

Ing. Jiří H o r a, VÚHU

d.t. Josef H a v e l k a, VÚHU

Výsledky provozních měření u dálkových pásových dopravníků velkých výkonů na povrchových dolech

Na povrchových dolech SHD byly od roku 1965 zaváděny do provozu pásové dopravníky velkých výkonů. Jedná se o dálkové pásové dopravníky šíře 1600 mm s rychlostí pásu 5 m/s a výkonu 5000 m³ syp. zeminy/hod. První dopravníky tohoto typu byly zasazeny do provozu na národním podniku Doly Nástup, závod Merkur. Pásové dopravníky šíře 2000 mm s rychlostí pásu 5 m/s a o výkonu 10 000 m³ syp. zeminy/hod byly zasazeny od roku 1968 do provozu na dole M. Gorkij.

Na dole Merkur doplňuje komplex pásových dopravníků šíře 1600 mm rypadlo SRs 1500 a zakladač ZP 5500. Na dole M. Gorkij doplňuje pak komplex dopravníků šíře 2000 mm rypadlo KU 800 a zakladač A₂R B-8800.

Cílem prováděných měření na DPD 1600 mm je především vyhodnocení některých elementů těchto dopravníků, a to zejména:

- pohonné jednotky 500 kW s hydraulickými spojkami typu R 710
- systém dvoububnového pohonu, zejména ve vztahu k rozdělení příkonů motorů v závislosti na zatížení a průměru poháněcích bubnů
- systém řízení rozběhu dopravníku ve vztahu k hydraulickým spojkám a k napínacímu zařízení.

Stanovení hodnot příkonu v závislosti na teplotě prostředí

Naměřené hodnoty při běhu prázdného pásového dopravníku byly odečteny při různých teplotách z registračních pásek a graficky vyneseny do diagramu, obr. č. 1. Jednotlivé hodnoty jsou poměrně značně rozptýleny. Extrémní hodnoty byly naměřeny při rozběhu pásového dopravníku, kdy pohonné jednotky překonávaly zvýšené odpory dopravníku, dané dobou

jeho odstavení z provozu.

Rozdělení krouticích momentů u vícebubnových poháněcích stanic

Z registračních záznamů (příklad záznamu je na obr. 2) byly odečteny příkony motorů horního i dolního pohonu pásového dopravníku čis. 104 a 109 a vyneseny do grafů uvedených v obr. 3. (Hodnoty naměřené na pásového dopravníku č. 104 jsou označeny kroužkem, u pásového dopravníku č. 109 křížkem). Při malém dopravním množství a při běhu naprázdno je z diagramu patrné, že je zatížena převážně pohonná jednotka horního pohonu. Příkon motoru horního pohonu přesahoval v některých případech až dvojnásobek příkonu motoru dolního pohonu.

Nepříznivé rozdělení krouticích momentů je hlavně patrné u pásového dopravníku č. 104 v období od 1.1. do 6.3.1969, viz horní křivka diagramu. V tomto období byly průměry poháněcích bubnů následující:

$$\begin{array}{lll} \text{horní} & - & D_1 = 1315 \text{ mm} \\ \text{dolní} & - & D_2 = 1280 \text{ mm} \end{array}$$

Dne 24.2.1969 byla vyřazena dolní pohonná jednotka. Pro poruchu - strženě obložení poháněcího bubnu - byla rozpojena mechanická spojka a odpojen elektromotor.

Dne 6.3.1969 byla provedena výměna bubnu dolního pohonu a tím došlo ke změně průměru z původního průměru 1280 mm na průměr 1300 mm.

Větší průměr dolního bubnu, a tím daný nižší poměr $\frac{D_1}{D_2}$, kde D_1 je průměr horního bubnu a D_2 je průměr dolního bubnu, byl volen proto, že má mimo jiných parametrů pohonu, pružnosti pásu, podstatný vliv na rozdělení krouticího momentu na hřídelích obou bubnů, a tím příkon elektromotorů pohonných jednotek. Vliv těchto veličin je patrný z rovnice:

$$D_2 \cdot n_2 = D_1 \cdot n_1 \left(1 - \frac{P_1}{EF}\right) \quad (1)$$

kde značí D_1, D_2 průměry bubnů
 n_1, n_2 příslušné otáčky bubnů

P_1		obvodová síla na prvním bubnu
EF		modul tahové tuhosti pásu

Úpravou rovnice dostaneme:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{P_1}{EF}} \quad (2)$$

Otáčky bubnů jsou však i při stejném převodu závislé na charakteristice poháněcího ústrojí, tj. motoru a hydraulické spojky. Charakteristiky hydraulických spojek R 710, sestavené dle zkušebních osvědčení výrobce ČKD Blansko, jsou patrné z obr.č.4. Spojky byly výrobcem zkoušeny do přenášeného výkonu $N = 200$ kW, protože výrobce nevlastní zařízení pro odzkoušení jmenovitého zatížení spojek. V oblasti většího zatížení je možno předpokládat klesání strmosti charakteristiky tak, jak je tomu u hydraulických spojek R 630.

Označíme-li u obrázku 4 odpovídající úhel strmosti charakteristiky ξ , platí:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_0 - \operatorname{tg} \xi_1 N_1 \\ n_2 &= n_0 - \operatorname{tg} \xi_2 N_2 \end{aligned} \quad (3)$$

Celková charakteristika n/N není lineární, zejména ne v oblastech většího N . Dosazením rovnice (3) do rovnice (1) a zavedením substituce

$$\varphi = 1 - \frac{1660 N_1 \cdot i}{D_1 (n_0 - \operatorname{tg} \xi_1 N_1) EF} \quad (4)$$

plyne vztah mezi příkony

$$N_2 = \frac{n_0}{\operatorname{tg} \xi_2} \left(1 - \frac{D_1}{D_2} \varphi \right) + \frac{D_1}{D_2} \varphi \frac{\operatorname{tg} \xi_1}{\operatorname{tg} \xi_2} N_1 \quad (5)$$

Pro exaktní výpočet rovnice (5) je nutná znalost řady veličin a jejich vzájemných vztahů. Výpočty se obvykle zjednodušují tím, že se

předpokládá konstantní velikost modulu tahové tuhosti pásu a jeho nezávislost na velikosti tahů v pásích. Na obr. 5 je na příklad vynesena závislost modulu pružnosti E na tahu v pásu T pro nejčastěji používané dopravní pásy. Diagramy jsou zpracovány na základě měření prováděných ve VÚHU.

Při zjednodušujícím předpokladu $n_1 = n_2$ se rovnice (2) zjednoduší na

$$\frac{D_2}{D_1} = 1 - \frac{P_1}{EF}$$

Tato závislost je patrna z obr. 6, kde lze odečíst poměr průměrů bubnů pro různé instalované příkony.

Poměr $\frac{D_1}{D_2}$ u pásového dopravníku č. 104 s původními průměry bubnů neodpovídal instalovanému příkonu. Po výměně uvedeného bubnu se rozdělení krouticích momentů výrazně zlepšilo, jak je patrné z obr. 3 (viz dolní křivku diagramu naměřených hodnot). Měřená oblast je vyznačena šrafováním.

Výkyvy v rozdělení krouticích momentů, hlavně u dopravníku č. 104 byly způsobeny nesprávnou funkcí hydraulických spojek, zejména u motoru dolního pohonu.

U pásového dopravníku č. 109 byly, s ohledem na příznivý poměr $\frac{D_1}{D_2}$, naměřeny hodnoty mnohem nižší, jak je patrné z obr. 3.

Součet příkonů obou motorů poháněcích jednotek $N_1 + N_2$ nepřevýšil 500 kW vzhledem k tomu, že na dopravník v době měřených období předávalo materiál rypadlo K 800/9. Charakteristické záznamy z měření příkonů obou motorů pohonů pásového dopravníku č. 109 jsou uvedeny na obr. č. 2.

Příkony motorů v závislosti na dopravním množství

Ve dnech 2., 3. a 4. dubna 1970 bylo provedeno měření tří pohonů pásového dopravníku 111. Parametry dopravníku jsou uvedeny v následující tabulce č. 1:

Pás. doprav.	Šířka pásu (mm)	Pohony (kW)	Délka (m)	Převýš. os bubnů (m)	Rychl. pásu (m/s)	Průměr bubnu (mm)	
						horní	dolní
111	1600	3x500	885	19,6	5	1309	1292

Příkony motorů tří pohonů byly registrovány ampéricky smyčkovým oscilografem a vyhodnoceny dle křivky zatěžovací charakteristicky dodané výrobcem motorů MEZ Drásov. Naměřené hodnoty příkonů v závislosti na dopravním množství jsou uvedeny v tab. č. 2.

Z této tabulky vyplývá, že pro naměřené hodnoty množství nedošlo v den měření k přetěžování žádného z instalovaných motorů, i když motor dolního pohonu vykazuje mnohem vyšší hodnoty.

Rozběhy zatíženého a nezatíženého pásového dopravníku v závislosti na rychlosti a napínací síle

Na obr. čís. 7 je uveden rozběh nezatíženého pásového dopravníku. Z rozběhu je patrné, že ampérický průběh zatížení motorů M_1 , M_2 horního pohonu je souhlasný. Průběh zatížení motoru dolního pohonu sleduje zatížení motorů horního pohonu, ale s nižší hodnotou, což je příznivé. Napínací síla Z řízená automatickým napínacím zařízením vykazuje pokles z nastavené hodnoty 10 Mp až na hodnotu 5 Mp; za 10 vteřin se začne napínací síla zvyšovat až na provozní hodnotu 11 Mp. Tato doba je stanovena programem napínání a jak je patrné z průběhu, je tato časová konstanta zbytečně dlouhá. Doba trvání rozběhu do plné rychlosti $v = 5 \text{ m/s}$ je 30 vteřin.

Rozběh je plynulý, k prokluzům na bubnech nedochází. Po zastavení pásu poklesne napínací síla na hodnotu 8,5 Mp. Vlivem automatiky napínání se v intervalu 10 vteřin napínací síla pohybuje v rozmezí 8,5 - 11 Mp, až se ustálí na hodnotě 10 Mp. Doběh brzděného dopravníku trvá 38 vteřin.

Na dalším obrázku č.8 je znázorněn rozběh naloženého pásového dopravníku při dopravním množství $Q = 2200 \text{ m}^3 \text{ r.z./h.}$ Rozběh byl prove-

den po 20 minutách od zastavení dopravníku.

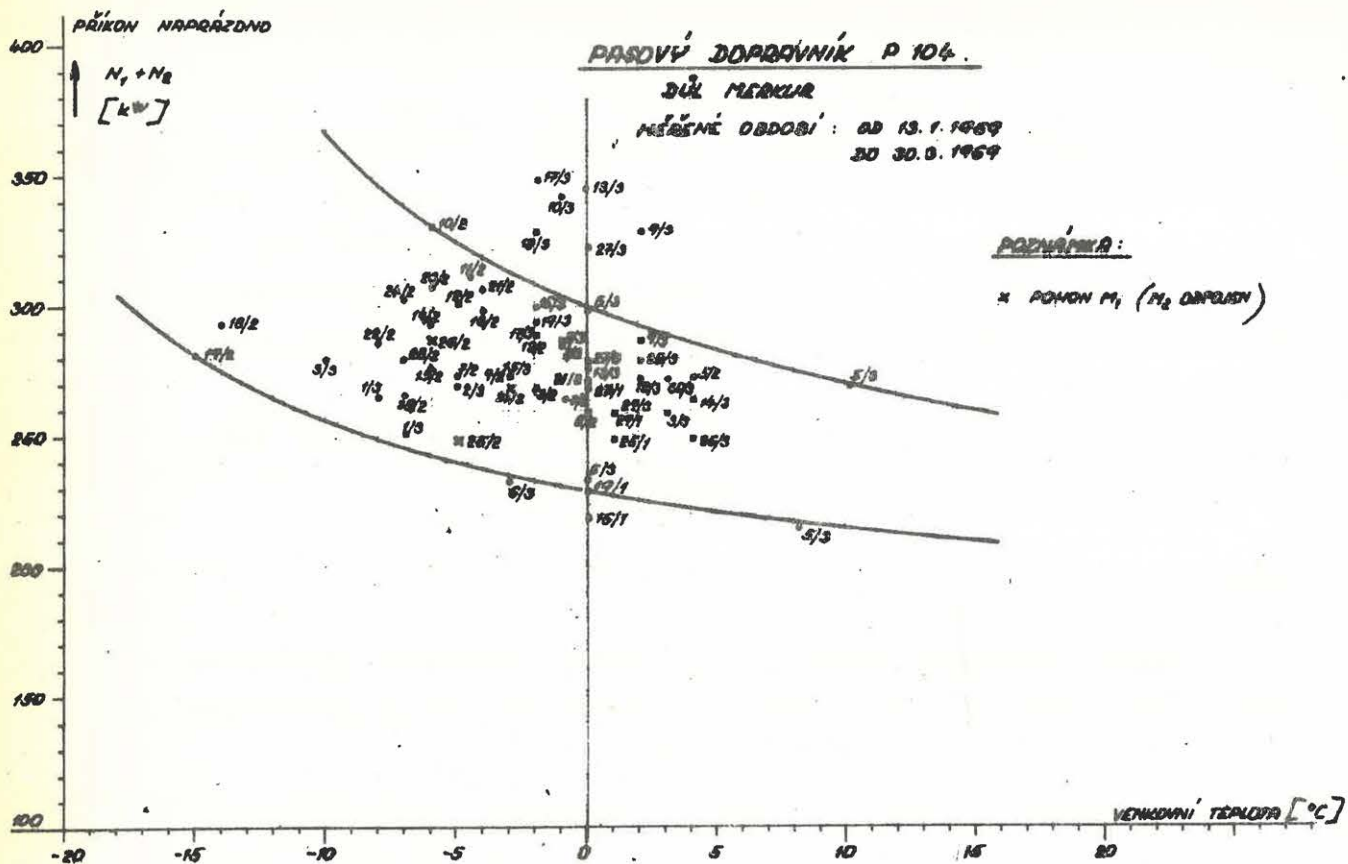
Průběh napínací síly vykazuje však menší výkyvy. Napínací síla nastavená na počáteční hodnotu 10 Mp poklesne za dobu 10 vteřin na hodnotu 7 Mp, kdy začne působit automatické napínání a napínací síla se zvýší až na hodnotu 12 Mp. Ve 27. vteřině po rozběhu dochází k poklesu napínací síly na hodnotu 9,8 Mp. V 38. vteřině se napínací síla ustálí na hodnotě 12,2 Mp.

Při rozběhu dochází ke krátkodobému prokluzu na poháněcím bubnu spodního pohonu, což není v daném případě na závadu.

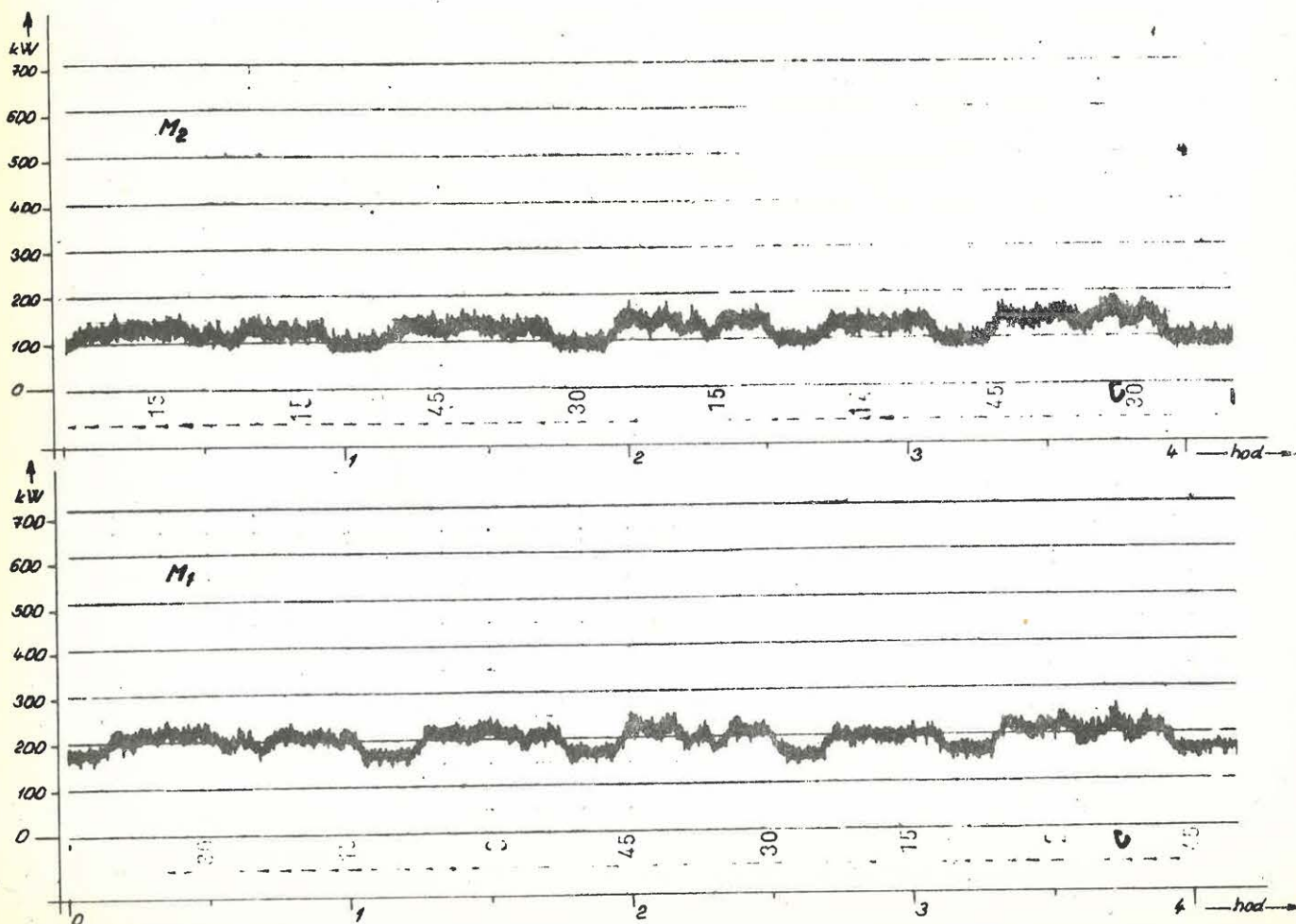
Závěr

V článku je stručně uvedeno několik měření DPD 1600 prováděných VÚHU v Mostě. Měřením byla zjištěna řada závad, které byly ihned v provozu odstraňovány. Dále bylo měřením zjištěno, že:

- 1) vyhovuje systém dvoububnového pohonu se zvětšeným průměrem horního bubnu
- 2) funkci automatického napínání s magnetostrikčním čidlem je nutno stanovit na základě měření jednotlivých pásových dopravníků. Pro stanovení spolehlivosti zařízení je nutný delší zkušební provoz.
- 3) regulace rozběhu pomocí hydraulických spojek typu R 710 je plynulá a pro mechanismus pružného pryžového pásu velmi výhodná
- 4) doladění zatížení motorů u dopravníků s mezním zatížením při rozběhu lze provést buď regulací čerpadel nebo zpoždováním relé.



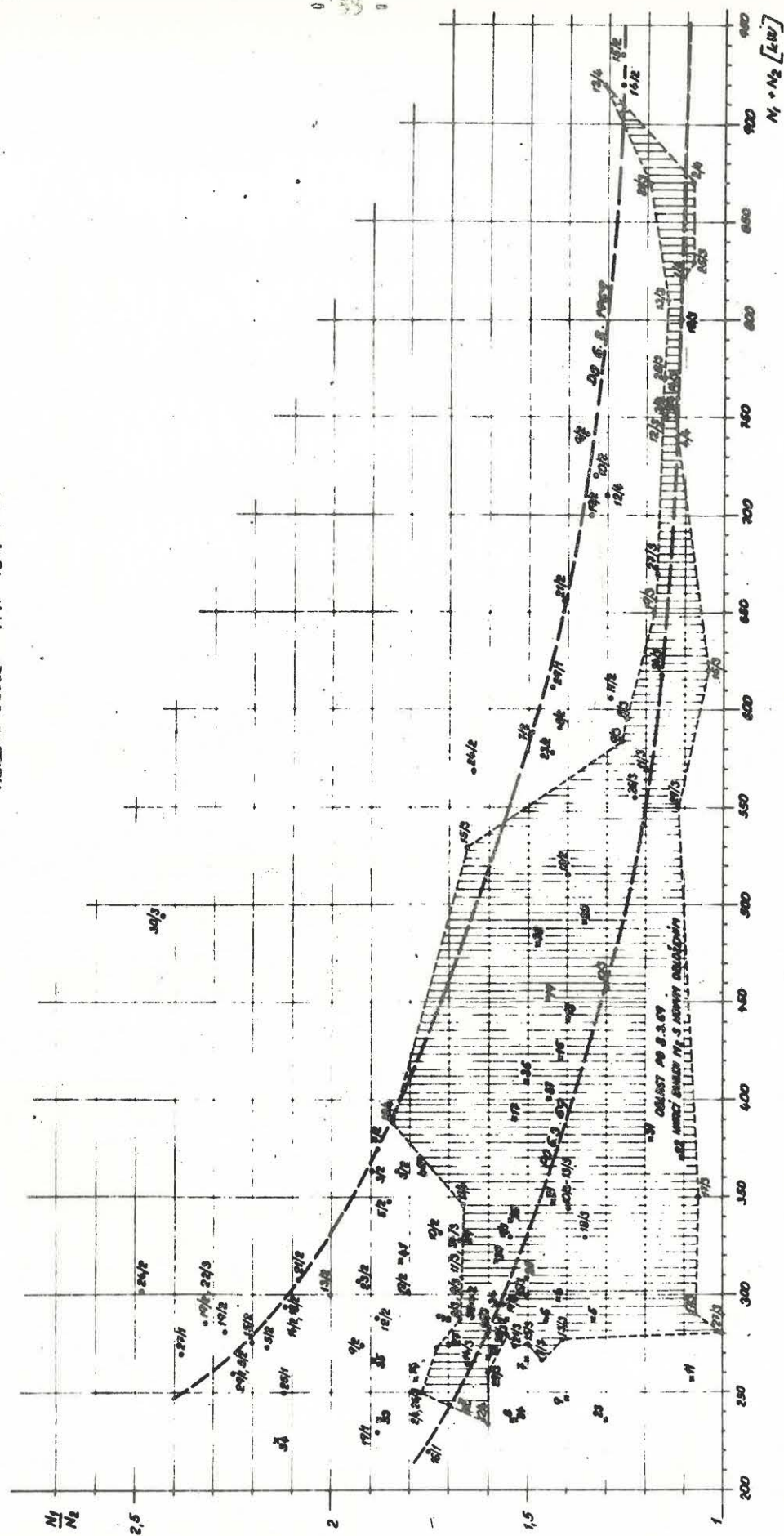
Obr. 1



PRÍLOHY MOTORŮ AČ. DOPOUVKŮ P 104 A 109 ! JAKCH PŘED V KONČOSTI NA ZATVĚNÍ.

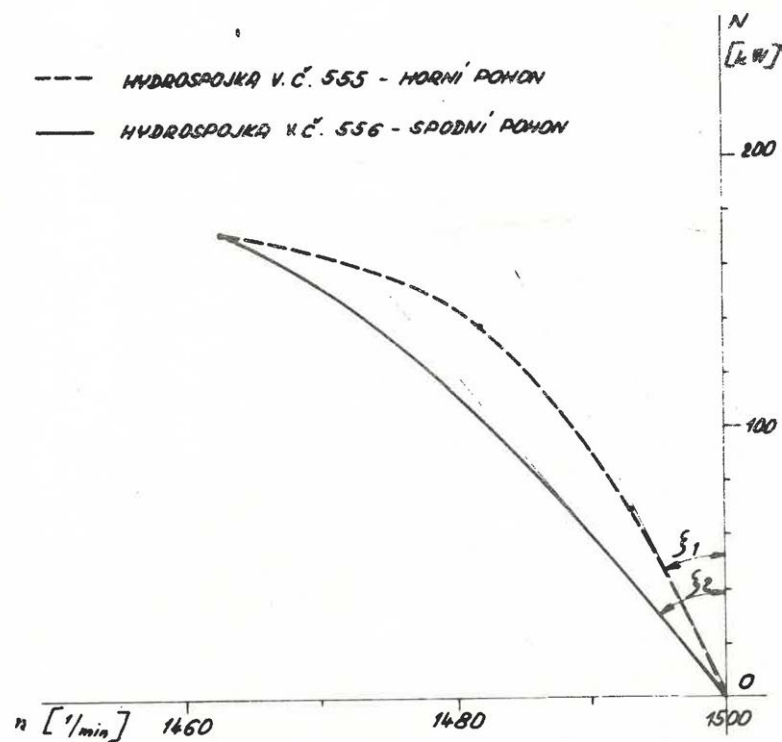
BRUNDA DOOR - ERLSON APO

HE'DEHE DEED: 1.1. - 13.4. 1989



Obor. 3

CHARAKTERISTIKY HYDROSPÓJEK

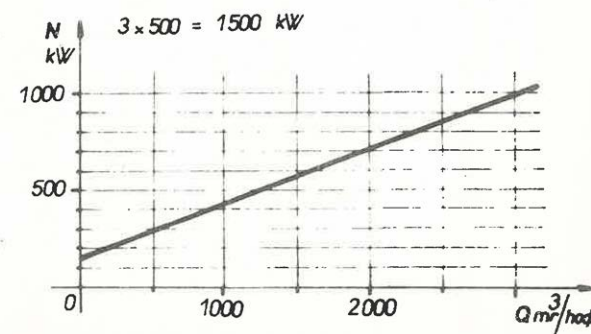
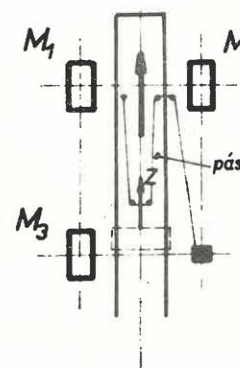


Obr. 4

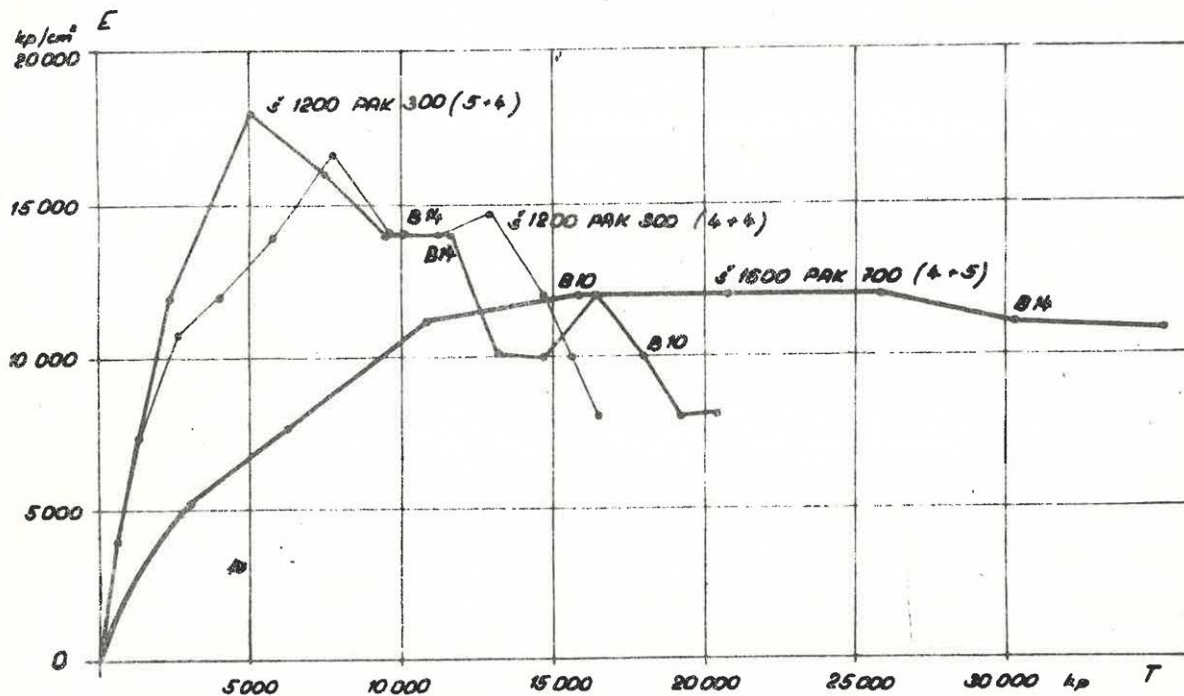
MĚŘENÍ 3 POHONŮ - # MERKUR, DOPR. Č. 111.

šíře 1600 mm, $v = 5 \text{ m/vt}$

Č	PŘÍKON N_1		PŘÍKON N_2		PŘÍKON N_3		$N_1 + N_2 + N_3$ kW	DOPRAVNÍ MNOŽSTVÍ
	A	kW	A	kW	A	kW		
1	9	0	10	25	17	140	165	0 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
2	13	90	14,6	105	24,4	220	415	500 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
3	16,2	120	17,8	150	27,6	250	520	800 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
4	19,5	175	22	205	31	270	650	1300 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
5	19,5	175	22,5	210	32	275	660	1520 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
6	22	205	24	218	35	320	743	1700 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
7	24,4	220	29,3	265	42,2	380	865	2100 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
8	26	240	28	255	45	400	895	2560 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
9	26	240	29,3	265	44	390	895	2700 $\frac{3}{\text{mr/h}}$
10	27,6	250	32	275	50	425	950	3000 $\frac{3}{\text{mr/h}}$



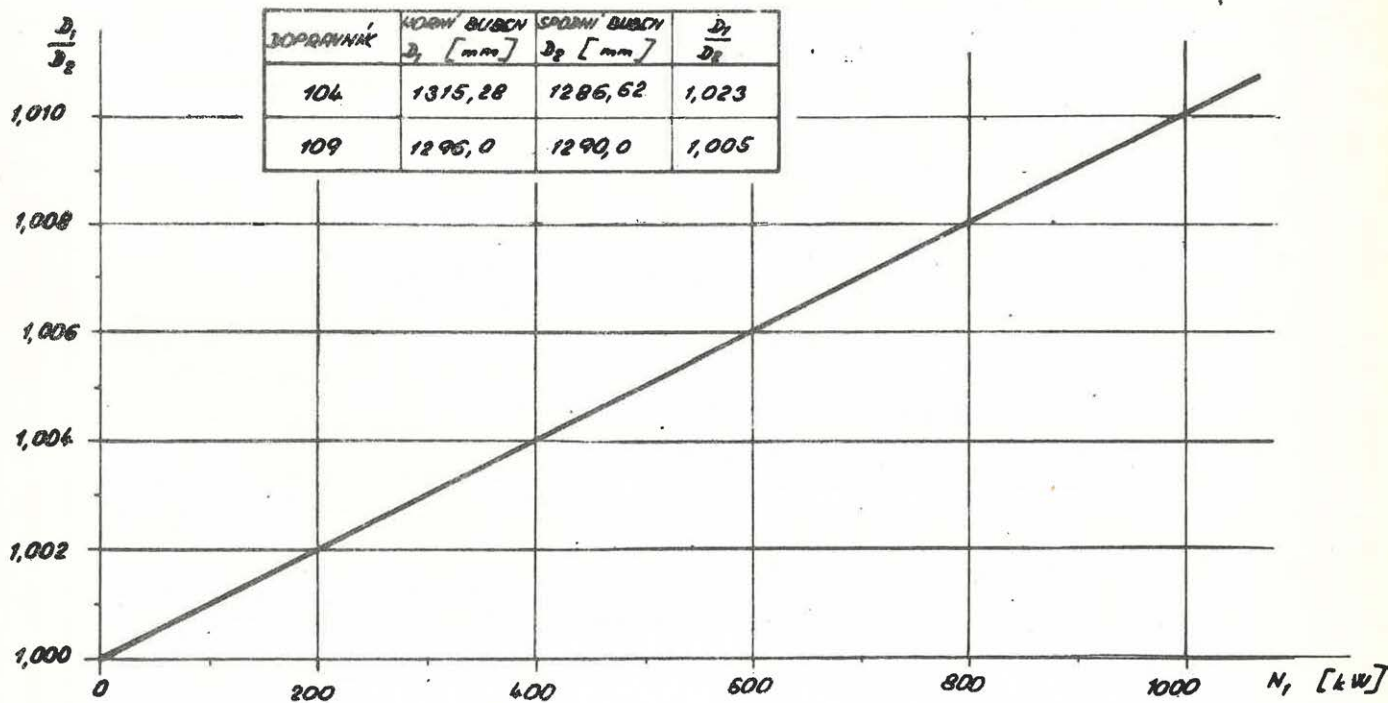
TAB. Č. 2



E MODUL PRUŽNOSTI

T TAH V PÁSU

Obr. 5



Obr. 6

