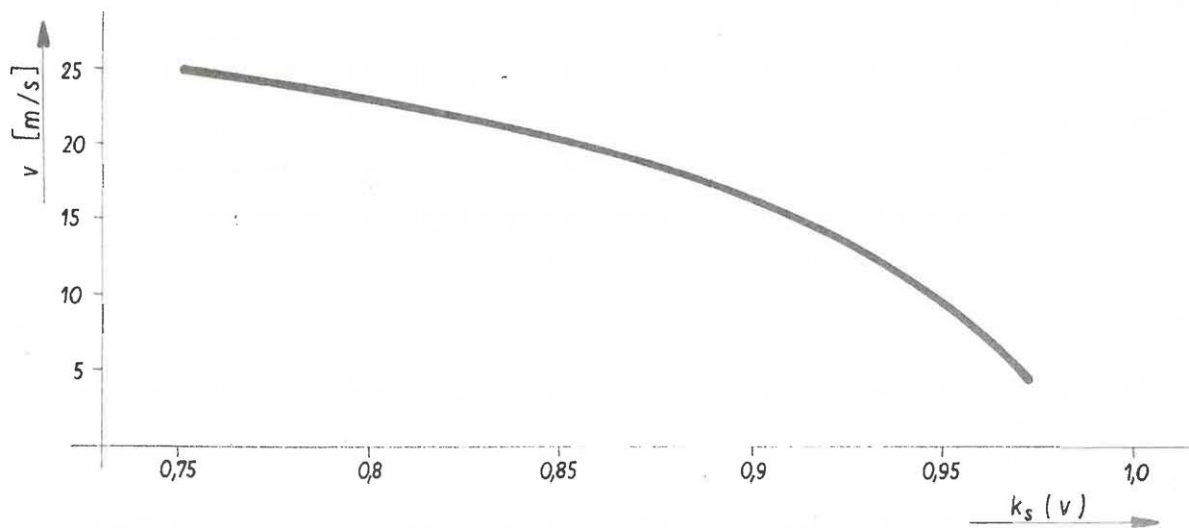


Obr. 15





Obr. 13



Obr. 18