

Milan K r a j č a, VÚHU

Pásové dopravníky v girlandovém provedení formou nástavby

Zkušenosti z provozu dálkových pásových dopravníků šířek 1600 a 2000 mm ($v = 5$ m/s) a provedená měření ukazují, že převážná většina dobývacích strojů, zasazených v podmínkách SHR přiřazených k této technologické dopravě, není schopna dobývat nadložní horniny v kusovitosti, kterou připouští ČSN 263102 pro odpovídající šířky dopravního pásu. To má za následek nesouměrné naložení dopravního pásu, přepadávání těživa přes okraje pásu se všemi negativními důsledky (nebezpečí a vznik závalů, zvýšení dopravních odporů, poškozování konstrukce dopravníků, dopravního pásu apod.).

Všechny tyto negativní jevy vyvolaly nutnost zabývat se problematikou dopravy nadložních hornin, jejichž kusovitost při dobývání přesahuje hodnoty, které připouští ČSN. Jako jedno z nejefektivnějších řešení dané problematiky bylo vytypováno řešení, kde dopravní trasa je vytvořena v girlandovém provedení. Z praxe je známo velké množství různých typů a provedení girlandových pásových dopravníků. Aby bylo docíleno co největšího snížení dynamických účinků od dopravovaného těživa na konstrukci a dopravní trasu pásu, byl pro tyto účely vyvinut nový typ girlandového pásového dopravníku, jehož trasa je zavěšena na volných lanech. Takto řešený dopravník je možno nasadit i na stávající sekce dálkové pásové dopravy formou nástavby.

Rozbor problematiky:

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro racionální dopravu kusovitého těživa je zajištění klidnosti toku tohoto těživa po celé trase dopravníku. Teoretický a experimentální výzkum problému klidnosti toku těživa u pásových dopravníků byl ve VÚHU prováděn, zde uvedeme již jen získané výsledky.

Při přechodu těživa přes podpěrné válečky pásového dopravníku se

toto odpoutává od dopravního pásu o výšku Δh . Pro velikost Δh platí experimentální ověření rovnic, které charakterizují klidnost toku těživa.

a) Plynulý tok těživa (obr. 1)

$$\Delta h = \frac{a^2 q^2 v^2 g}{2(Tg - qv^2)^2} \quad (m)$$

b) Osamělý kus (obr. 2)

$$\Delta h = \frac{v^2 G^2}{2g} \left(\frac{ag}{Tag - 2Gv^2} - \frac{c}{a} \right)^2 - Gc \quad (m)$$

kde:	$v(m/s)$	- dopravní rychlost
	$T(kp)$	- tah v dopravním páse
	$a(m)$	- rozteč válečkových stolic
	$c(m/kp)$	- konstanta pružnosti válečkových stolic
	$q(kp/m)$	- mírné obtížení pásu
	$G(kp)$	- váha osamělého kusu

Z výše uvedeného je zřejmé, že velikost klidnosti toku těživa (charakterizované hodnotou Δh) je možno ovlivnit konstrukčním provedením pásového dopravníku, válečkových stolic a velikostí tahu v dopravním páse (tj. velikost napínací síly).

Zkušenosti z provozu stávajících technologických celků ukázaly, že klidnost toku kusovitého těživa je největším problémem při použití vyšších dopravních rychlostí ($v = 5 m/s$ a výše). Dochází zde k přepádání kusů přes okraje dopravního pásu, k deformacím plášťů válečků, k uvolňování čel a podobně). Proto se muselo přistoupit k následujícímu řešení:

- odpružit válečkové stolice v girlandovém provedení (zavěšení na laně)
- dle možnosti použít takovou velikost tahu v dopravním páse, při kterém dojde k uklidněnému pohybu kusů po páse. Její minimální velikost je dána vztahem

$$T_{\min} = \frac{a \cdot v \sqrt{G}}{c \cdot v \sqrt{G} + a \sqrt{2gc}} + \frac{2 v^2 G}{ag} \quad (\text{kp})$$

Převedením výše uvedených teoretických poznatků do praxe, vzniklo nové řešení girlandového pásového dopravníku. Konstrukční provedení dovolují jak samostatné řešení dopravníku, tak i použití tohoto řešení formou nástavby na stávající pásové dopravníky. Tyto možno rekonstruovat v celé délce trasy, nebo nasazovat v místech přesypů 30-40 m dlouhé uklidňovací úseky. Řešení dovolují použít girlandovou trasu jak na stabilních, tak i na přesuvných pásových dopravnících. Jednotlivé prvky byly zkoušeny v lomových provozech velkolomů M. Gorkij a Merkur. Na velkolomu M. Gorkij byly odzkoušeny

- přesuvný girlandový zkušební úsek š. 1600 mm
- stabilní girlandový zkušební úsek š. 2000 mm
- intenzifikovaný girlandový pásový dopravník š. 1600 mm $v = 6,3$ m/s.

Na velkolomu Merkur byly odzkoušeny girlandové uklidňovací úseky š. 1600 mm, které jsou aplikací zkušebních úseků zabudovaných na velkolomu M. Gorkij.

Provozní výsledky

Přesuvný girlandový zkušební úsek š. 1600 mm

Při projekci a konstrukčním zpracování byl brán zřetel na to, aby zůstala zachována nejen ocelová konstrukce dopravníku (středních dílů), ale i schopnost přesunu bez nutnosti uvolňování nosných lan. Z daných předpokladů vznikla nová konstrukce girlandového pásového dopravníku zavěšeného na volných nosných lanech. Tato konstrukce byla přihlášena jako vynález pod číslem PV-1371-72. Celý zkušební úsek byl vytvořen formou nástavby a zabudován v průběhu měsíce června na páse 102 velkolomu M. Gorkij v Bílině (obr. 3).

V průběhu provozu tohoto zkušebního úseku byla provedena ještě měření:

- 1) měření dynamických účinků při průchodu ojedinělých kusů

2) měření napětí v lanech při přesunu dopravníku.

Měření dynamických účinků

Toto měření bylo provedeno za účelem stanovení dynamického koeficientu, potřebného k výpočtu a dimensování jednotlivých celků pro girlandové pásové dopravníky v provedení dle PV-1371-72 pro dopravní šířky pásu 1600 a 2000 mm a pro případ zatížení dopravníku ojedinělými kusy větších rozměrů.

Métoda měření byla stanovena tak, že girlandové pole tvořící čtyřkloubový mechanismus, bylo nejdříve uprostřed zatíženo staticky ojedinělým kusem a po změření pomocí dvou dynamometrů byl kus dopravován při jmenovité rychlosti $v=5$ m/s přes měřené pole. Kus byl zvážen před započítáním měření a byly změřeny jeho maximální rozměry. Rychlost dopravníku byla měřena pomocí tachogenerátoru, síly v lanech pomocí dynamometrů. Obojí snímání veličiny byly snímány oscilograficky na registrační pásku. Síly v lanech byly měřeny na dvou místech uprostřed pokusného úseku s girlandovými válečkovými stolicemi, zavěšenými na volných lanech, viz obr. 4.

Pro měření byly vybrány dva kusy vypáleného jílů, jejichž rozměry a váha byly změřeny:

- | | |
|---------------|----------------------------|
| 1) větší kus: | rozměry = 1000 x 840 x 500 |
| | váha = 0,526 t |
| 2) menší kus: | rozměry = 680 x 550 x 350 |
| | váha = 0,173 t |

Naměřené hodnoty byly odečteny ze záznamové pásky.

a) statické měření	Základní zatížení za klidu (Mp)	Větší kus 0,526 t přírůstek zatížení			Menší kus 0,173 t přírůstek zatížení		
		(Mp)	%	součet (Mp)	(Mp)	%	součet (Mp)
měřený bod č.1	1,95	0,90	46	2,85	0,3	15	2,25
měřený bod č.2	1,65	0,65	40	2,30	0,25	15	1,90
Σ 1 + 2	3,60	1,55	43	5,15	0,55	15	4,15

b) dynamické měření

měřený bod č.1	1,95	1,56	80	3,51	0,72	37	2,67
měřený bod č.2	1,65	1,28	78	2,93	0,52	32	2,17
Σ 1 + 2	3,60	2,84	79	6,44	1,24	34	4,84

Stanovení dynamického koeficientu k :

$$f_d = \frac{\text{maximální síla naměřená při } v = 5 \text{ m/s}}{\text{síla naměřená při statickém zatížení}}$$

Pro kus o váze $G = 0,526 \text{ t}$

měřený bod č. 1

$$f_d = \frac{3,51}{2,85} = 1,23$$

měřený bod č. 2

$$f_d = \frac{2,93}{2,30} = 1,27$$

Σ 1 + 2

$$f_d = \frac{3,51 + 2,93}{2,85 + 2,30} = 1,25$$

Pro kus o váze $G = 0,173 \text{ t}$

měřený bod č. 1

$$f_d = \frac{2,67}{2,25} = 1,18$$

měřený bod č. 2

$$f_d = \frac{2,17}{1,90} = 1,14$$

Σ 1 + 2

$$f_d = \frac{2,67 + 2,17}{2,25 + 1,90} = 1,17$$

Měření dynamického koeficientu bylo prováděno na 9 m zkušebním úseku, to znamená na přímém přechodu z pevné trasy na girlandovou.

Další dopravou po girlandové trase nastane uklidnění dopravovaného těživa, a tím i snížení dynamického koeficientu.

Měření napětí v lanech při přesunu

Do girlandového pole stejně jako při měření dynamického koeficientu byly vloženy dva tahové dynamometry, kterými bylo měřeno přídatné napětí v laně při přesunu v závislosti na délce kroku. Výsledky měření

jsou zpracovány graficky na obr. 5. Je třeba upozornit na to, že od původního postavení dopravníku bylo uskutečněno celkem pět přestaveb v délce přesunu cca 100 m.

V březnu 1973 pásový dopravník č. 102 zanikl a byl nahrazen páso-
vým dopravníkem č. 102a. Pásový dopravník č. 102 byl demontován. Po
demontáži byly kontrolovány jednotlivé elementy zkušebního girlandové-
ho úseku. Klouby girland nevykazovaly celkové opotřebení, pouze byly
zaběhnuty. Nosné lano v místech uchycení girland bylo místně poškozeno
po dotažení svorek upevňujících girlandy k nosnému lanu. Ostatní části
girlandového úseku včetně použitých středních dílů byly v bezvadném
stavu.

Stabilní girlandový zkušební úsek š. 2000 mm

Vytvořením tohoto zkušebního úseku byla nutnost odzkoušení gir-
landového pásového dopravníku zavěšeného na volných lanech formou ná-
stavby na nenávazných středních dílech. Během provozních zkoušek vy-
skytly se na tomto úseku některé nedostatky, které bylo nutno průběžně
odstraňovat. Po zabudování a odzkoušení celého úseku v červnu 1971 by-
lo nutno celý úsek demontovat v důsledku překráčení rypadla KU 800/3
do řezu přes trasu pásu 100, kde je zkušební úsek zabudován. Po opě-
tovné montáži, kterou prováděl montážní závod TRA, výškové vyrovnaní
trasy bylo provedeno tak, že betonové pražce byly podloženy ještě dře-
věnými, aby bylo dosaženo podélného srovnání celé trasy. Při zatížení
dopravníku těživem docházelo ke vzájemnému posunu jednotlivých střed-
ních dílů vůči sobě ve směru dopravy. Aby nedocházelo k tomuto jevu,
byly jednotlivé střední díly mezi sebou propojeny distančními vzpěrami.
Po těchto úpravách, které byly provedeny v říjnu 1971, zkušební úsek
je v bezporuchovém provozu a nejeví známky opotřebení.

V červenci 1973 ze zkušebního úseku prodloužením směrem k násypce
přesypu 101/100 byl vytvořen stabilní uklidňovací úsek šíře 2000 mm.
Aby nedocházelo k poškození nosných lan v místech upevnění girland la-
novými svorkami, byly tyto nahrazeny dvěma typy upevnění girland na

nosné lano.

První typ, který je uvažován k nasazení v trase dopravníku se skládá z otevřeného háku (obr. 6), který je zavěšen na lanové svorce nového typu, která svojí konstrukcí zamezuje poškození nosného lana. Toto řešení také zjednodušuje výměnu girland při poškození.

Druhý typ je uvažován pro použití hlavně v místech přesypů a v jejich těsné blízkosti. Provedení se skládá z dvojitého háku a lanové svorky (obr. 7). Provedení lanové svorky zabezpečuje ochranu nosného lana proti poškození.

Rekonstruovaný pásový dopravník č. 101 š. 1600 mm

Po rekonstrukci na girlandovou nástavbu v květnu 1972 bylo provedeno úvodní měření pro rychlosti $v=5$ m/s, poněvadž nebylo dodáno převodové soukolí převodové skříně pro rychlost $v = 6,3$ m/s. Tato dodávka byla uskutečněna až v lednu 1973. Po montáži a zaběhnutí převodů v dílnách VMG byla rekonstruovaná převodová skříň zabudována na pásový dopravník 101 začátkem měsíce března 1973.

Po havarii velkostroje KU 800/1 montážní závod Transporta přikročil k rekonstrukci trasy pásu 101. Bylo vytvořeno přemostění pro novou odtahovou uhelnou linku. Ve VÚHU byla vypracována rekonstrukce tohoto přemostění pro potřeby girlandové nástavby. Vlivem nekvalitně provedených zemních prací (výkopu pro uhelnou linku) muselo být přemostění podsypáno a teprve usazeno. Po skončení montáže byl celý dopravník vyrovnan a uveden do provozu. Během provozu se podsypaný podklad usadil, což mělo za následek deformaci trasy dopravníku. Dopravník během provozu při vyšších těžbách se stal nestabilním a docházelo ke sbíhání dopravního pásu z válečkové trasy. V průběhu října byl dopravník znovu ustaven a vyrovnan. Ke sbíhání dopravního pásu po této akci dochází pouze při přehánkovém počasí, kdy je pouze část širě dopravního pásu navlhčena, nebo když tok těživa od předcházejícího pásového dopravníku není soustředěn tlumícím štítem na střed pásového dopravníku č. 101. Girlandové regulační stolice neplní v takovém případě plně svoji funk-

ci a bude nutno se ještě touto problematikou, tj. regulačním prvkem, intenzivně zabývat.

Sledování životnosti girlandové nástavby

Výsledky sledování životnosti girlandové nástavby možno rozdělit do tří skupin:

- a) životnost girlandových stolic
- b) životnost nosných lan
- c) životnost ocelové konstrukce

ad a)

Životnost byla sledována po celou dobu zabudování girlandové nástavby na pásový dopravník č. 101. Klouby spojující jednotlivé válečky nevykazují žádné opotřebení. Klouby jsou pouze zaběhnuty (obr. 8). Během zkušebního provozu byly vyměněny dvě girlandy z důvodu poškození středního válečku (obr. 9). Příčinou bylo vadné zaválcování čela zkráceného válečku. Obě girlandy byly vyráběny v dílnách VMG. Girlandy, které byly vyrobeny v TRA Břeclav, nevykazují dle vizuálního pozorování opotřebení ani poškození.

ad b)

Zatížení nosných lan je vyvozováno vahou girlandových stolic, dopravního pásu a přepravovaným těživem. Životnost lan je tedy přímo závislá pouze na způsobu ochrany proti povětrnostním vlivům a na způsobu uchycení girland na nosném laně. Dosavadní způsob uchycení girlandy pomocí lanové svorky s upraveným třmenem (obr. 10) je nevyhovující. Při dopravě kusovitého těživa se svorka samovolně pohybuje po laně a musela být zajištěna další lanovou svorkou. Tímto smýkáním potom dochází k porušení jednotlivých drátků lana, a tím i k jeho znehodnocení. K odstranění této závady bylo navrženo nové spojení girlandy s nosným lanem, které je zkoušeno na stabilním uklidňovacím úseku, na pásovém dopravníku č. 100. Nosné lano proti povětrnostním vlivům je potom pravidelně nutno chránit ochranným nátěrem, což za celou dobu zkušebního provozu nebylo provozovatelem uskutečněno.

ad c)

Při sledování ocelové konstrukce girlandové nástavby byly získány tyto poznatky: Uchycení prážců na střední díly z ohraňovaných U profilů provést tak, aby tento profil byl v místě uchycení v maximální míře zesílen z důvodu borcení těchto profilů v průběhu zkušebního provozu. V místech šroubového spojení pražce se středním dílem, kde na středních dílech byly provedeny oválné otvory, došlo k protržení těchto otvorů šrouby a pod tuto část musely být vloženy podložky s kruhovými otvory. Konstrukční provedení pražce upravit tak, aby nosné profily pražce byly co nejvíce vzdáleny od okrajů dopravního pásu. Při dopravě kusovitěho těživa některé rozměrné kusy přesahují okraje dopravního pásu a deformují blízké části prážců (obr. 11).

Měření prováděná v průběhu úprav na pásovém dopravníku č. 101

Všechna měření prováděná v průběhu úprav na pásovém dopravníku č. 101 je možno rozdělit do těchto základních skupin:

- a) měření příkonu v závislosti na dopravovaném množství
- b) měření napětí v nosných lanech girlandové nástavby v závislosti na dopravovaném množství.

Tato měření byla prováděna v různých obdobích v průběhu let 1972-1973. Protože na pásovém dopravníku č. 101 není v provozních podmínkách instalováno automatické napínání a pásový dopravník je napínán stálou napínací silou, při všech měřeních bylo dbáno toho, aby napínací síla v dopravním pásu byla stejná jako při úvodním měření, které bylo provedeno 7.2.1972. Napínací síla byla kontrolována průvlekovým dynamometrem. Měření byla prováděna:

- měření na pevné válečkové trase při $v = 5 \text{ m/s}$ bylo provedeno dne 7.2.1972
- měření s girlandovou nástavbou při $v = 5 \text{ m/s}$ bylo provedeno dne 4.12.1972
- opakované měření po narovnání a úpravě trasy pásového dopravníku č. 101 bylo provedeno dne 5.10.1973.

Měření příkonů v závislosti na dopravovaném množství

Při tomto měření bylo použito ve všech případech přístrojů stejného typu. Výsledky jednotlivých měření jsou souhrnně vyneseny v grafu č. 1 a jednotlivá měření jsou označena datem měření.

Z výsledků měření je patrné, že při stejné dopravní rychlosti $v = 5$ m/s vlivem zvětšení roztečí stolic z původního 1 m na 1,5 m klesnou tíhové síly od rotujících částí válečků, které jsou vyjádřeny dle ČSN 263102:

$$q_{rh} = \frac{G_r \cdot n_h}{t_h}$$

Tím také klesne příkon pro běh pásového dopravníku naprázdno. Bere-li v úvahu ještě skutečnost, že v girlandě byl použit kratší střední váleček, potom hodnota G_r středního válečku klesne z původních 15,5 kp na 11,6 kp. Potom hodnota q_{rh} pro pevnou válečkovou trasu s roztečí 1 m bude:

$$q_{rh} = \frac{15,5 \cdot 3}{1} = 46,5 \text{ kp}$$

Pro girlandovou stolicí s kratším středním válečkem a roztečí 1,5 m bude:

$$q_{rh} = \frac{15,5 \cdot 2 + 11,6}{1,5} = 28,4 \text{ kp}$$

Toto všechno napomáhá tomu, aby vůči pevné válečkové trase klesly příkony naprázdno celého dopravníku při stejné napínací síle. Pokles příkonů naprázdno pro měření označené datem 5.10.1973 je způsoben přestavbou dopravníku a jeho úpravou tak, aby trasa byla v ose s poháněcí stanicí. Z grafu je patrný vliv přírůstku odporů vzhledem k neurovnané dopravní trase.

Měření napětí v nosných lanech girlandové nástavby v závislosti na dopravovaném množství

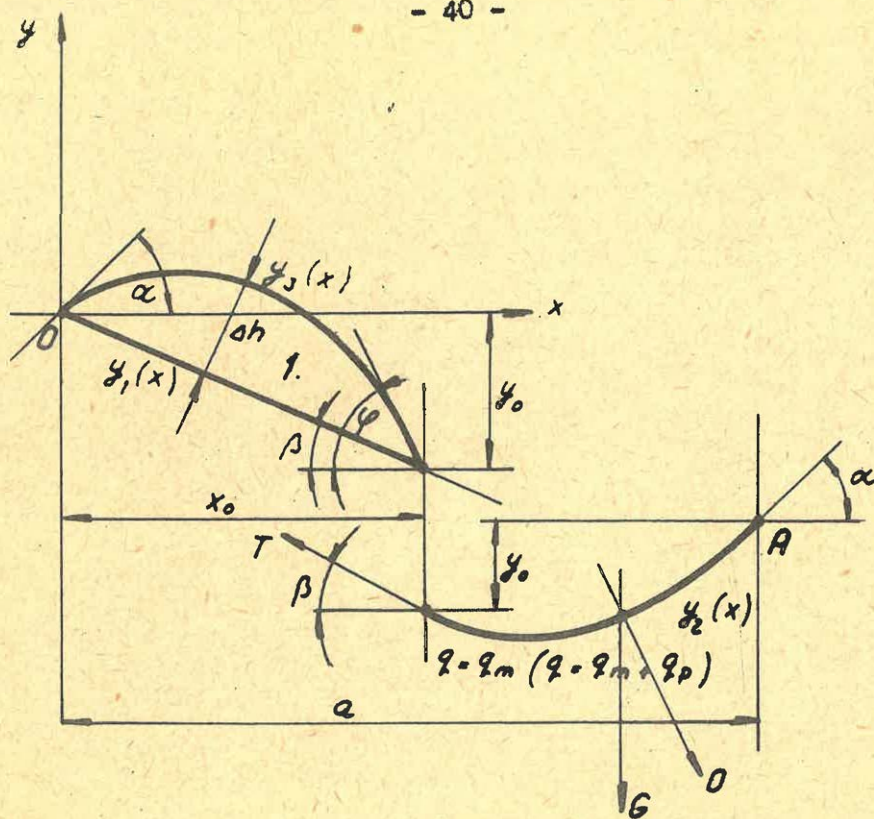
Měření bylo prováděno tak, že do rovného úseku nosného lana v girlandovém poli byly vestavěny tahové dynamometry (obr. 12) a jimi byly

měřeny síly v laně při průchodu dopravovaného těživa. Aby bylo možno zhodnotit síly, které vznikají v girlandovém systému při průchodu těživa nejdříve, byl proveden statický výpočet sil, které působí na napětí v nosném laně. Na grafu č. 2 jsou vyneseny přímky, které ohraničují pole, jež tvoří přímka vypočtených statických hodnot a přímka těchto hodnot, která je násobena dynamickým koeficientem. Hodnoty naměřené pomocí tahových dynamometrů se pohybují v poli ohraničeném těmito přímkami. Při vyhodnocování registračních záznamů do grafu č. 2 byly zaneseny pouze maximální hodnoty napětí v laně z těchto záznamů pro stanovené dopravní množství. Hodnoty, které přesahují toto pole, byly způsobeny průchodem ojedinělých kusů max. rozměrů v měřeném poli. Při měření způsobily tyto kusy přímými údery poruchu jednoho z dynamometrů, takže po ukončení měření nemohlo být na jedné straně girlandového pole měřeno klidové zatížení. Současně s tímto měřením bylo prováděno měření vybočení pásu v souvislosti se zatížením od dopravovaného těživa (obr.13). Z grafu č.3 je patrné, že dopravní pás do přenosu 7000 t/hod nevybočil do větší hodnoty než 5 cm, což plně vyhovuje dopravním podmínkám pro dálkovou pásovou dopravu.

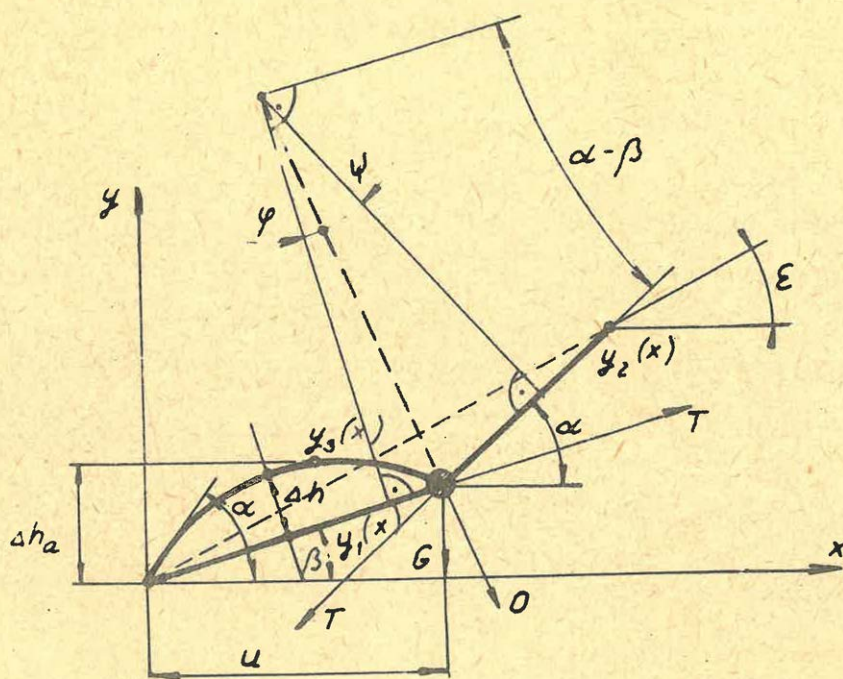
Závěr

Závěrem lze říci, že při všech výše uvedených zkouškách se systém girlandového uspořádání formou nastavby osvědčil a lze jej proto doporučit k jeho dalšímu zavádění v provozech SHR a HDEB. V dalším výzkumu v vývoji je však třeba se intenzivně věnovat:

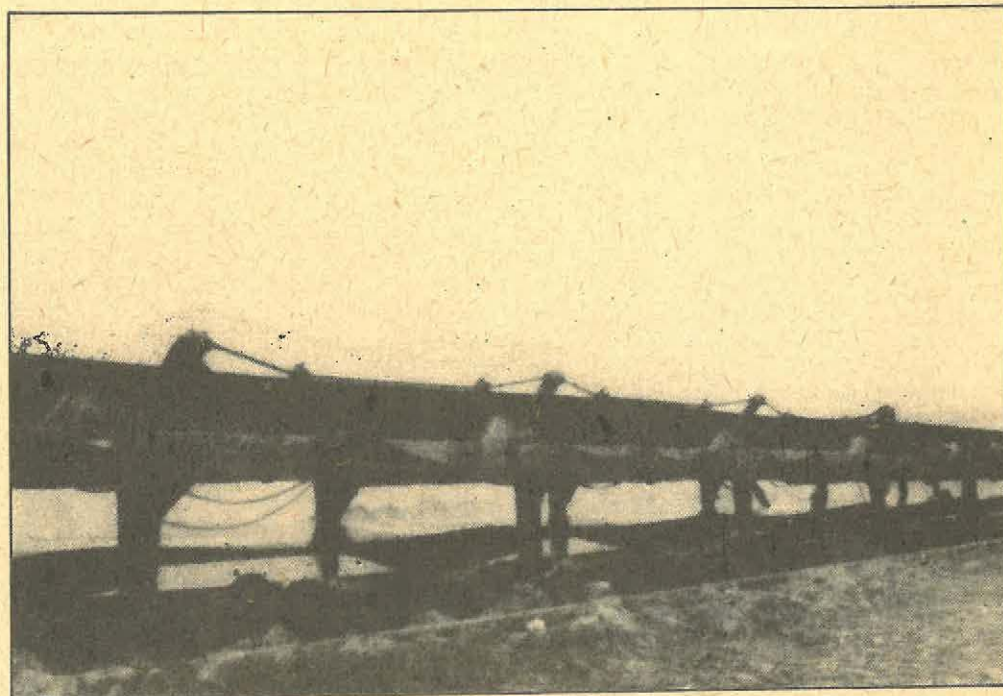
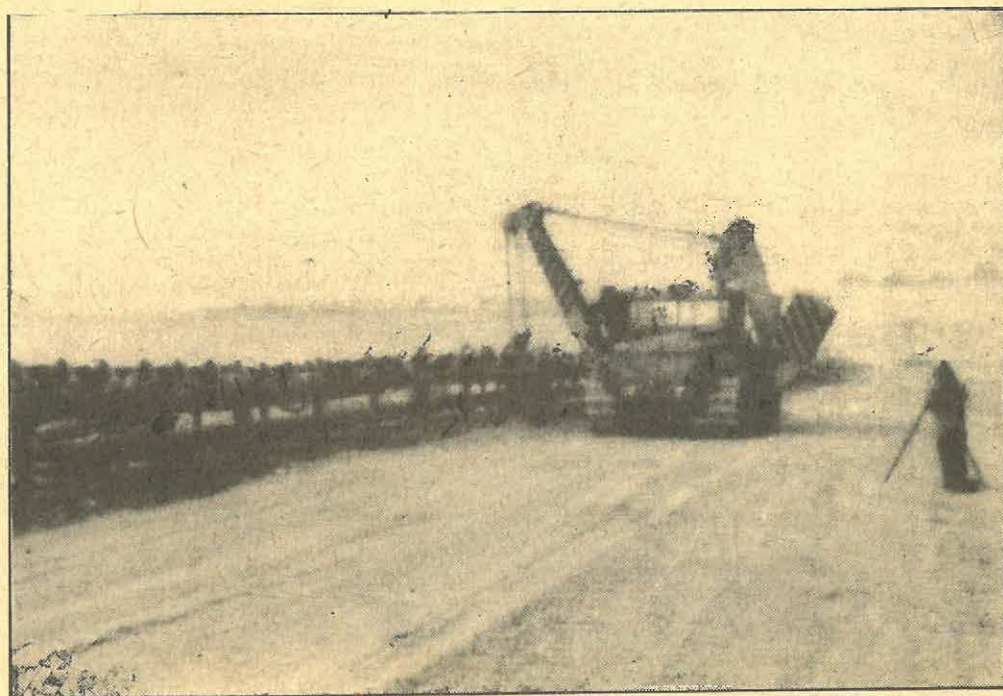
- vývoji účinné regulace girlandové trasy
- měření valchovacích a rotačních odporů s ohledem na změnu rozteče a průměru válečků, resp. jeho ložiskové části s cílem optimalizace výrobních a provozních nákladů
- měření vlivu změny rychlosti na dynamické profily a rozložení těživa na dopravním páse.



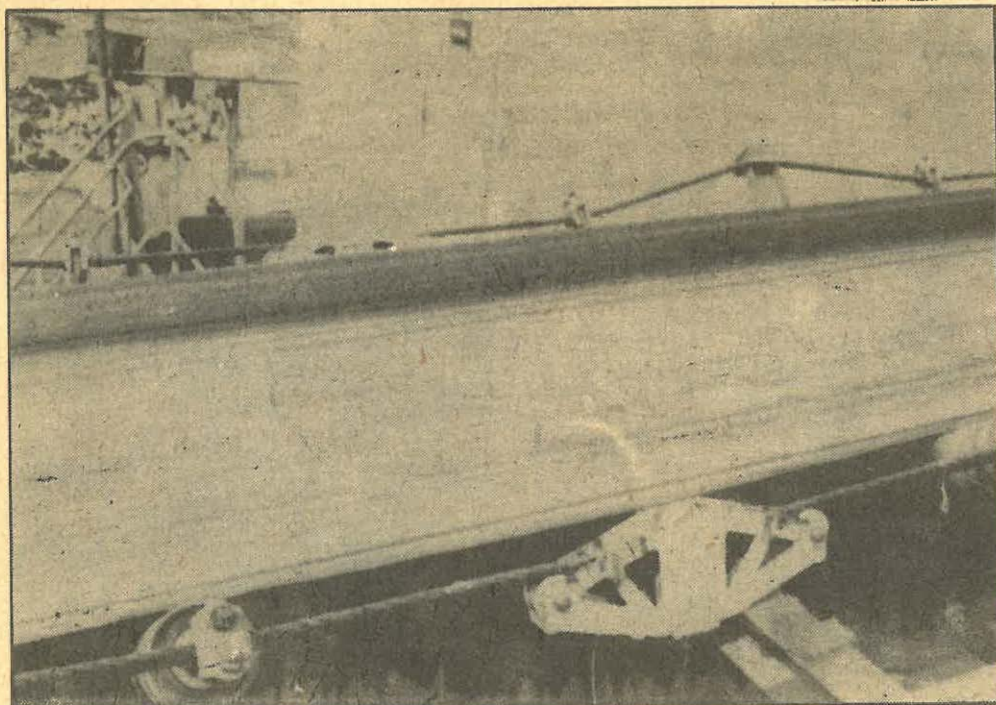
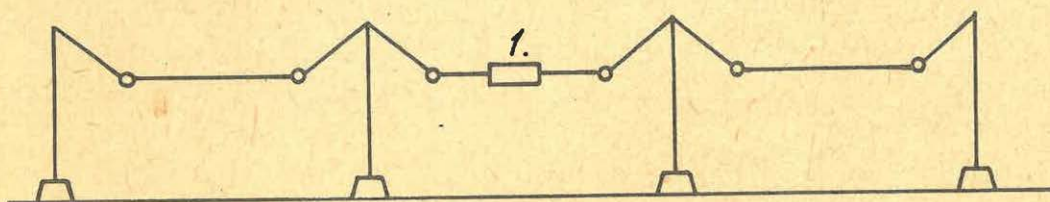
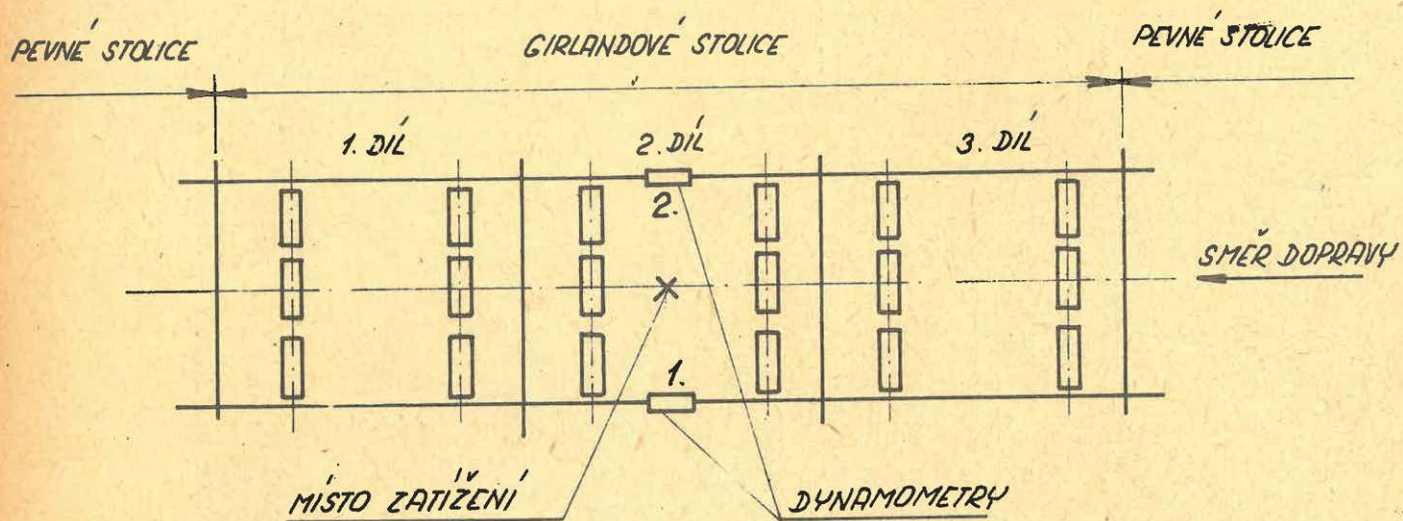
Obr. č. 1



Obr. č. 2



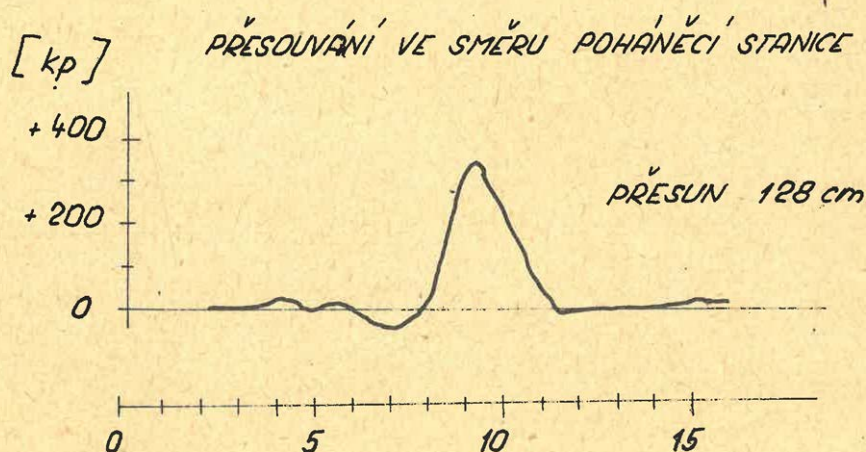
Obr. ž. 3



Obr. č. 4

DOPRAVNÍK VMG 102

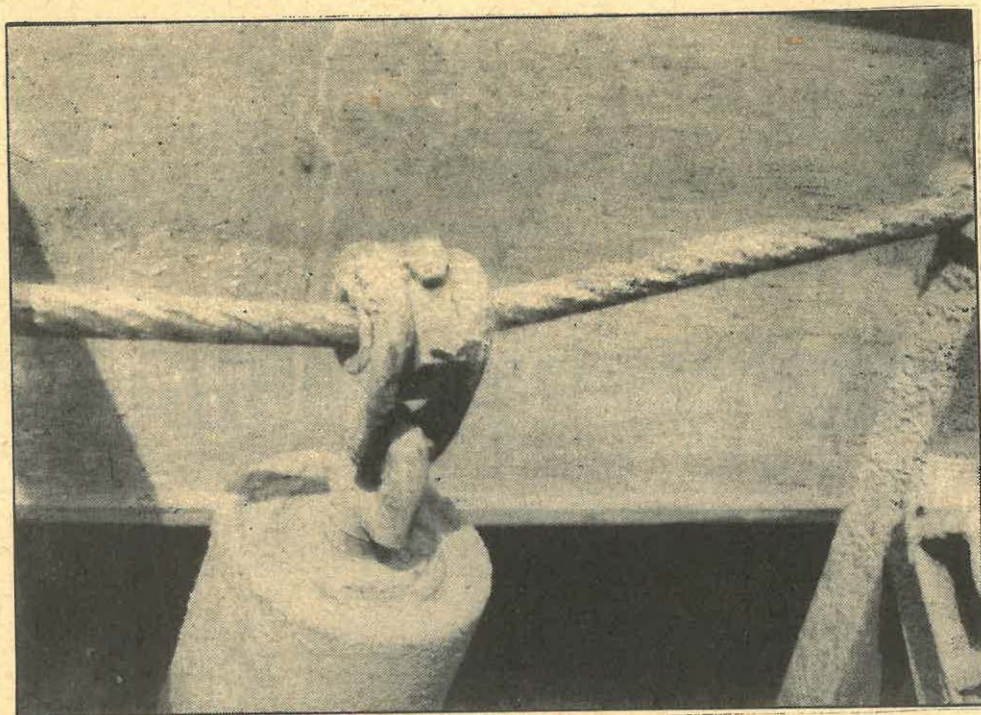
VELIKOST SÍLY V LANECH DOPRAVNÍKU VMG 102
PŘI PŘESOUVÁNÍ DOPRAVNÍKU.



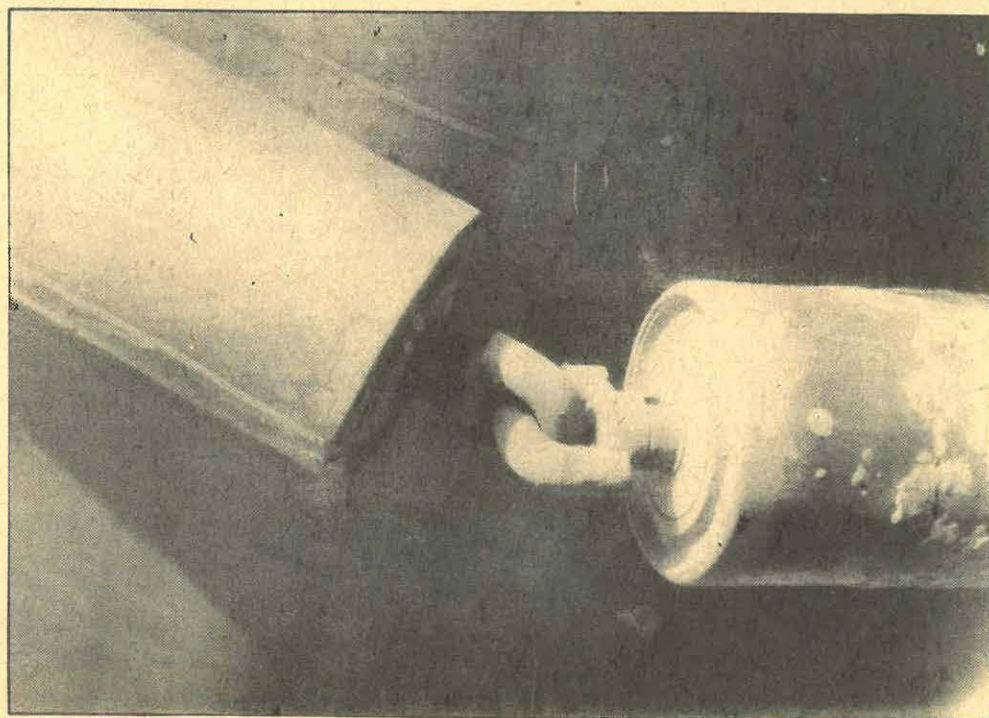
Obr. č. 5



Obr. č. 6



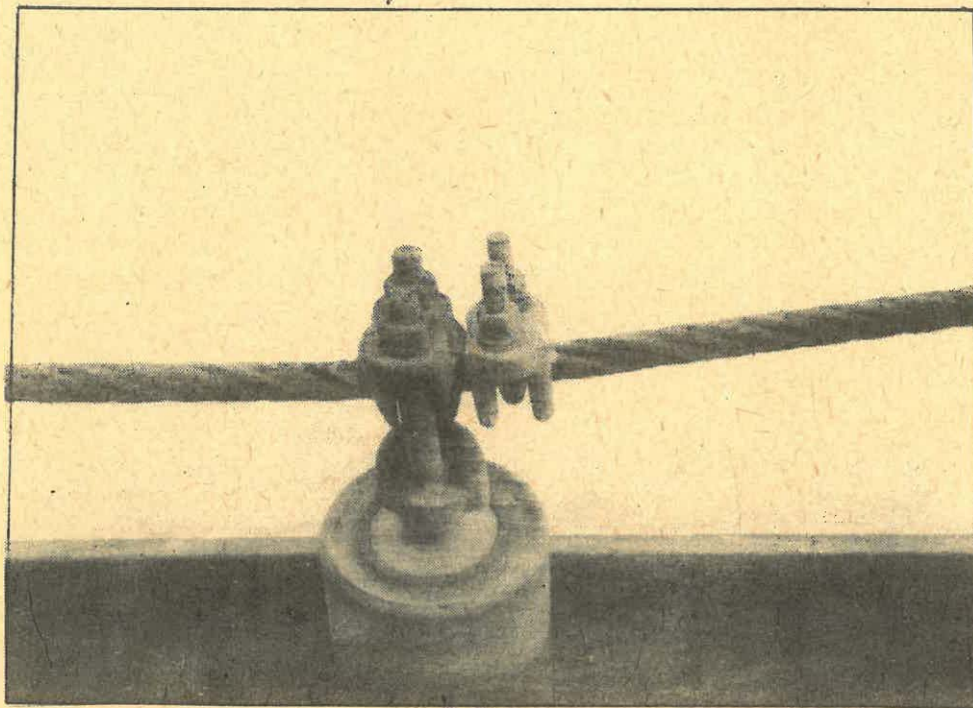
Obr. č. 7



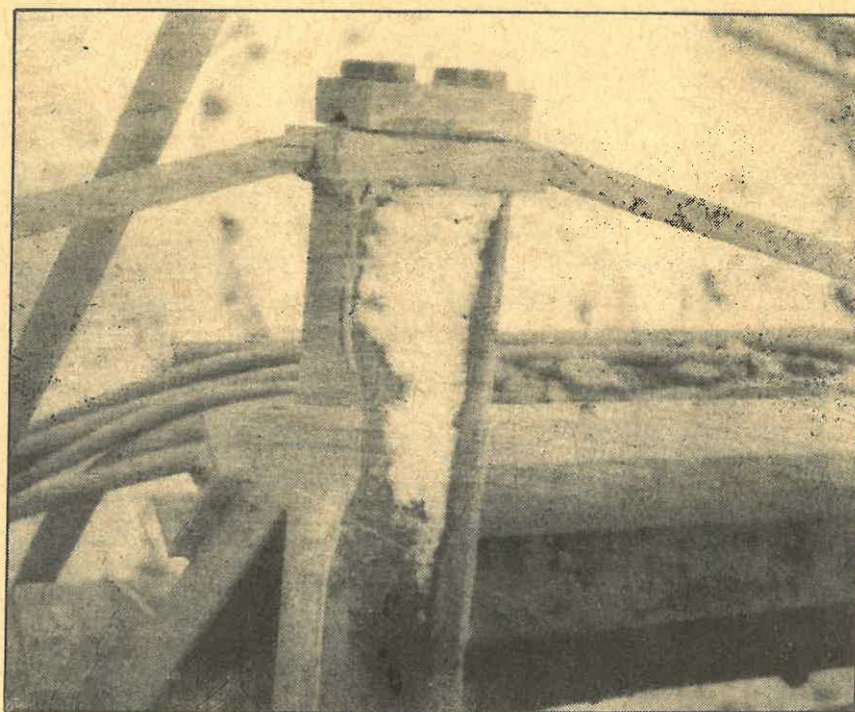
Obr. č. 8



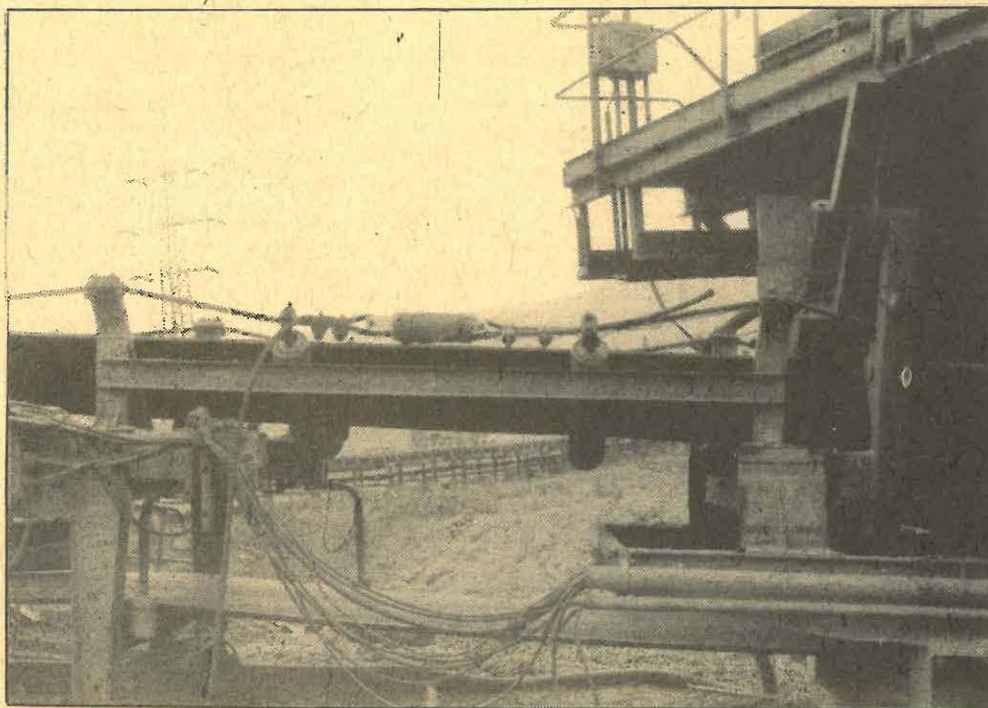
Obr. č. 9



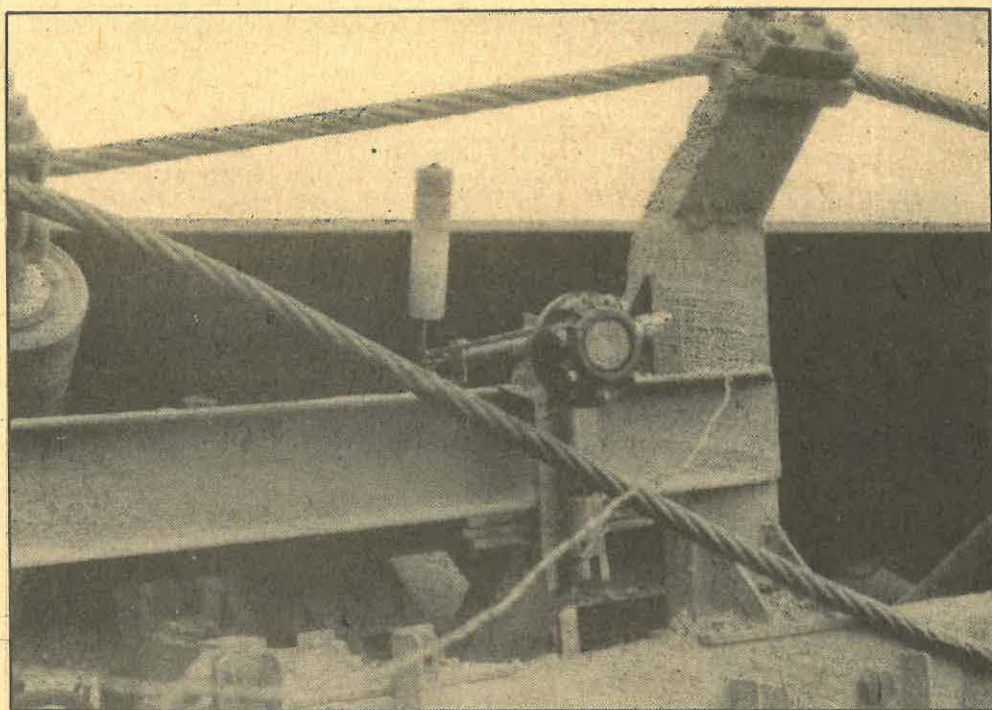
Obr. č. 10



Obr. č. 11



Obr. č. 12



Obr. č. 13

ДВИГАТЕЛЬ - РАБОТАЮЩИЙ В 1971

ВЫХОД МОТОРА КВ

45

400

350

300

250

200

150

100

50

0

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

9000

10000

11000

12000

7.2.1972

4.12.1972

5.10.1973

ПОДРОБНОЕ РАБОТАЮЩИЙ В 1971

М/с

6000

DAT. MĚŘ. 21. 9. 1973

GRAF 2

P.D. č. 101 - VMG

TĚŽ V LANE GIRLAND [kp.]

1500

1000

500

0

1000

2000

3000

4000

5000

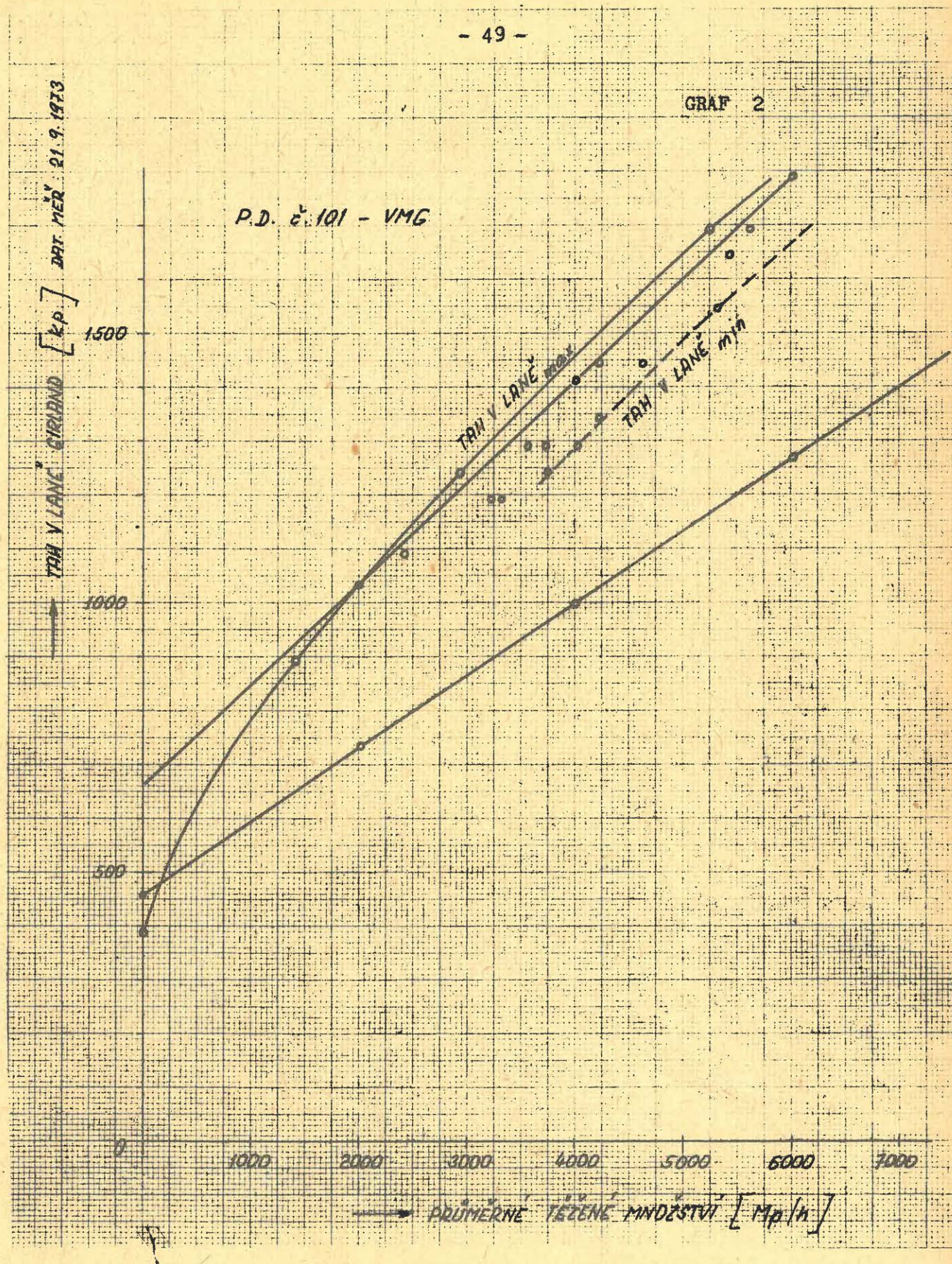
6000

7000

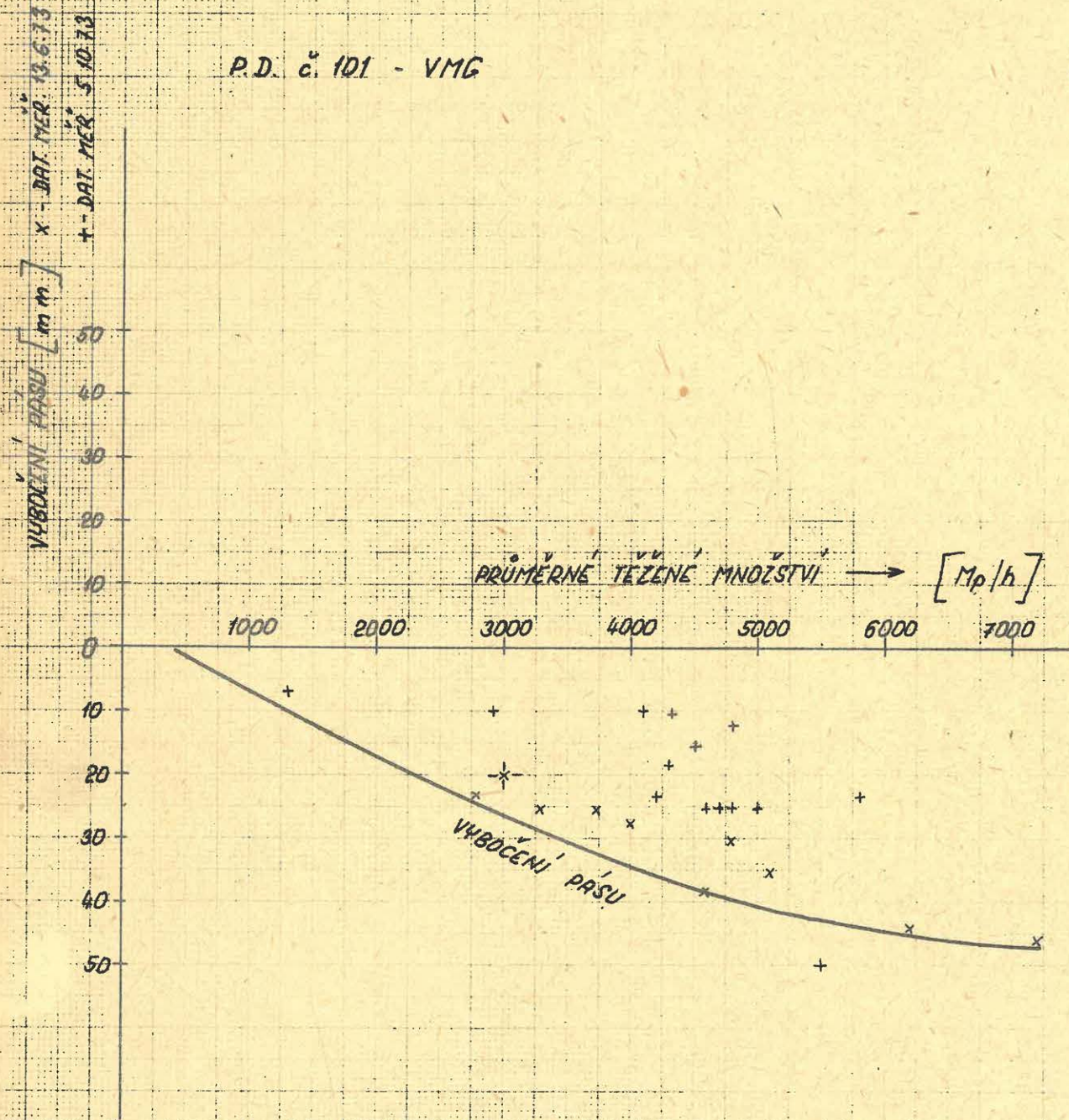
PRŮMĚRNÉ TĚŽENÉ MNOŽSTVÍ [Mg/h]

TĚŽ V LANE max

TĚŽ V LANE min



P.D. č. 101 - VMG



GRAF 3