

Ing. Josef D r o b n ý , Ing. T o m á š K r a t o c h v í l , VÚHU:

Výsledky řešení obracení spodní větve pásových dopravníků

Obracení spodní větve pásu jako prostředek k odstranění znečišťování pod spodní větví pásového dopravníku je známo a používáno zejména v USA, NSR, NDR, PLR a v posledních dvou letech také v ČSSR.

Základním problémem u obracení pásu je nepřekročit v jednotlivých vláknech dovolené prodloužení a tím i dovolené tahové napětí.

Při volbě základní délky obracení $l = K \cdot B$, tedy násobku šířky pásu, bude přírůstek délky krajního vlákna

$$(1) \quad \Delta l_a = \frac{B \cdot \pi^2}{8 K}$$

a poměrné prodloužení

$$(2) \quad \epsilon_a = \frac{\pi^2}{8 K^2}$$

minimální poměrné prodloužení by bylo při prostém přeložení pásu při obracení, a to

$$(3) \quad \epsilon_{\min} = \frac{1}{2 K^2}$$

Z toho je patrné, že poměrné prodloužení závisí nepřímo úměrně na čtverci K . Obvykle se doporučuje délka obracení v mezích $10 \div 25$ násobku šířky pásu. Vyšší hodnoty platí pro pásy s ocelovým kordem.

Lze tedy definovat cíl řešení systému obracení pásu takto:

- nalézt takové uspořádání obracací jednotky, aby poměrné prodloužení bylo minimální,
- nalézt takové uspořádání, aby i při velkých délkách obracení (velkém násobku šířky pásu K) byla obracací jednotka konstrukčně jednoduchá a měla minimální konstrukční výšku,

- zajistit vysokou spolehlivost zařízení i při eventuálním poklesu napí-
nací síly ve spodní větvi pásu, zejména při rozběhu dopravníků.

V ČSSR se u dálkové pásové dopravy výhradně používají pryžové pásy s po-
lyamidovými kordovými vložkami. Pásy se vyznačují vysokou pružností a oheb-
ností, jak v podélném, tak i v příčném směru.

Z praxe je známo, že vlivem malé příčné tuhosti pásů československé kon-
strukce velikost poloměru R (poloměr, který se vytvoří v pásu mezi středním
a bočním válečkem u stoličky $s = 30^\circ$) i bez zatížení těživem nedosahuje hodnot

$$R = \frac{B}{\pi}.$$

Proto mohl být navržen k použití systém obracecí jednotky, spočívající
ve skroužení pryžového pásu do trubky (obr. 1) soustavou válečků z vnější
strany pásu.

Ve srovnání se systémy používanými jinde v zahraničí má tento systém ná-
sledující výhody:

- je jednoduchý, poměrné prodloužení se blíží hodnotám $\varepsilon_{\min}$,
- nová konstrukce je méně náročná na prostor a je tedy použitelná i pro
široké dopravní pásy,
- je provozně bezpečnější, vylučuje možnost vysmeknutí pásu i při prudkých
změnách napínací síly,
- směr šroubovice je nezávislý na konstrukci a lze tedy vždy volit takový
směr šroubovice (levo či pravotočivě), aby válečky obracecí jednotky ne-
přicházely do styku se znečištěnou stranou pásu,
- trubkové uspořádání podstatně ztuzuje pás v podélném směru, odpadá tedy
jeho kmitání a lze i při jedné obracecí jednotce volit velké délky obra-
cení,
- systém je původní (je předmětem čs. patentu č. 135054) a není tedy nutné
nakupovat výrobní či patentovou licenci v zahraničí.

Konstrukční řešení nového systému obracení pásu

Jednotky pro šířku pásu 1000 a 1200 mm

Obracecí jednotka této šířky je složena ze čtyř válečků a rámu (obr. 2).
Dosud se používají dva typy válečků:

- váleček hyperbolického provedení. Rotační hyperboloid je vytvořen tyčemi o $\varnothing$ 20 mm, uspořádanými v osách tvořících průmek. Výhodou těchto válečků je menší váha,
- váleček třídílného provedení. Má rovněž vnější podobu hyperboloidu, ale pro snížení rozdílu obvodových rychlostí jsou obě krajní části uloženy kluznými ložisky na střední části válečků. Tento typ válečku se používá v místech většího zatížení.

Rám obracecí jednotky je možno vkládat do náběhového dílu poháněcí nebo vratné stanice.

V současné době jsou obracecí jednotky tohoto typu (obr. 3) v provozu na lomech Merkur, Barbora, Zápotocký.

Jednotky pro šířku pásu 2000 mm

Obracecí jednotka této šířky je provedena z děleného rámu a šesti stejných válečků (obr. 4 a 5). Válečky jsou uloženy v jedné rovině. Obracecí jednotky jsou zabudovány na dopravníku č. 150 lomu M. Gorkij (obr. 6 a 7). Rám jedné z obracecích jednotek je upraven pro tensometrické měření radiálního zatížení ložisek válečků.

Jednou z podmínek řádné funkce obracecí jednotky je její správné výškové ustavení v konstrukci dopravníku. Střed obracecí jednotky musí být umístěn tak, aby ležel na řetězovce, kterou by zaujala osa pásu podepřeného pouze v místech počátku a konce obracení.

Na prototypch obracecích jednotek byla provedena řada měření a pozorování, z nichž uvádíme následující.

Měření prodloužení pásu při obracení

Měření bylo provedeno na dopravníku š. 2000 mm. Na pás uvolněný na hodnotu 2 Mp (uvolnění pásu v delších přestávkách) byly narysovány značky s roztečí 1 m v délce 70 m. Značky byly narysovány na krajích a uprostřed pásu. Po napnutí pásu na 14 Mp (maxim. provozní napínací síla) bylo změřeno prodloužení metrového úseku o 1,75 mm, (tj. $\epsilon = 0,175\%$). S takto označeným úsekem pásu bylo najeto do prostoru obracení, nejprve k vratné a po provedeném měření i k poháněcí stanici.

Výsledky měření byly vyneseny do grafů. Na obr. 8 je graf průběhu ϵ v úseku obracení u poháněcí stanice.

V horní části grafu je přehledně zakreslena situace, ve střední části je graf relativního prodloužení krajních vláken pásu vůči vláknům středním. Na spodní části grafu je relativní prodloužení (zkrácení všech vláken).

Maximální přírůstky prodloužení jsou naměřeny v krajních vláknech buď v obracací jednotce nebo v místech odtlačujících válečků.

Přehledně jsou maximální hodnoty (v %) uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1

	Maximální prodloužení v %	
	v obracací jednotce	u odtlačujících válečků
Poháněcí stanice	0,7	0,725
Vratná stanice	0,675	0,675

Maximální prodloužení leží tedy v mezích pod 1 %. Dále je patrné, že tahy v pásu se vyrovnávají ještě v místech normálního uložení na válečcích. Délka obracení leží v mezích $15 \div 18$ násobku šířky pásu.

Měření radiálních sil v ložiskách válečků

Měření bylo provedeno tensometricky na obracací jednotce u vratné stanice rovněž na dopravníku š. 2000 mm. Za klidu i za pohybu byla udržována síla v pásu v rozmezí 15 - 18 Mp.

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 2 podle schématu na obr. 9.

Tabulka č. 2

Číslo válečku	Ložisko	Radiální síla (Kp)	
		za klidu	za pohybu
1	1	80	220
	2	40	170
2	1	120	315
	2	180	310
3	1	160	260
	2	140	260
4	1	220	180
	2	330	190
5	1	220	365
	2	250	400
6	1	70	235
	2	90	275

Měření oteplení válečků

Pohybem povrchových vláken pásu po šroubovici a tvarováním válečků vznikají rozdíly obvodových rychlostí mezi válečky a pásem. Tímto dochází k tření a otepluje se jak pás, tak i válečky. Průběh i velikost teploty má vliv na mazání ložisek válečků.

Výsledky měření jsou uvedeny na grafu obr. 10.

Z grafu je patrné, že teplota pásu za provozu byla až o 50 °C vyšší, vnější teplota válečků asi o 7 °C vyšší než teplota prostředí. Oteplení válečků je tedy za provozu přijatelné a není nebezpečí přehřátí ložisek.

Upotřebení pásu v obracací jednotce

Před měřením byla celá obracací jednotka pečlivě očištěna štětcem a pod jednotku byla rozprostřena igelitová plena. Po hodinovém provozu byl otěr smeten z jednotky na igelit a předán technické laboratoři k analýze. Celková váha otěru činila 3,259 g.

Výsledek rozboru je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3

Látka	% váhy
Minerální součásti, zrna písku a prachu	46,0
Feromagnetické součásti	29,5
Textilní vlákna	3,5
Organické látky, pryž, tuk apod.	21,0

Přestože je provedená zkouška krátkodobá, prokazuje, že není nebezpečí nadměrného opotřebení pásu ani vlastních válečků obracací jednotky. Z toho vyplývá, že za 50 000 provozních hodin by se krycí vrstva opotřebila po celé šíři o 0,01 mm, případně hrana pásu o ca 1 mm. Při rovnoměrném rozložení by se plášť válečků obracací jednotky opotřebil o tloušťku 1 mm za 6 500 hodin. Opotřebení válečků i pásu bude zřejmě místní a bude vyžadovat dlouhodobé měření v provozu.

Vliv teploty na příčnou tuhost pryžových pásů

Z tabulky č. 2 je patrné, že za pohybu vlivem tuhosti pásu všeobecně vzrostou reakce v ložiskách válečků. Z toho důvodu byla prověřena změna tuhosti pásu v příčném směru při teplotách $+20^{\circ}\text{C}$; -20°C .

Za tím účelem byl z dopravního pásu vyříznut přes celou jeho šířku pruh široký 20 cm. Na obou koncích byly vyseknuty otvory pro závěs háků. Po zavěšení háků bylo lano délky 2 m zavěšeno uprostřed a měřil se průhyb (a) a sevření (b) pásu, způsobené vlastní vahou (schéma na obr. 11).

Z přibližného tvaru křivek (obr. 12) zakresleného za použití středních hodnot a, b, je patrné, že křivost při průhybu vlastní vahou je velmi podobná zakřivení v obracecí jednotce.

Výjimku tvoří pás š. 1600 mm, který při stejné konfekci (4 PA 700) a prakticky stejné tloušťce jako pás š. 2000 mm je relativně tužší. Tato okolnost byla vzata v úvahu při návrhu obracecí jednotky pro tuto šířku. Změny tuhosti vlivem teplot jsou u pásů šíře 1200 a 2000 mm sice patrné, ale nejsou podstatné.

Na obr. 13 jsou naznačeny ohybové křivky pásu š. 2000 mm v průběhu obracení.

Provozní spolehlivost systému obracení

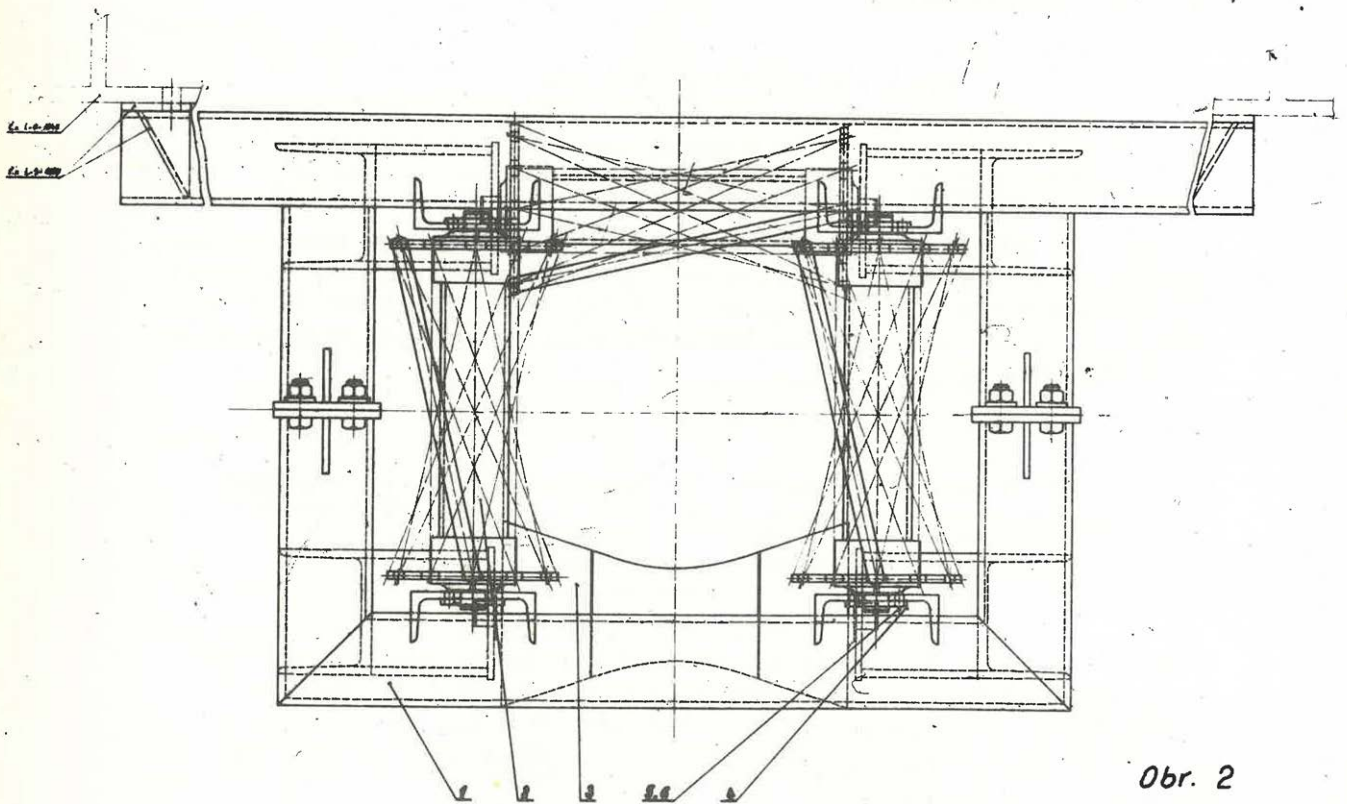
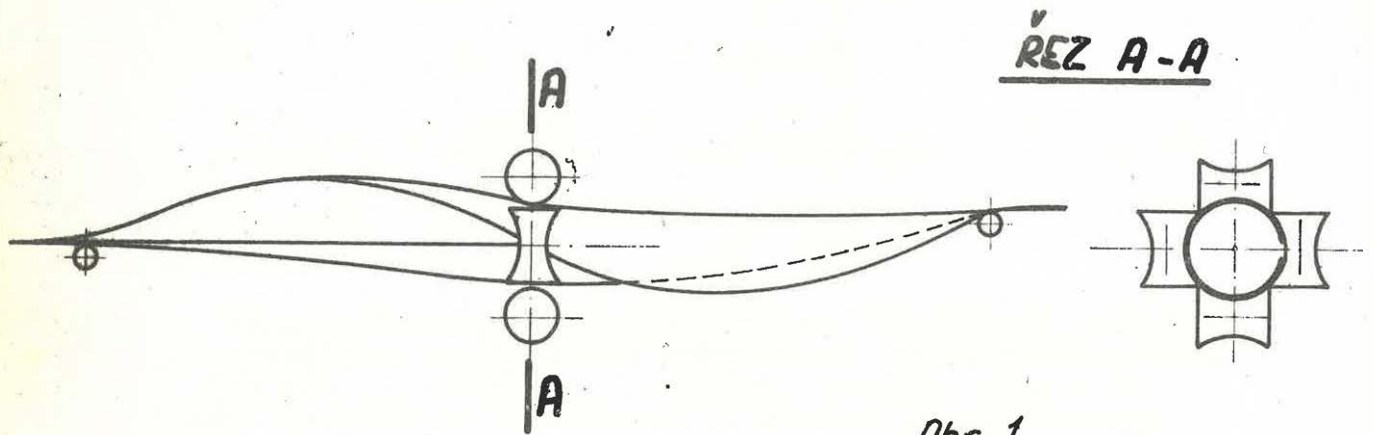
S cílem získání bližšího pohledu na mechanismus obracení bylo provedeno filmování funkce obracecí jednotky při malém napnutí pásu. K takovému případu dochází zejména při rozběhu pásu s nedostatečně odčerpanými spojkami nebo při selhání automatiky napínání.

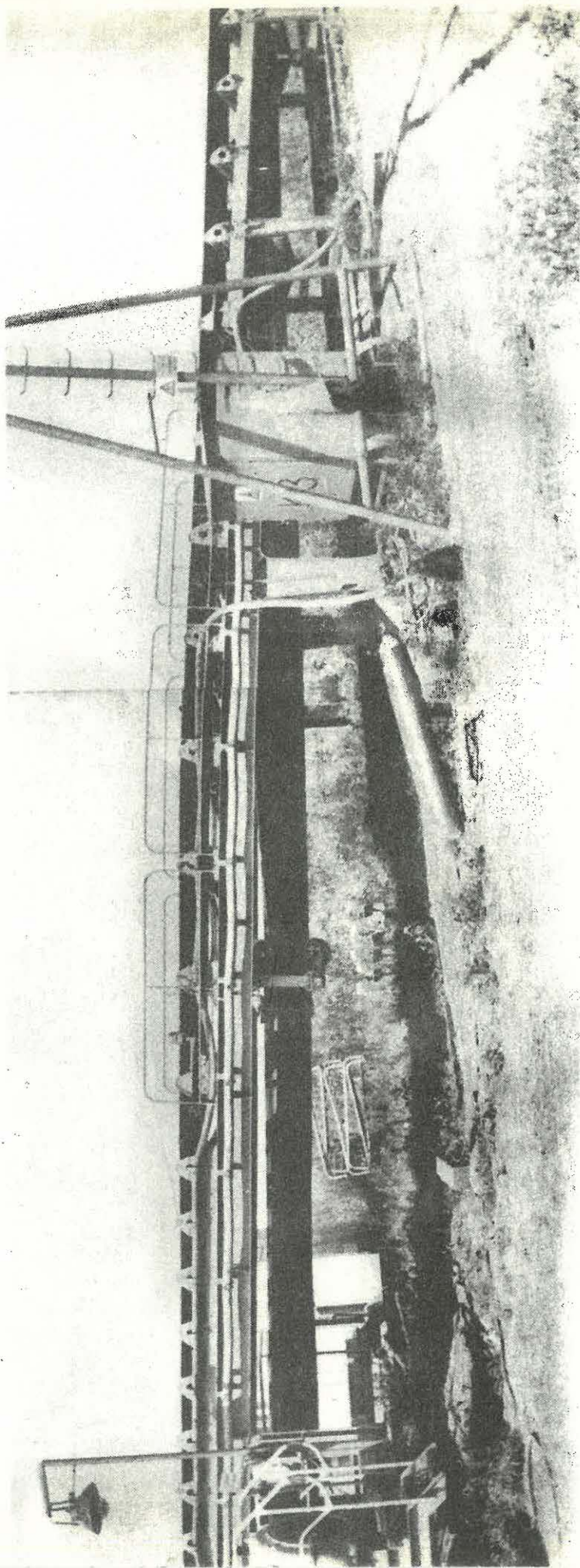
Na obr. 14 je část filmového záznamu takového případu. Situace byla záměrně navozena a je z ní patrné, že i v tomto extrémním případě pracuje systém obracení spolehlivě.

V současné době je připravován návrh zařízení, které má vynášet otěr z prostoru obracení na horní větev dopravníku, čímž odpadne ruční nebo mechanické čištění pod celou trasou pásové linky.

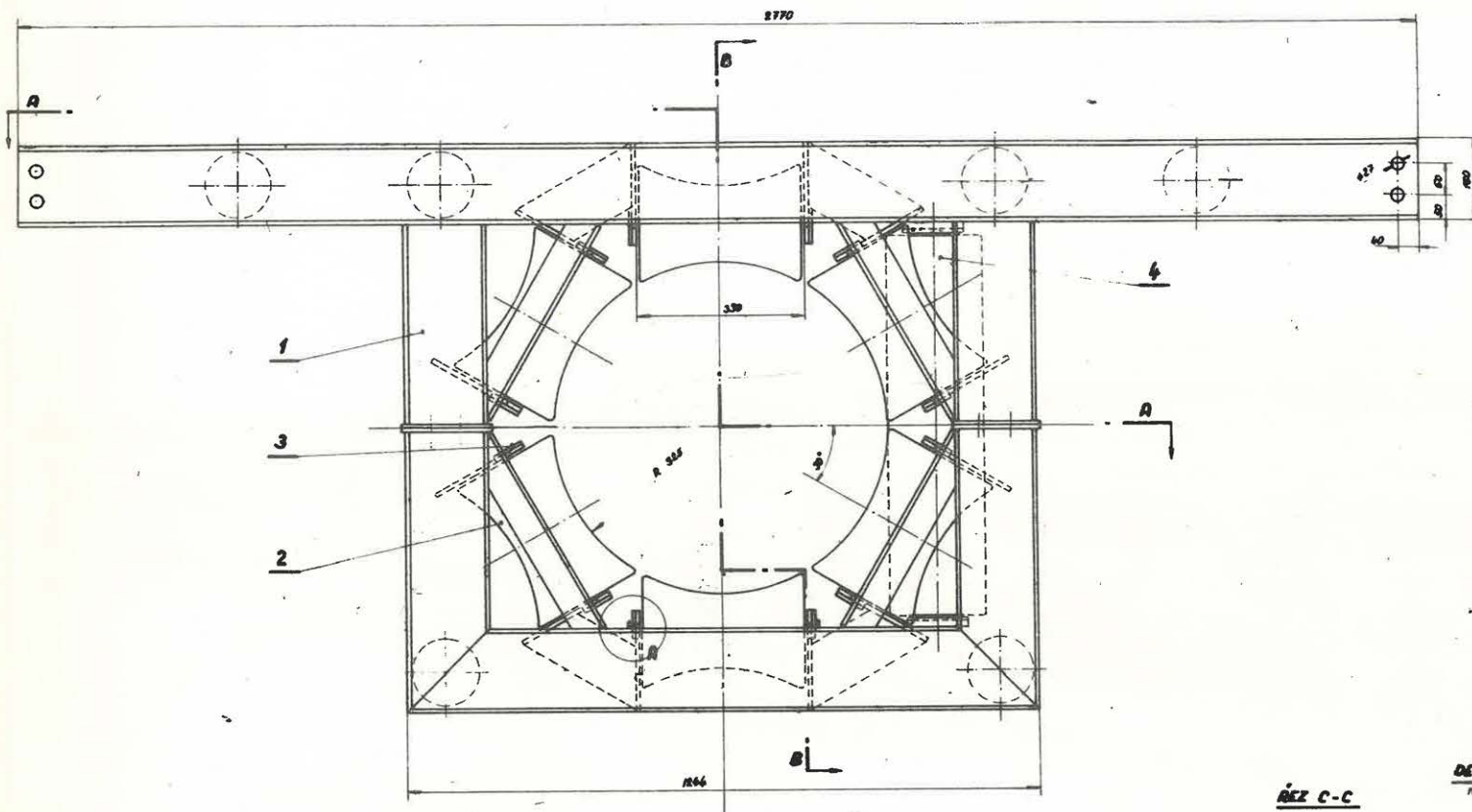
S h r n u t í

Článek pojednává o novém systému obracení spodní větve pásu. Je zde proveden teoretický rozbor, uvedeny výsledky experimentálních zkoušek měření, jakož i zkušenosti z úspěšného provozního nasazení v dopravních linkách šíře 1200 a 2000 mm.

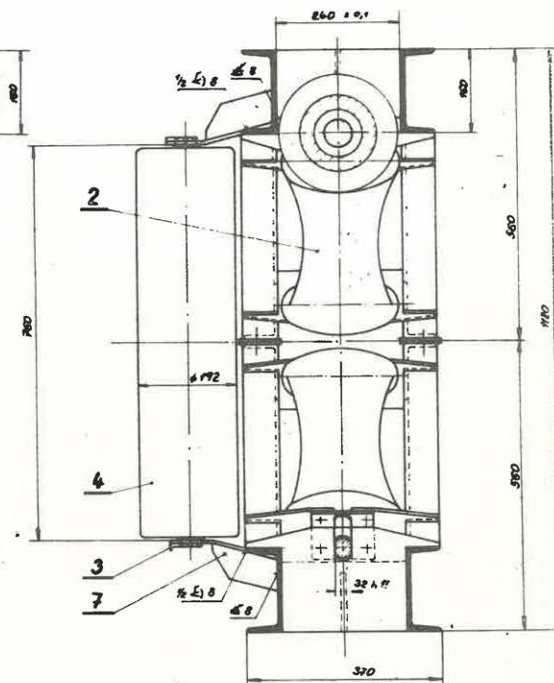




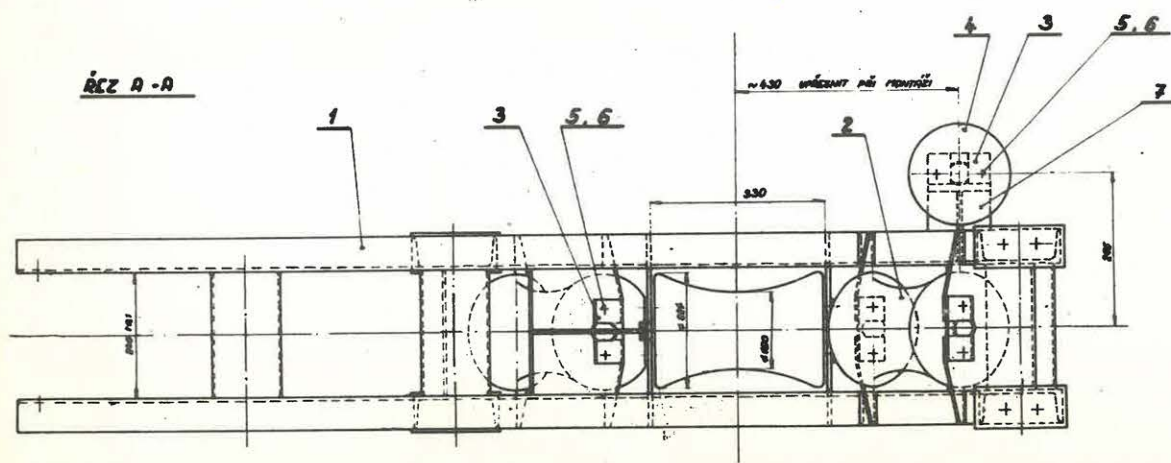
Dir. 3



ŘEZ B-B

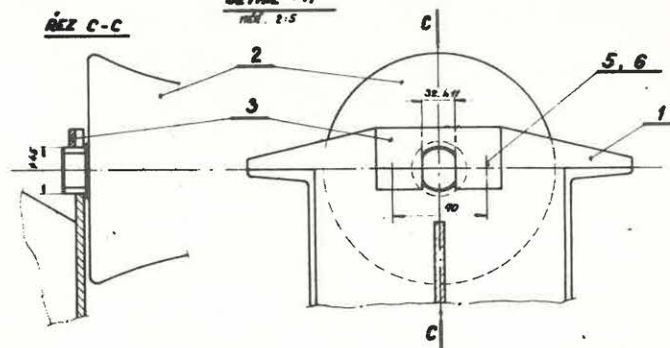


ŘEZ A-A

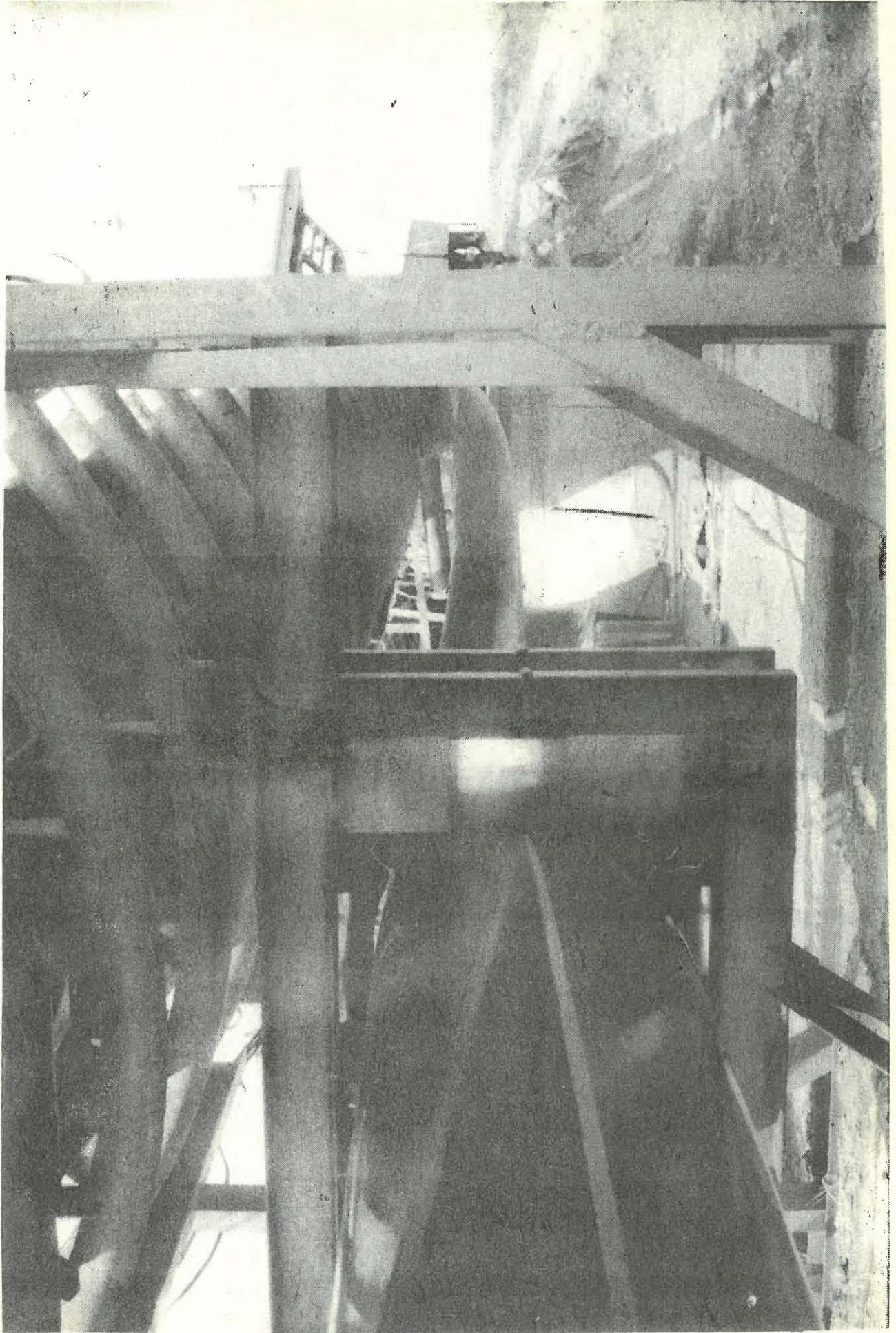


ŘEZ C-C

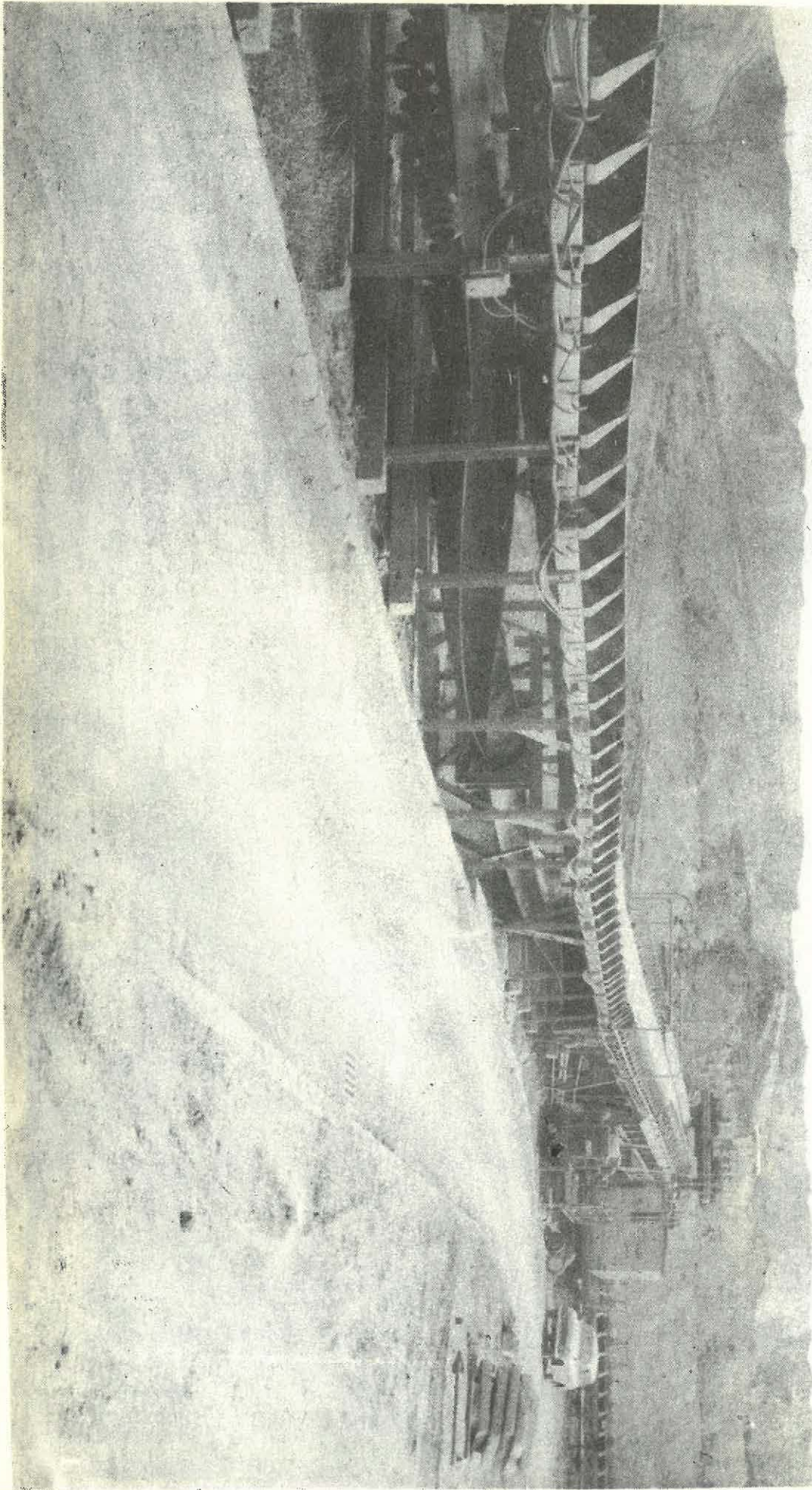
DETAIL - A
mříž 2:5



Obr. 4



Obr. 5



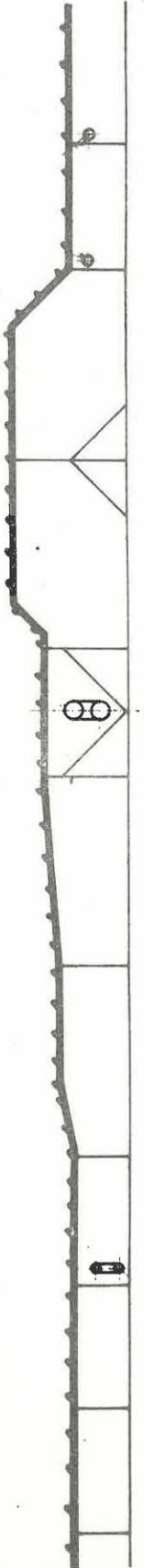
Obv 6



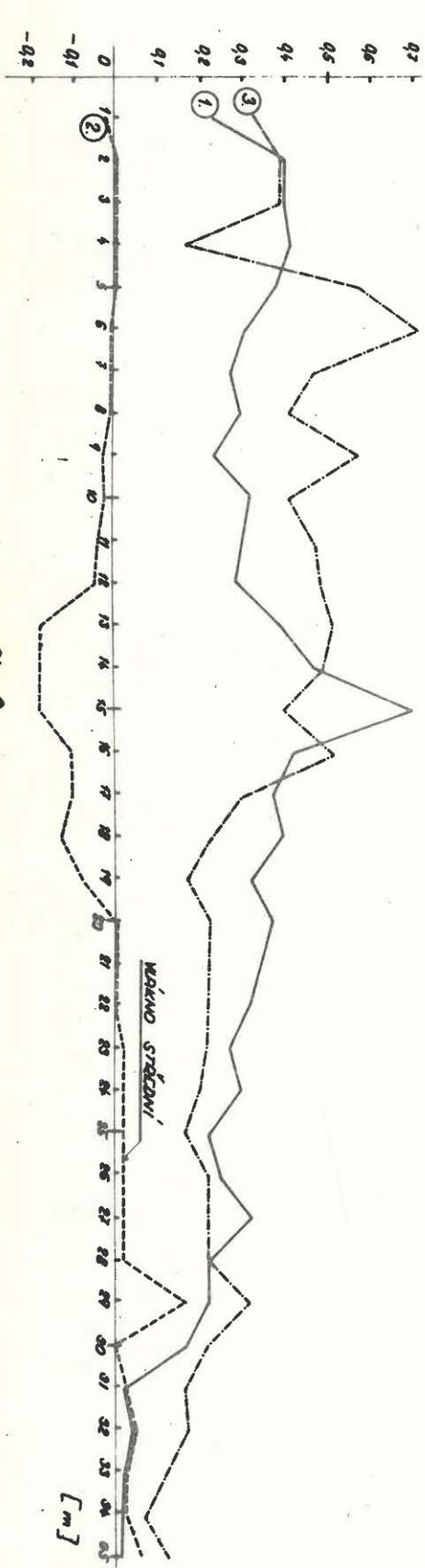
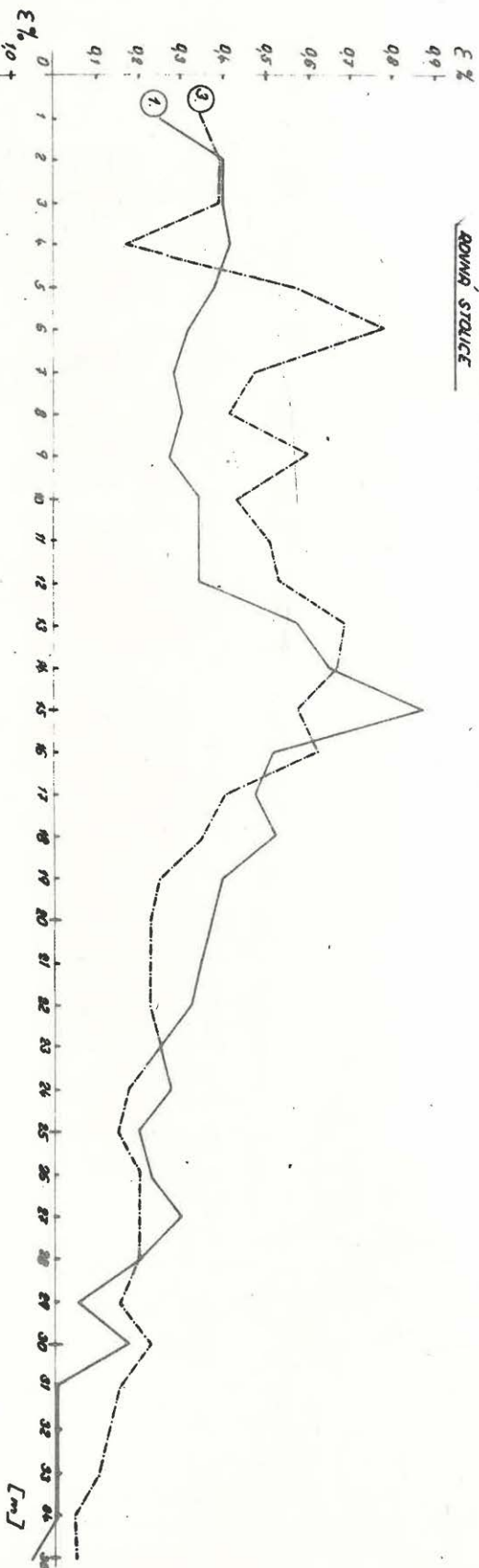
Obr. 7

POHLED ZI STANICE

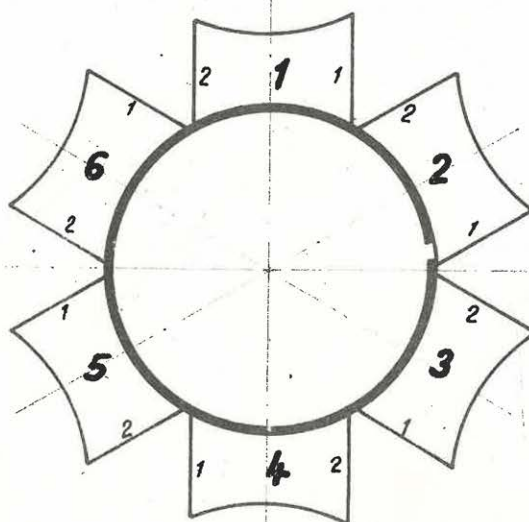
OPRAVŮVACÍ ÚSEK



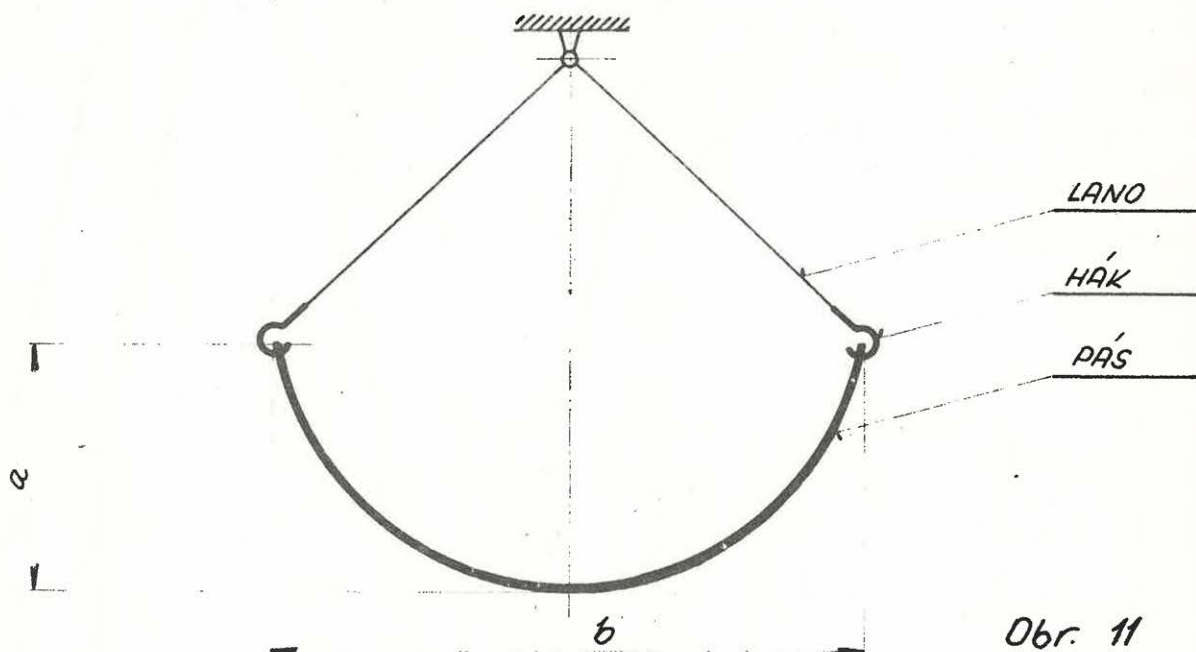
ROVNÁ STANICE



Obč. 8

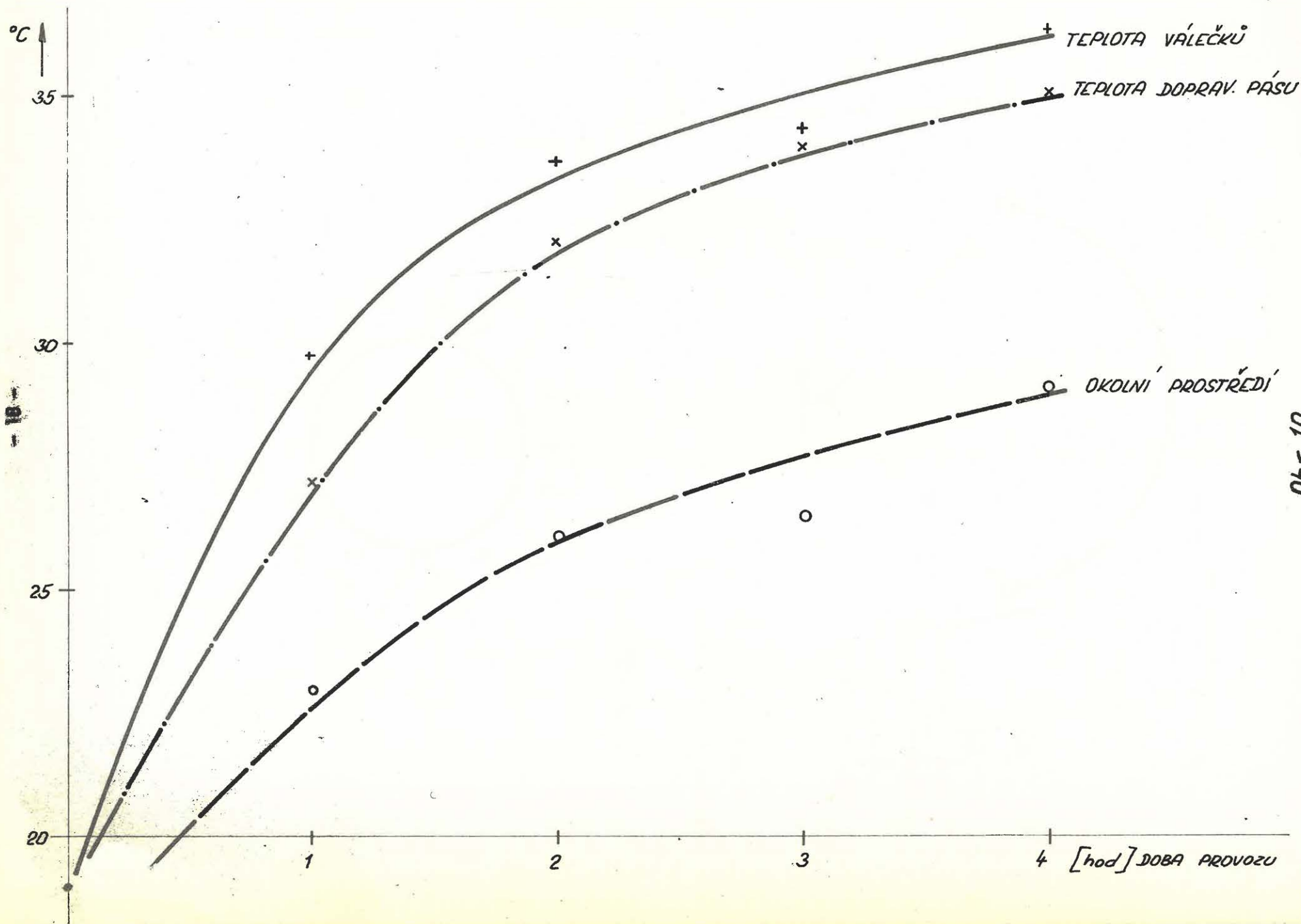


Obr. 9

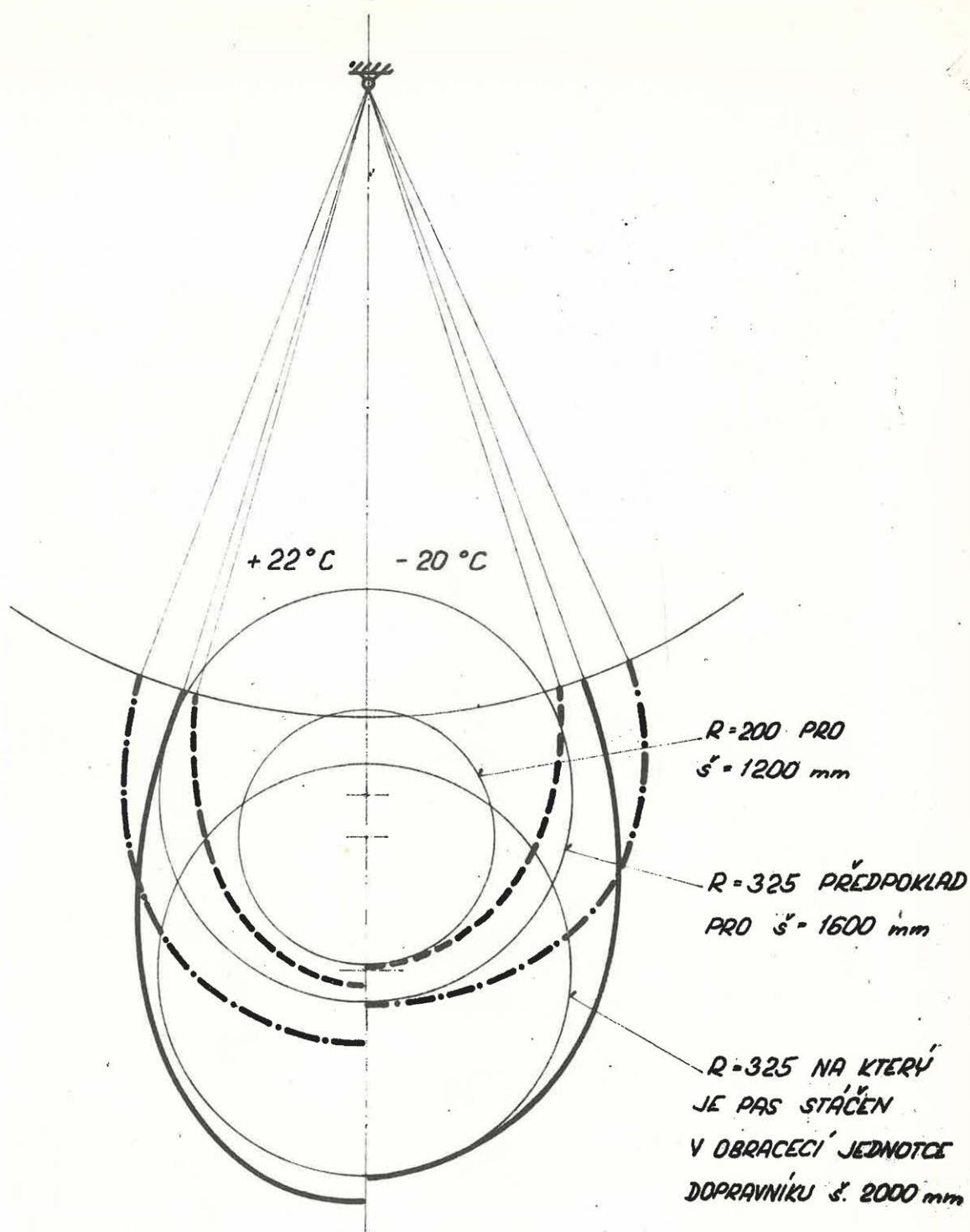


Obr. 11

MEJ. J. T. K. V. P. U.



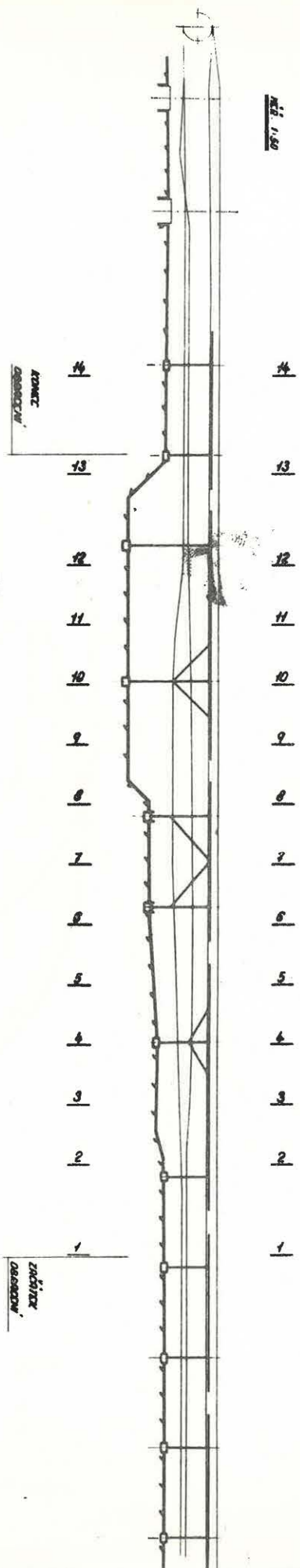
Dbr. 10



		-20°C	$+22^{\circ}\text{C}$	OZNAČENÍ
1200	a	441	462	-----
	b	619	540	
1600	a	550	578	-.-.-.-.-
	b	825	721	
2000	a	794	809	—————
	b	677	569	

STŘEDNÍ HODNOTY

масштаб 1:50



АКЗ 1-1



АКЗ 2-2



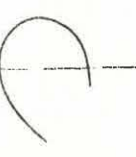
АКЗ 3-3



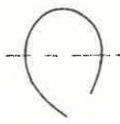
АКЗ 4-4



АКЗ 5-5



АКЗ 6-6



АКЗ 7-7



АКЗ 8-8



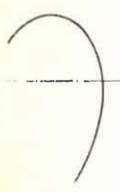
АКЗ 9-9



АКЗ 10-10



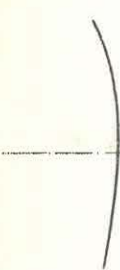
АКЗ 11-11



АКЗ 12-12



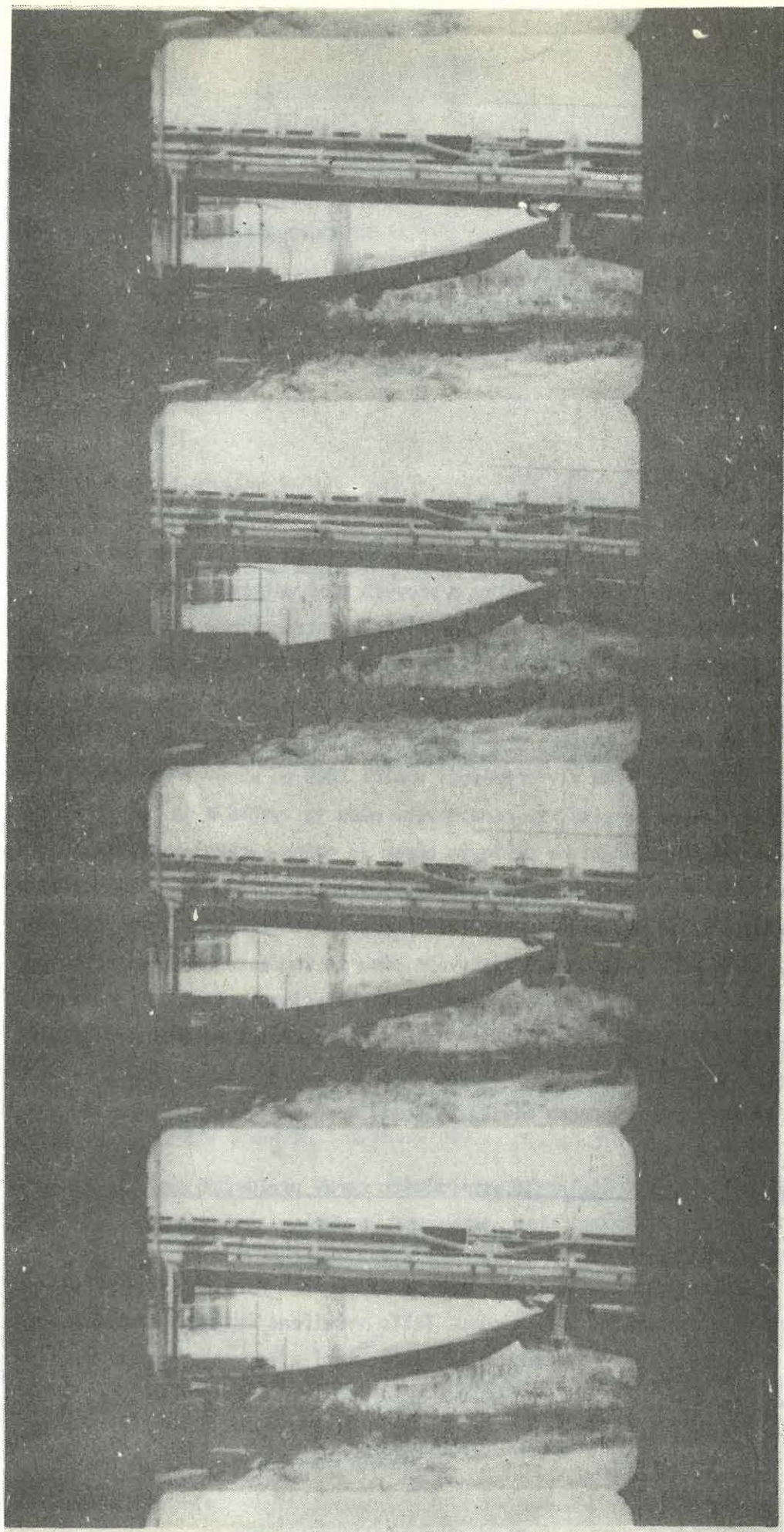
АКЗ 13-13



АКЗ 14-14



Обр. 13



Dec. 14