

Ewaryst Grodzki
Stanisław Trojanek
Marek Zientkowski

BADANIA TRWAŁOŚCI PASÓW KLINOWYCH
NA STANOWISKU Z MOCĄ KRĄŻĄCĄ

1. W s t ę p

W napędach nowoczesnych maszyn duże zastosowanie znajdują przekładnie pasowe różnych typów, a wśród nich najczęściej przekładnie z pasami klinowymi.

Skonkretyzowanie problemów teorii metod obliczeń i projektowania wymienionych przekładni jest bardzo aktualne. Zagadnienia tego rodzaju częściowo ujęte zostały w pracach [2], [4], [5], [6], [8], [9]. Ich rozwiązanie pozwoli uzyskać większą niezawodność oraz długotrwałość nie tylko przekładni, ale w ogóle maszyn.

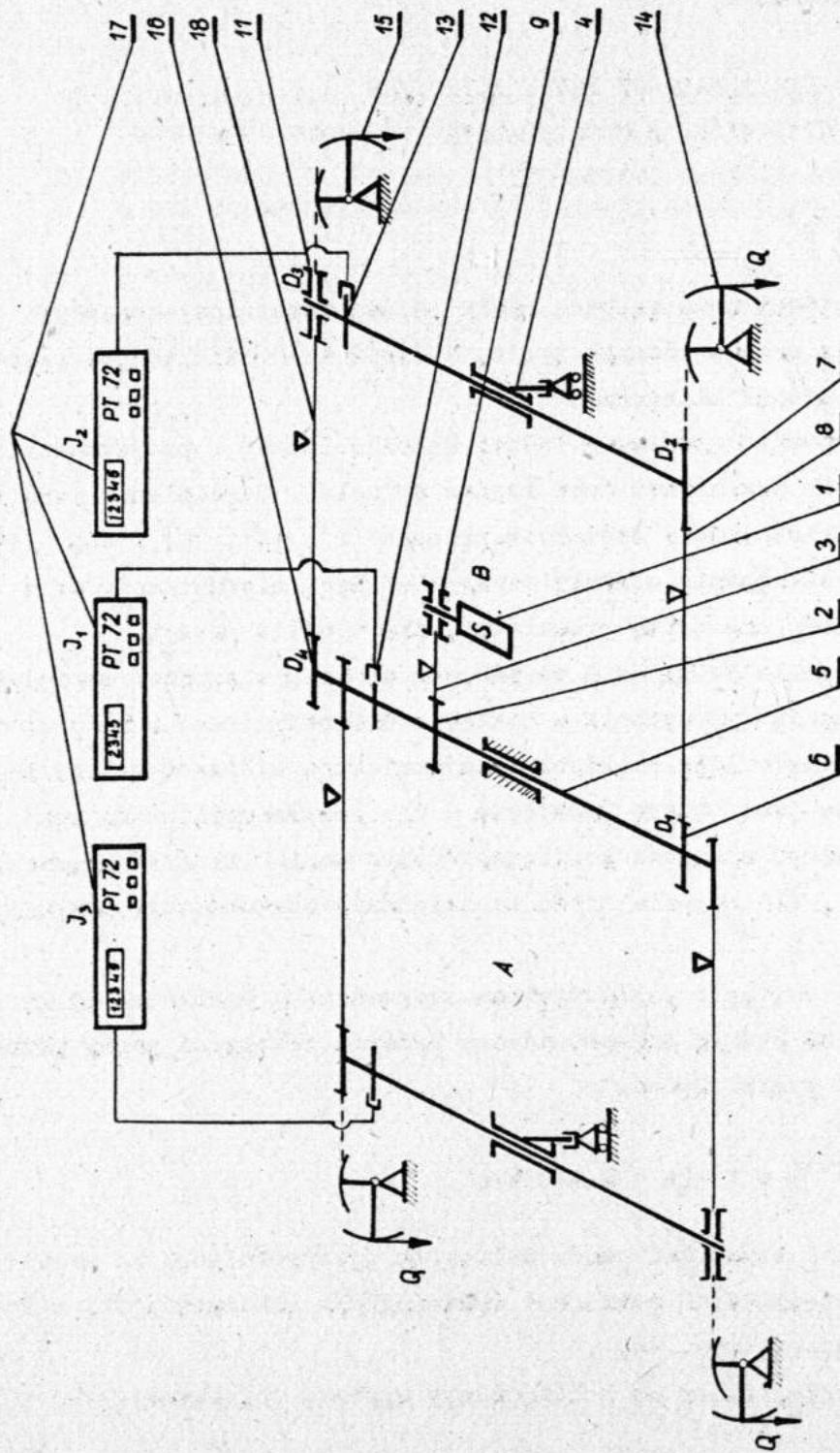
Urządzenia do badania powyższych problemów są dość skomplikowane. Wymagają wyposażenia w dokładne momentomierze, układy obciążające i ewentualnie elektroniczną aparaturę mierzącą zmiany obrotów kół, co jest bardzo kosztowne i nie zawsze możliwe do realizacji. Dlatego zachodzi konieczność stosowania urządzeń prostszych i tańszych, ale pozwalających na uzyskanie dostatecznie dokładnych wyników.

Niżej zostanie przedstawione stanowisko o uproszczonej konstrukcji, na którym przeprowadzono badania trwałości pasów klinowych, oraz wyniki badań.

2. O p i s s t a n o w i s k a

Badanie trwałości pasów klinowych przeprowadzono na urządzeniach o pojedynczych pętlach i równoległych układach pętli o mocach krążących (rys. 1).

Przed przystąpieniem do badań należy wykonać charakterystykę zmia-



Rys. 1. Schemat stanowiska z dwoma pętlami mocy krążącej do badania trwałości pasów.

ny obrotów kół (zwaną często charakterystyką poślizgu) w funkcji obciążenia (rys. 2) na stanowisku uniwersalnym opisanym w pracy [3], [7].

Następnie wywołuje się obciążenia w prostym układzie dwóch przekładni zamkniętych w pętli mocy krążącej.

Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 1 oraz na rysunku 2.

Urządzenie to pozwala na badanie jednocześnie 4 przekładni w równoległym układzie mocy krążącej. W jednej pętli mocy krążącej przekładnie napędzają się wzajemnie. Silnik uzupełnia tylko moc straconą na skutek tarcia. Jest to urządzenie bardzo ekonomiczne, na którym można badać trwałość przekładni:

- przy różnych obciążeniach,
- przy różnych prędkościach pasa,
- przy różnych naprężeniach wstępnych,
- przy różnych średnicach kół pasowych,
- z samoczynnym napięciem koła (z samoczynnym napięciem wstępnym),
- ze stałym rozstawem osi kół,
- z kołem napinającym.

Stanowisko składa się z dwu pętli A i B połączonych równolegle, w których płynie niezależna moc krążąca. Uzupełnienia straconych mocy w obu pętlach dokonuje się za pomocą silnika (1) i wspólnego wału środkowego (2).

Jeżeli w pętli B nie ma obciążenia ($M=0$), wówczas nie pojawi się "poślizg" i prędkości kół D_1 i D_2 oraz D_4 i D_3 będą odpowiednio równe, co można zapisać w postaci

$$v_{D_1} = v_{D_2}, \quad v_{D_3} = v_{D_4}, \quad (1)$$

stąd mamy

$$D_1 \cdot n_1 = D_2 \cdot n_2, \quad (2)$$

$$D_3 \cdot n_2 = D_4 \cdot n_1. \quad (3)$$

Mnożąc stronami przez siebie związki (2) i (3), otrzymujemy

$$D_1 \cdot D_3 = D_2 \cdot D_4 \quad (4)$$

Warunek (4) jednakowych prędkości nie zostanie spełniony, jeżeli np. koło D_3 będzie miało zmienioną średnicę skuteczną, wówczas pojawi się poślizg, który może wywołać obciążenie.

Zatem w pętli popłynie moc krążąca obciążająca przekładnię.

Zwiększając średnicę koła rozsuwnego D_3 zwiększamy jego prędkość obwodową V_{D_3} co sugeruje, że będzie ono kołem czynnym. Rozpatrując zagadnienie szerzej i zakładając: $M \neq 0$, a koła: D_1 i D_3 są kołami czynnymi, wówczas

$$V_{D_1} > V_{D_2}, \quad V_{D_3} > V_{D_4}, \quad (5)$$

stąd

$$n_1 D_1 > n_2 D_2, \quad (6)$$

$$n_2 D_3 > n_1 D_4, \quad (7)$$

po pomnożeniu stronami otrzymamy

$$D_1 D_3 > D_2 D_4 \quad (8)$$

Aby wywołane zostało obciążenie przekładni badanej w pętli mocy krążącej, musi zachodzić warunek (8) zakładający, że iloczyn średnic kół czynnych jest większy od iloczynu średnic kół biernych. Zmiana kierunku mocy krążącej w pętli B dokonywana jest za pomocą koła rozsuwnego D_3 , którego średnica może być zwiększana lub zmniejszana, oraz przez zmianę kierunku obrotów. Ustalenie naprężenia wstępnego σ_0 dla każdej przekładni odbywa się poprzez napinacze (14 i 15).

Pomiaru obrotów wału (4) i (5) dokonuje się czujnikami fotoelektrycznymi (12) i (13) sprzężonymi z przelicznikami (17).

3. Określenie obciążenia

Po odpowiednim przygotowaniu pasa i określeniu stosunku średnic skutecznych koła biernego i czynnego $\left(\frac{D_b}{D_c}\right)$ w sposób opisany w

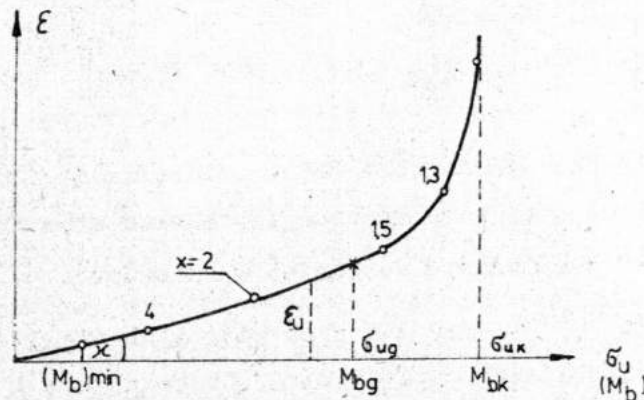
pracy [3] przystąpiono do określenia krytycznego momentu M_{Dk} na stanowisku uniwersalnym.

Dalsze badania prowadzono przy obciążeniach określanych według pozycji [10]

$$M_D = \frac{M_{Dk}}{x}, \text{ gdzie } x = 4, 3, 2, 1,5, 1,3 .$$

Dwa skrajne punkty na krzywej poślizgu określano przy: najmniejszym momencie (najmniejsze możliwe obciążenie hamulca M_D) oraz przy największym dopuszczalnym poślizgu. Tak otrzymaną charakterystykę poślizgu względnego ε w funkcji obciążenia σ_u lub momentu na kole biernym M_D przedstawiono na rysunku 3.

Rozróżnia się tu obciążenia: krytyczne σ_k oraz graniczne σ_g , gdzie część prostoliniowa charakterystyki poślizgu przechodzi w krzywoliniową.



Rys. 2. Wykresy krzywej poślizgu pasa

Następnie założono, że poślizgi przekładni otwartej f_u są takie same jak przekładni badanej w pętli mocy krążącej f_g przy tych samych warunkach pracy

$$\varepsilon_u = \varepsilon_g \quad (9)$$

$$\frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_8} = \frac{M_k}{M_{b8}} = X_8, \quad (10)$$

$$\varepsilon_8 = \frac{M_k \operatorname{tg} \alpha}{X_8} \quad (11)$$

Dla przekładni (8) pracującej w pętli B przy zwiększonej średnicy skutecznej koła rozsuwnego (11) poślizg opisano następująco:

$$\varepsilon_8 = 1 - \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{I_2}{I_1} \quad (12)$$

Podstawiając wyrażenie (12) do warunku (9), otrzymano

$$\frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{D_2}{D_1} = 1 - \varepsilon_u = 1 - \varepsilon_8, \quad (13)$$

a odejmując stronami od jedności, uzyskono wzór na różnice impulsów wału (2) i (4)

$$I_1 - I_2 = I_1 \left(1 - (1 - \varepsilon_8) \frac{D_1}{D_2} \right) \quad (14)$$

$$\Delta I = I_1 \left[1 - (1 - \varepsilon_8) \frac{D_1}{D_2} \right] \quad (15)$$

Ostateczny wzór pozwala na dość łatwe ustalenie obciążenia w badanej przekładni w pętli mocy krążącej, ponieważ stosunek średnic skutecznych $\frac{D_1}{D_2}$ jest znany (wcześniej wyznaczony).

Poślizg [1] [7] [8] przy żądanych warunkach odczytuje się z charakterystyki obciążalności (rys. 2). Ostatecznym zadaniem jest takie ustawienie koła rozsuwnego [11], ażeby otrzymać żadaną różnicę impulsów. Tak obciążoną przekładnię badano aż do całkowitego zniszczenia.

Ilość zmian obciążenia wyznaczono z zależności

$$V = 2 \cdot D \cdot I_a \cdot T \cdot 2 \frac{1}{L}, \quad (16)$$

gdzie:

- L - długość pasa,
- I_a - ilość impulsów koła czynnego,
- T - czas pracy pasa aż do zniszczenia,
- z - liczba kół pasowych w przekładni.

Wyniki badań przeprowadzonych dla pasów opisują tablice 1 - 4 oraz załączone rysunki 3 - 24.

Pasy "Z" o wymiarach $0,01 \times 0,006 \times 1,12$ [m] badano przy naprężeniu $\sigma_0 = 1,9$ [MN/m²], momencie $M_0 = 5,61$ [Nm], współczynnika bezpieczeństwa $x = 1,2$, przełożeniu $i = 1$ i średnicy $D = 0,075$ [m]. Wyniki badań zawarte są w tablicy 1.

Z kolei wartości opisywane w tablicy 2. dotyczą pasów "A" o wymiarach $0,013 \times 0,008 \times 1,148 / 1,060 /$ [m], badanych przy poniższych warunkach: $\sigma_0 = 2,3$ [MN/m²], $D = 0,090$ [m], $i = 1$, $M = 11,25$ [Nm] $x = 1,2$.

Tablica 3. zawiera wyniki badań otrzymane przy badaniu pasów "B": $0,017 \times 0,011 \times 1,650$ [m], o osnowie poliestrowo-kordowo-sznurowej, wykonanej metodą wulkanizacji kotłowej /seria I/ i metodą wulkanizacji rotacyjnej /seria II/ przy następujących parametrach: $\sigma_0 = 2,3$ [MN/m²], $D = 0,105, /0,125/ /0,165/$ [m], $i = 1$, $M = 23,75 /31,5/ /40,0/$ [Nm], $x = 1,2$.

Tablica 4. dotyczy badań pasów "C": $0,022 \times 0,14 \times 1,200$ [m], o osnowie kordowo-poliestrowej, wykonanych podobnie jak pasy "B" metodą wulkanizacji kotłowej albo rotacyjnej. Pasy te badano przy następujących parametrach: $\sigma_0 = 2,3$ [MN/m²], $D = 0,132$ [m], $i = 0$, $M = 43$ [Nm], $x = 1,2 /1,2/ /1,4/$.

W wykresach 3 - 20 przedstawiono średnie czasy pracy pasów lub średnie ilości zmian obciążenia dla przyjętych przedziałów czasu lub ilości zmian obciążenia.

Dla wszystkich rodzajów badanych pasów zbiorcze wyniki zestawiono na wykresach 21 i 23 z przedziału co 25 godzin, a na wykresach 22 i 24 z przedziału co 2 min.

4. W n i o s k i k o ń c o w e

Wyniki badań pasów przy dużych obciążeniach małym współczynnikiem bezpieczeństwa mogą być wykorzystane do szybkich badań sprawdzających (z uwagi na krótki czas badań).

Badania te mogą dotyczyć:

- a. Kontroli stanu jakości pasów (z bieżących lub innych serii produkcyjnych).
- b. Porównania wyników badań trwałości pasów krajowych i zagranicznych.
- c. Oceny poprawności doboru parametrów przekładni, takich jak np. napięcie wstępne, średnica koła.
- d. Kontroli i poprawności wyboru materiału pasa, technologii wykonania i konstrukcji nowych pasów.
- e. Zebrania informacji do teoretycznych opracowań o trwałości pasów.

Badania pasów "C" przy podobnych parametrach, jakie wykorzystano do badań innych pasów wykazały w efekcie małą ich trwałość. Próby zmniejszenia obciążenia (zwiększenia współczynnika bezpieczeństwa) ujawniły kilkakrotne powiększenie ich trwałości.

W dalszych badaniach należy:

- zmniejszyć obciążenie lub napięcie wstępne albo powiększyć średnicę badanych kół,
- krótką żywotność pasów "C" tłumaczyć można dużą sztywnością na zginanie (pasy "C" mają elementy przenoszące obciążenie wykonane z tkaniny, a nie z kordu, pasy tkaninowe mają mniejszą trwałość) oraz nieodpowiednim materiałem elementu nośnego, względnie nieodpowiednim położeniem warstwy nośnej.

Pasy te najczęściej niszczą się (przy dużych obciążeniach) na skutek zbyt wysokiej temperatury pracy.

Pasy "C" najczęściej nie pękają, lecz rozwarstwiają się lub zniszczeniu ulega owijka, następuje też często zmiękczenie wypełniacza gumowego.

f. Badania wszystkich pasów przy małych obciążeniach (takich, jakie wykorzystuje się w eksploatacji) są długotrwałe. Zatem opracowanie wyników należy oprzeć zarówno na badaniach doświadczalnych, jak i teoretycznych, wykorzystując w tym celu zagraniczne publikacje.

B i b l i o g r a f i a

- [1] Andrejew P.W., Pieriedacza trenijem. Maszgiz, Moskwa, 1963.
- [2] Dudziak M., Żywotność pasów klinowych w przekładni nieobciążonej momentem. Instytut T.C. i S.S. Politechnika Poznańska, 1975, praca niepublikowana .
- [3] Grodzki E., Trojanek S., Badania poślizgu przekładni pasowej na stanowisku uniwersalnym.
- [4] Horowitz B., Die Zeitfestigkeit von Gummi-Keilriemen. Gummi Azbest-Konstr., t.23, nr 8, 1970.
- [5] Horowitz B., Neune Gesichtspunkte zur zeitfestigkeit der Gummi-Keilriemen. Maschinenbautechnik, 17, N-2, 1968.
- [6] Harding R.F., Predicting v-belt life. Machine Design and control, N-6, 1968.
- [7] Mazanek E., Sprzężenie płaskiego pasa z kołem i sprawność przekładni przy zastosowaniu różnych gatunków pasów i różnych sposobów ich napinania. Praca doktorska, Łódź, 1967.
- [8] Niemann G., Maschinenelemente zweiter Band, betriebe. Springer-Verlag, 1969.
- [9] Pronin A.B., Klinoremennyl i frikcionnye peredaczi i wariatory, Moskwa, 1960.
- [10] Trojanek S. i inni, Problemy i badanie przekładni z pasem klinowym. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej (w druku).

Tablica 1

wulkanizacja kotłowa											
P A S Y "Z"											
D = 0,075 [m] i = 1 M ₀ = 5,61 [Nm] x = 1,2											
σ ₀ = 1,9 [MN/m ²]											
L.p. wg badań seria I	L.p. badań seria II	Prze- dział czasu h	Numer bada- nego pasa		L. p.	T godzin pracy	I cz 30s	L (m)	U/10	U w a g i	
			seria I	seria II							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	19	0-5		Z-37	1	5,00	51126	1,120	0,214714	przekręcał się	
	28	10-15		Z-47	2	12,60	45978	1,120	0,486810	przekręcał się	
17		20-25	Z-13		3	23,25	-	1,120	-	J.W.	
11			Z-7		4	24,17	-	1,120	-	J.W.	
12		25-30	Z-8		5	26,33	-	1,120	-	J.W.	
21			Z-17		6	27,33	-	1,120	-	J.W.	
16			Z-12		7	28,00	-	1,120	-	J.W.	
20		30-35	Z-16		8	30,00	-	1,120	-	J.W.	
22		35-40	Z-18		9	36,00	57870	1,120	1,752192		
15		40-45	Z-11		10	40,83	57804	1,120	1,984338		
14			Z-10		11	41,00	57611	1,120	1,986696		
	6			Z-24	12	43,50	51438	1,120	1,879200		
	8	55-60		Z-26	13	56,25	51354	1,120	4,300000		
	14	80-85		Z-32	14	81,50	51270	1,120	3,515560		
13			Z-9		15	81,83	57744	1,120	3,971046		
9		85-90	Z-5		16	82,40	55299	1,120	3,826656		
	31			Z-49	17	86,00	45103	1,120	3,261857		
	7			Z-25	18	88,50	51378	1,120	3,823200		
	13	100-105		Z-31	19	100,50	50373	1,120	4,264071		
10			Z-6		20	103,75	55328	1,120	4,835620		
18			Z-14		21	104,75	57959	1,120	5,105934		

Tablica 1 c.d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	21	105-110		Z-39	22	106,50	49101	1,120	4,395407	przekręcał się
	25			Z-43	23	109,60	45951	1,120	4,234474	
	17	120-125		Z-35	24	124,10	50340	1,120	5,265386	
	5			Z-23	25	125,00	51383	1,120	5,400000	
	27	125-130		Z-45	26	129,50	45662	1,120	4,970025	
	23	130-135		Z-41	27	130,30	47252	1,120	5,295818	
	28			Z-46	28	130,80	51036	1,120	5,616926	
19		140-145	Z-15		29	140,75	57948	1,120	6,860718	
	10	145-150		Z-28	30	147,10	50482	1,120	6,241243	
	15	155-160		Z-33	31	150,00	50348	1,120	6,703714	
	1	165-170		Z-19	32	167,50	50366	1,120	7,096017	
	16			Z-34	33	169,80	50706	1,120	7,204372	
8		170-175	Z-4		34	171,67	55487	1,120	9,409436	
	18	200-205		Z-36	35	201,80	51218	1,120	8,691814	
	24	220-225		Z-42	36	220,80	45908	1,120	8,516571	
	20	225-230		Z-38	37	226,80	51229	1,120	9,768690	
	22	240-245		Z-40	38	244,80	46878	1,120	9,646869	
	9	245-250		Z-27	39	248,50	50504	1,120	10,559475	
	11	255-260		Z-29	40	257,80	51313	1,120	11,120387	
	26	280-285		Z-44	41	283,30	51048	1,120	12,165711	
	12			Z-30	42	284,40	51282	1,120	12,267797	
5			Z-1							
6			Z-2							
7			Z-3							

Tablica 2

P A S Y "A"

wulkanizacja kotłowa

$\sigma_0 = 2,3 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ $D = 0,090 \text{ [m]}$ $i = 1$ $M_0 = 11,25 \text{ [Nm]}$ $x = 1,2$

wg seria I	L.p. badań		Prze- dział czasu (h)	Numer bada- nego pasa		L. p.	T godz. pracy	I cz 30s	L (m)	$\frac{U}{10^6}$	U w a g i
	seria I	seria II		seria I	seria II						
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
59		0-5		A-59		1	2,67	57575	1,148	-	badania przerwano w związku ze zmia- ną długości pasa j.w.
58				A-58		2	2,67	57575	1,148	-	
57				A-57		3	3,50	57575	1,148	-	
56				A-56		4	3,67	57575	1,148	0,207956	
42				A-42		5	3,75	57431	1,148	0,212220	
52				A-52		6	4,00	57590	1,148	0,226656	
40				A-40		7	4,58	57624	1,148	0,259830	
44				A-44		8	4,92	57420	1,148	0,278078	
55		5-10		A-55		9	5,00	57575	1,148	-	
46				A-46		10	5,17	57506	1,148	0,292380	
36				A-36		11	5,67	57548	1,148	0,321284	
50				A-50		12	5,83	57503	1,148	0,339932	
6				A-06		13	7,00	57485	1,148	0,396144	
31				A-31		14	7,50	57437	1,148	0,424440	
27				A-27		15	8,50	57254	1,148	0,478384	
37				A-37		16	9,25	57661	1,148	0,324808	
49		10-15		A-49		17	10,08	57551	1,148	0,571172	
47				A-47		18	10,50	57418	1,148	0,593460	
53				A-53		19	10,58	57465	1,148	0,497982	
34				A-34		20	10,75	57545	1,148	0,609138	
38		10-15		A-38		21	12,67	57623	1,148	0,718844	
23				A-23		22	13,00	57216	1,148	0,731952	
32				A-32		23	13,40	57555	1,148	0,759298	

Tablica 2 Ccd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
54			A-54		24	14,00	57407	1,148	0,791280	
35			A-35		25	14,17	57581	1,148	0,802928	
43			A-43		26	14,33	57447	1,148	0,810964	
8		15-20	A-08		27	15,00	57158	1,148	0,843480	
18			A-18		28	16,17	57044	1,148	0,908107	
29			A-29		29	17,08	57265	1,148	0,962902	
41			A-41		30	18,00	57546	1,148	1,018656	
20			A-20		31	18,33	56956	1,148	1,028093	
51			A-51		32	18,75	57478	1,148	1,059750	
33		20-25	A-33		33	20,92	57577	1,148	1,185410	
7			A-07		34	21,50	57385	1,148	1,208988	
25			A-25		35	21,75	57587	1,148	1,232442	
48			A-48		36	22,50	57569	1,148	1,274540	
26		25-30	A-26		37	25,08	57299	1,148	1,415716	
17			A-17		38	25,75	56904	1,148	1,442412	
13			A-13		39	27,58	55846	1,148	1,517121	
21			A-21		40	27,92	57239	1,148	1,574018	
19			A-19		41	29,08	57056	1,148	1,633133	
24			A-24		42	29,92	57307	1,148	1,688924	
28		30-35	A-28		43	30,75	57101	1,148	1,726920	
45			A-45		44	31,50	57528	1,148	1,782648	
15			A-15		45	32,50	57252	1,148	1,832220	
16			A-16		46	34,92	56256	1,148	1,935965	
14		35-40	A-14		47	37,92	57031	1,148	2,129587	
10			A-10		48	38,67	58165	1,148	2,213470	
22		40-45	A-22		49	42,17	57271	1,148	2,377376	
30		45-50	A-30		50	46,50	57269	1,148	2,620884	
9			A-09		51	49,33	57375	1,148	2,788132	
11		50-55	A-11		52	50,00	58165	1,148	2,213470	
12		60-65	A-12		53	62,58	57090	1,148	3,514493	

Tablica 2 c.d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	10	75-80		A-11/II	54	78,60	51293	1,060	4,297788	
	3	120-125		A- 3/II	55	124,50	51375	1,060	6,816020	
	2	150-155		A- 2/II	56	153,60	51319	1,060	8,398730	
	15	165-170		A-17/II	57	167,25	51466	1,060	9,179184	
	11	170-175		A-12/II	58	172,60	51450	1,060	6,267969	
	6	175-180		A- 7/II	59	178,50	51285	1,060	9,760244	
	1	205-210		A- 1/II	60	208,50	57204	1,060	12,717712	
	14	215-220		A-16/II	61	218,30	51469	1,060	11,980969	
	12	225-230		A-13/II	62	227,80	51292	1,060	12,455932	
	13			A-14/II	63	229,40	51452	1,060	12,574582	
	9	240-245		A-10/II	64	241,00	51769	1,060	13,292286	
	7			A- 8/II	65	242,80	51070	1,060	13,210140	
	5			A- 6/II	66	244,50	51277	1,060	13,369074	
	8	255-260		A- 9/II	67	256,75	51405	1,060	14,073775	
	4	340-345		A- 5/II	68	342,80	51295	1,060	18,744042	
1			A-01		69	-	-	1,148	-	zniszczono przy
2			A-02		70	-	-	1,148	-	wyznaczeniu cha-
3			A-03		71	-	-	1,148	-	rakterystyki
4			A-04		72	-	-	1,148	-	
5			A-05		73	-	-	1,148	-	

Tablica 3

P A S Y "B"

osnowa poliestrowa kordowo-sznurowa
wulkanizacja kotłowa seria I
wulkanizacja rotacyjna seria II

$\sigma_0 = 2,3 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ $D = 0,105 \text{ [m]}$ $l = 1$ $M_0 = 23,75 \text{ [Nm]}$ $x = 1,2$

L.p. wg badań seria I	Prze- dział czasu (h)	Numer bada- nego pasa		L. p.	T godzin pracy	I cz 30s	L (m)	$\frac{U}{10}$	U w a g i
		I	II						
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	0-5	41	41	1	3,08	47372	1,650	0,116659	porowaty wypełn.
12		40	40	2	4,08	47372	1,650	0,154536	j.w.
9	5-10	52	52	3	5,40	46883	1,650	0,202412	zerwany kord
4	10-15	15	15	4	12,50	47391	1,650	0,437454	
5		50	50	5	14,20	47124	1,650	0,534746	porowaty wypełn.
14		39	39	6	14,90	47385	1,650	0,557290	j.w.
8	20-25	32	32	7	20,60	47112	1,650	0,774860	j.w.
13	25-30	42	42	8	26,30	47320	1,650	0,989603	zerwany kord
2	30-35	35	35	9	30,60	47359	1,650	1,157681	
16	35-40	43	43	10	35,60	47334	1,650	1,341965	porowaty wypełn.
10		44	44	11	35,80	47337	1,650	1,354412	j.w.
4		29	29	12	38,10	47418	1,650	1,444752	j.w.
7	40-45	46	46	13	40,30	47286	1,650	1,522900	rozwarstwiony
10		59	59	14	40,55	48112	1,650	1,558891	
9		48	48	15	41,30	47181	1,650	1,557085	
1	55-60	30	30	16	58,60	47407	1,650	2,219555	
3	130-135	13	13	17	133,80	47467	1,650	5,073696	
13	150-155	57	57	18	152,80	47528	1,650	5,800813	
5	150-155	10	10	19	153,50	48342	1,650	5,927891	
1	180-185	14	14	20	180,90	47467	1,650	5,073696	
6	185-190	9	9	21	188,70	48223	1,650	7,270783	

Tablica 3 c.d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		190-195		16	22	190,00	47459	1,650	7,204800	rozwarstwiony
	3	195-200		45	23	198,80	47015	1,650	7,469097	
	6	220-225		12	24	221,00	47682	1,650	8,418895	
	2	245-250		31	25	249,70	47432	1,650	9,412604	
	7	260-265		26	26	261,60	47366	1,650	9,897042	
	15	275-280		54	27	275,10	47321	1,650	10,407693	
	11	290-295		38	28	294,80	47239	1,650	11,154401	
	8									

		$\sigma_0 = 2,3$ [MN/m ²]	D = 0,125 [m]	l = 1	$M_0 = 31,5$ [Nm]	x = 1,2			
10	9	0- 5	35	1	0,75	55898	1,650	0,039621	niewłaściwa bud.
10	6	5- 10	34	2	8,60	55894	1,650	0,454701	J.W.
	3	10- 15	18	3	10,33	63321	1,060	0,969119	J.W.
	5		33	4	12,90	55821	1,650	0,680933	J.W.
13	2	20- 25	27	5	13,50	55897	1,650	0,708230	J.W.
	1	30- 35	6	6	21,25	63296	1,060	0,992060	zerwany kord
12	7	45- 50	49	7	32,90	55960	1,650	1,740925	niewłaściwa bud.
7		55- 60		8	46,60	58800	1,650	2,591185	J.W.
5		60- 65		9	57,00	63277	1,060	5,343408	J.W.
11		65- 70		10	58,83	63491	1,060	5,252628	zerwany kord
1		90- 95		11	60,50	56049	1,650	3,206646	niewłaściwa bud.
9		105-110		12	63,92	63382	1,060	6,001320	J.W.
6		115-120		13	67,75	63277	1,060	6,351156	J.W.
4		125-130		14	92,67	63144	1,060	8,660568	zerwany kord
3		135-140		15	105,83	63338	1,060	9,928544	niewłaściwa bud.
2		155-160		16	117,17	63491	1,060	11,017730	J.W.
8	8	160-165	1	17	129,75	63382	1,060	12,181968	J.W.
		165-170		18	138,83	63248	1,060	12,994488	J.W.
				19	158,25	63248	1,060	14,812200	zerwany kord
				20	160,75	58929	1,650	8,959392	niewłaściwa bud.
				21	166,25	63369	1,060	15,648880	J.W.

Tablica 3 c.d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	3	185-190		3	22	166,50	55986	1,650	8,810458	niewłas. bud.
	11			36	23	185,00	56307	1,650	9,931366	
	4			19	24	188,16	55909	1,650	9,948450	
	10			17	25	189,90	55898	1,650	10,119698	
	2	190-195		7	26	192,80	56015	1,650	10,210502	
	7			2	27	193,90	58787	1,650	10,781774	
	4	200-205		8	28	201,08	56002	1,650	10,649003	
	1	210-215		5	29	213,25	56032	1,650	11,302764	
	6	240-245		4	30	240,00	56015	1,650	12,710169	
	14			58	31	241,00	56028	1,650	12,839964	
	5	245-250		11	32	246,08	55996	1,650	13,032160	
	12			37	33	248,60	56111	1,650	13,809504	
	9			28	34	248,60	56136	1,650	13,197984	
	13	255-260		53	35	259,25	55987	1,650	13,801528	
	8	285-290		21	36	288,08	56122	1,650	15,293924	
$\sigma_0 = 23 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ $D = 0,165 \text{ [m]}$ $i = 1$ $M_0 = 40 \text{ [Nm]}$ $x = 1,2$										
2	2	5-10		1	1	6,00	57124	1,650	0,430428	porowaty wypełn.
3	3	35-40		22	2	38,00	57124	1,650	2,726051	
3	1	655-660		25	3	656,00	57124	1,650	47,060245	

Tablica 4

P A S Y "C"

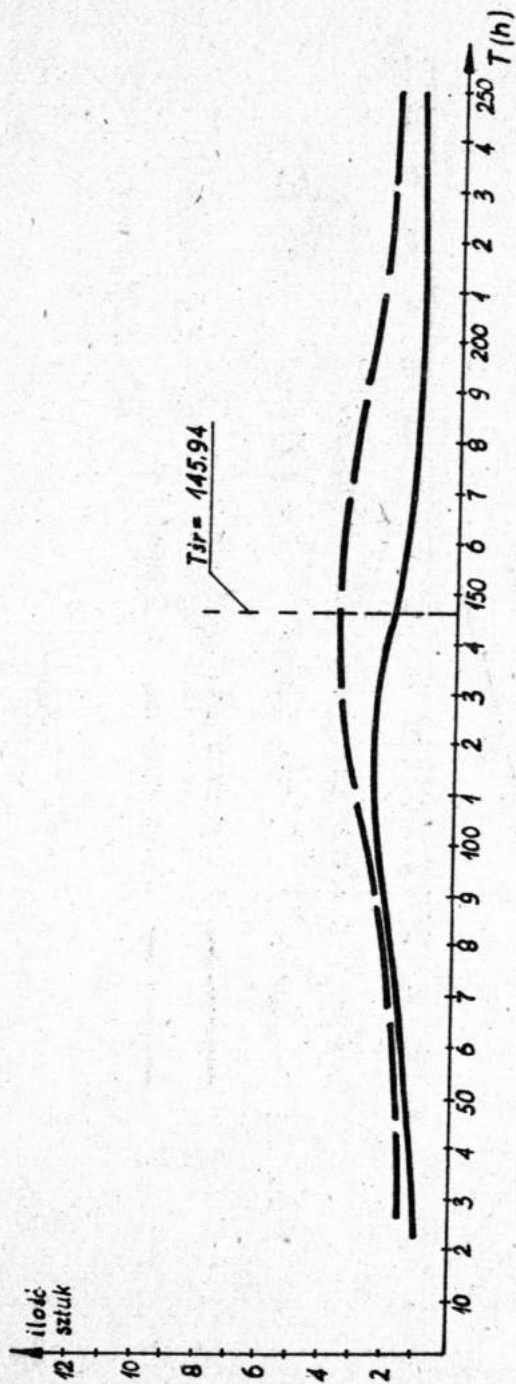
osnowa kordowo-poliestrowa
wulkanizacja kotłowa
pasy wykonano wg specyfikacji zbiorczej 2/73

$\sigma_0 = 2,3 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ $D = 0,132 \text{ [m]}$ $i = 1$ $M_0 = 43 \text{ [Nm]}$ $x = 1,2$

L.p. wg badań	Prze- dział czasu (h)		Numer bada- nego pasa		L. p.	T godzin pracy	I cz 30s	L (m)	$\frac{U}{10^6}$	U w a g i
	seria I	seria II	seria I	seria II						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	0-5			7	1	0,15	44204	1,200	0,009160	
13				13	2	0,15	44092	1,200	0,009134	
16				16	3	0,17	44104	1,200	0,010352	
9				9	4	0,18	44214	1,200	0,010994	
17				17	5	0,19	44109	1,200	0,011576	
10				10	6	0,20	44124	1,200	0,012192	
2				2	7	0,23	44152	1,200	0,014020	
15				15	8	0,23	44204	1,200	0,014046	
11				11	9	0,23	44076	1,200	0,014004	
4				4	10	0,24	44092	1,200	0,014616	
8				8	11	0,25	44168	1,200	0,015254	
1				1	12	0,26	44178	1,200	0,015756	
6				6	13	0,27	44157	1,200	0,016472	
12				12	14	0,27	44087	1,200	0,016442	
3				3	15	0,28	44165	1,200	0,017084	
14				14	16	0,30	44172	1,200	0,018306	
5				5	17	0,31	44182	1,200	0,018916	

Tablica 4 C.d.

$\sigma_0 = 2,3 \text{ [MN/m}^2\text{]}$		$D = 0,132 \text{ [m]}$		$l = 1$		$M_0 = 43 \text{ [Nm]}$		$x = 1,4$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		0-5		18	1	1,01	44682	1,200	0,062356	
14				31	2	1,23	45202	1,200	0,076752	
16				33	3	1,25	45098	1,200	0,077850	
2				19	4	1,30	44622	1,200	0,080104	
3				20	5	1,40	44612	1,200	0,086268	
13				30	6	2,05	45193	1,200	0,127920	
6				23	7	2,40	44110	1,200	0,149160	
11				28	8	2,40	45146	1,200	0,149616	
7				24	9	2,50	44726	1,200	0,154500	
17				34	10	2,85	45086	1,200	0,177498	
4				21	11	3,20	44721	1,200	0,197568	
9				26	12	3,20	45633	1,200	0,191600	
10				27	13	3,23	45156	1,200	0,201358	
12				29	14	3,60	45102	1,200	0,224208	
15				32	15	3,70	45108	1,200	0,230436	
5				22	16	4,00	44686	1,200	0,246720	
8				25	17	4,00	45621	1,200	0,252000	
18				35	18	4,50	44762	1,200	0,278100	
<hr/>										
$\sigma_0 = 2,3 \text{ [MN/m}^2\text{]}$		$D = 0,132 \text{ [m]}$		$l = 1$		$M_0 = 43 \text{ [Nm]}$		$x = 1,7$		
1	15-20	3		3	1	17,50	45600	1,200	1,102500	
3	25-30	1		1	2	29,40	45550	1,200	1,852200	
2	40-45	2		2	3	42,90	45620	1,200	2,703700	



Pasy z kord -sznurem poliestrowym

Pas "Z" Seria II D = 0,075 [m] L = 1,12 [m] x = 1,2

(0 - 10 ; 10 - 20 ; ...)

— z przedziału co 10 h

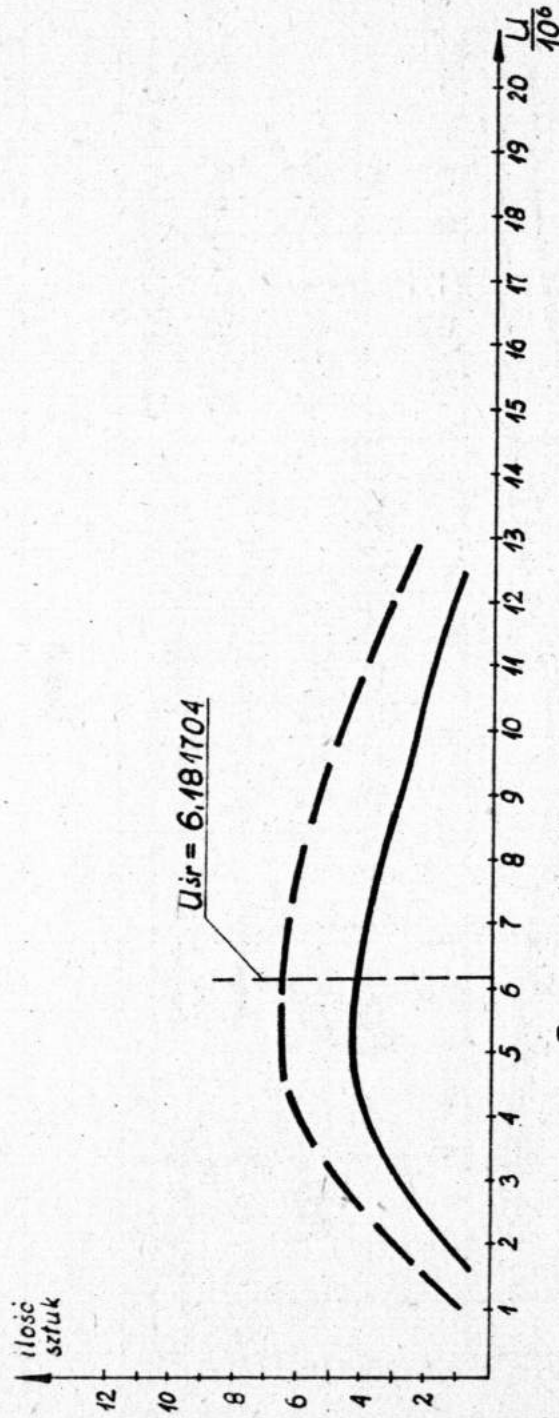
(0 - 25 ; 25 - 50 ; ...)

- - - z przedziału co 25 h

$G_0 = 1,9 [MN/m^2]$

$M_0 = 5,01 [Nm] \quad i = 1$

Rys.3.



Pasy z kord-sznurowym

Pas „Z” Seria II $D = 0,075 [m]$ $L = 1,12 [m]$ $x = 1,2$

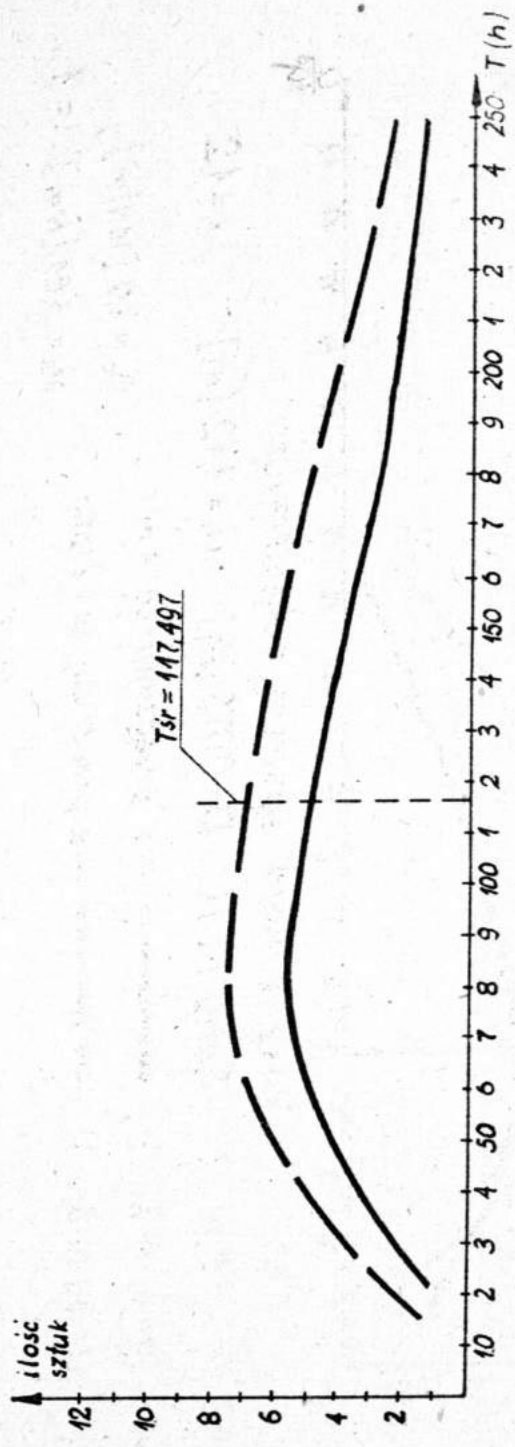
(0-1; 1-2; ...) — z przedziału co 1 mln

(1-3; 3-5; ...) — z przedziału co 2 mln

$G_0 = 1,9 [MN/m^2]$

$M_0 = 5,61 [Nm]$ $i = 1$

Rys. 4.



Pasy z kord-sznurem poliestrowym

Pas „Z” Seria I i II $D = 0,075 [m]$ $L = 1,12 [m]$ $x = 1,2$

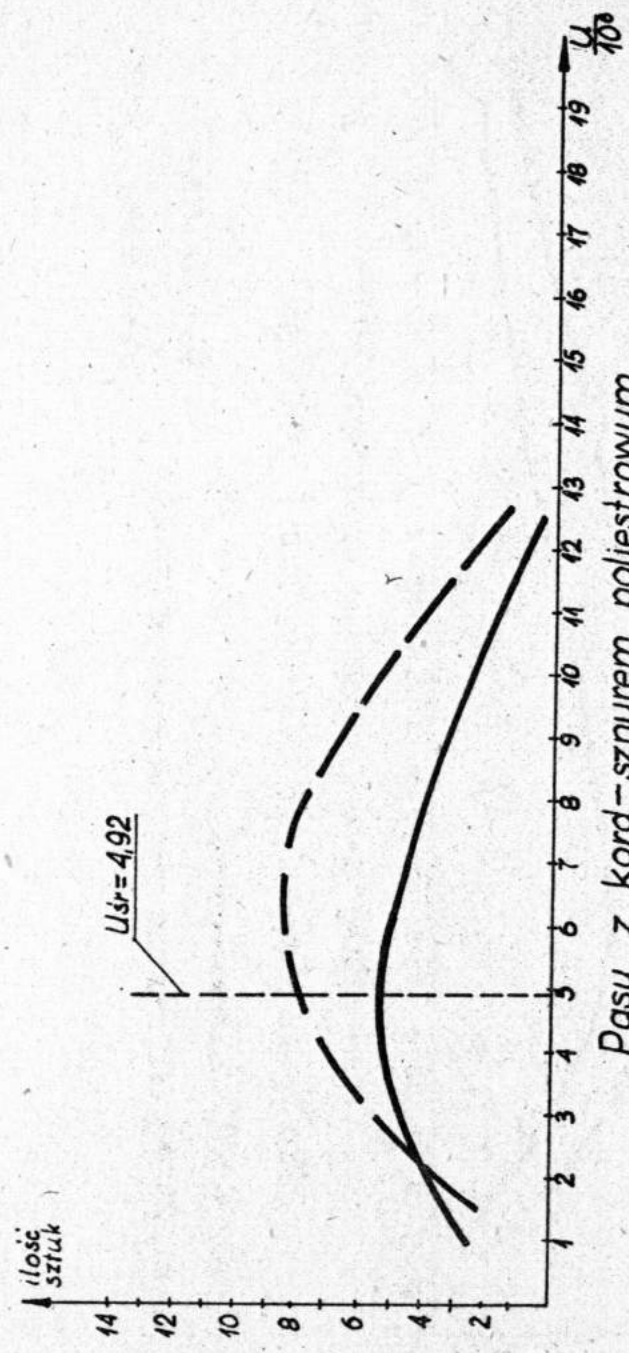
(0-10; 10-20; ...) — z przedziału co 10 h

(0-25; 25-50; ...) — z przedziału co 25 h

$$\sigma_0 = 1,9 [MN/m^2]$$

$$M_0 = 5,64 [Nm] \quad i = 1$$

Rys. 5

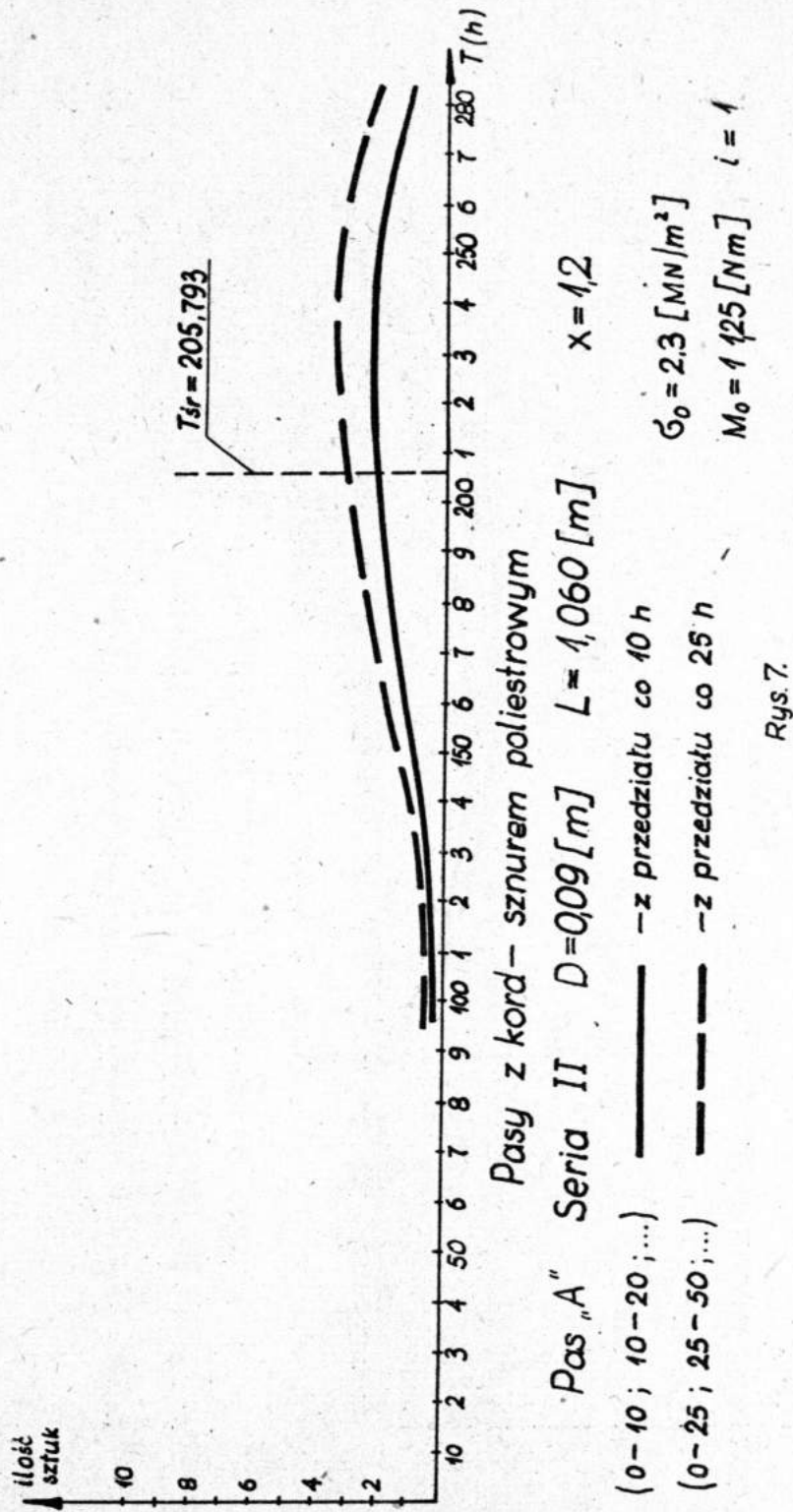


Pasy z kord-sznurow poliestrowym

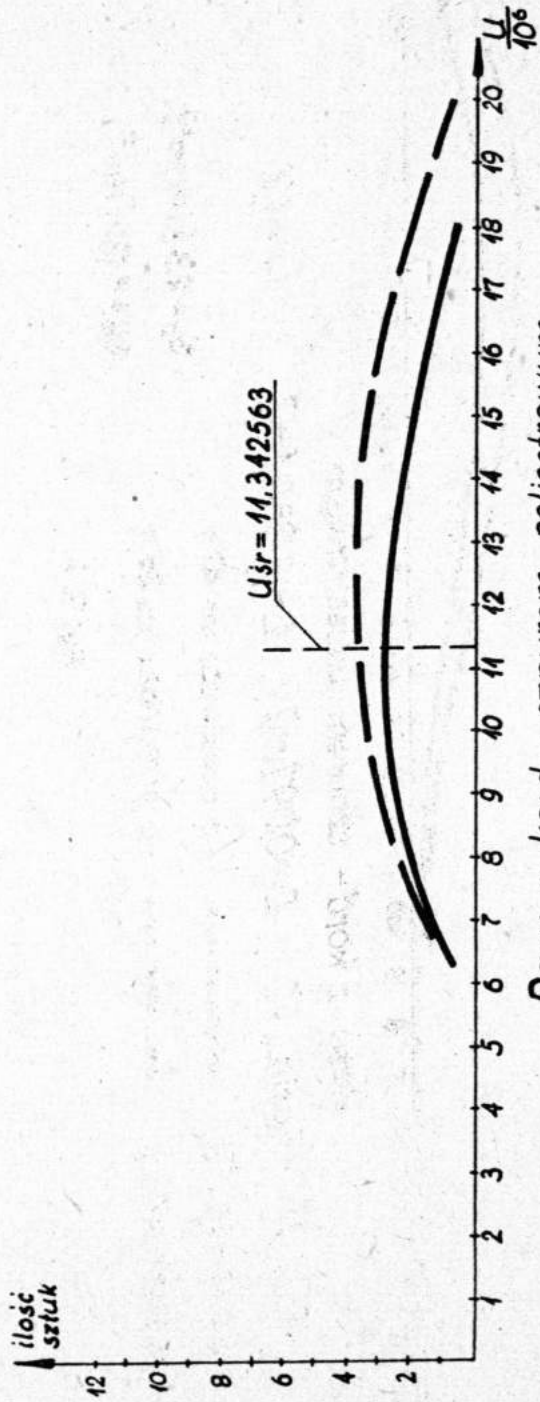
Pas "Z" Seria I i II D=0,075 [m] L=1,12 [m] x=1,2

- (0-1; 1-2; ...) — z przedziału co 1 mln $G_0 = 1,9 [MN/m^2]$
- (1-3; 3-5; ...) — z przedziału co 2 mln $M_0 = 5,61 [Nm] \quad i = 1$

Rys.6



Rys. 7.



Pasy z kord - sznurem poliestrowym

Pas „A” Seria II $D = 0,09 [m]$ $L = 106 [m]$ $\chi = 1,2$

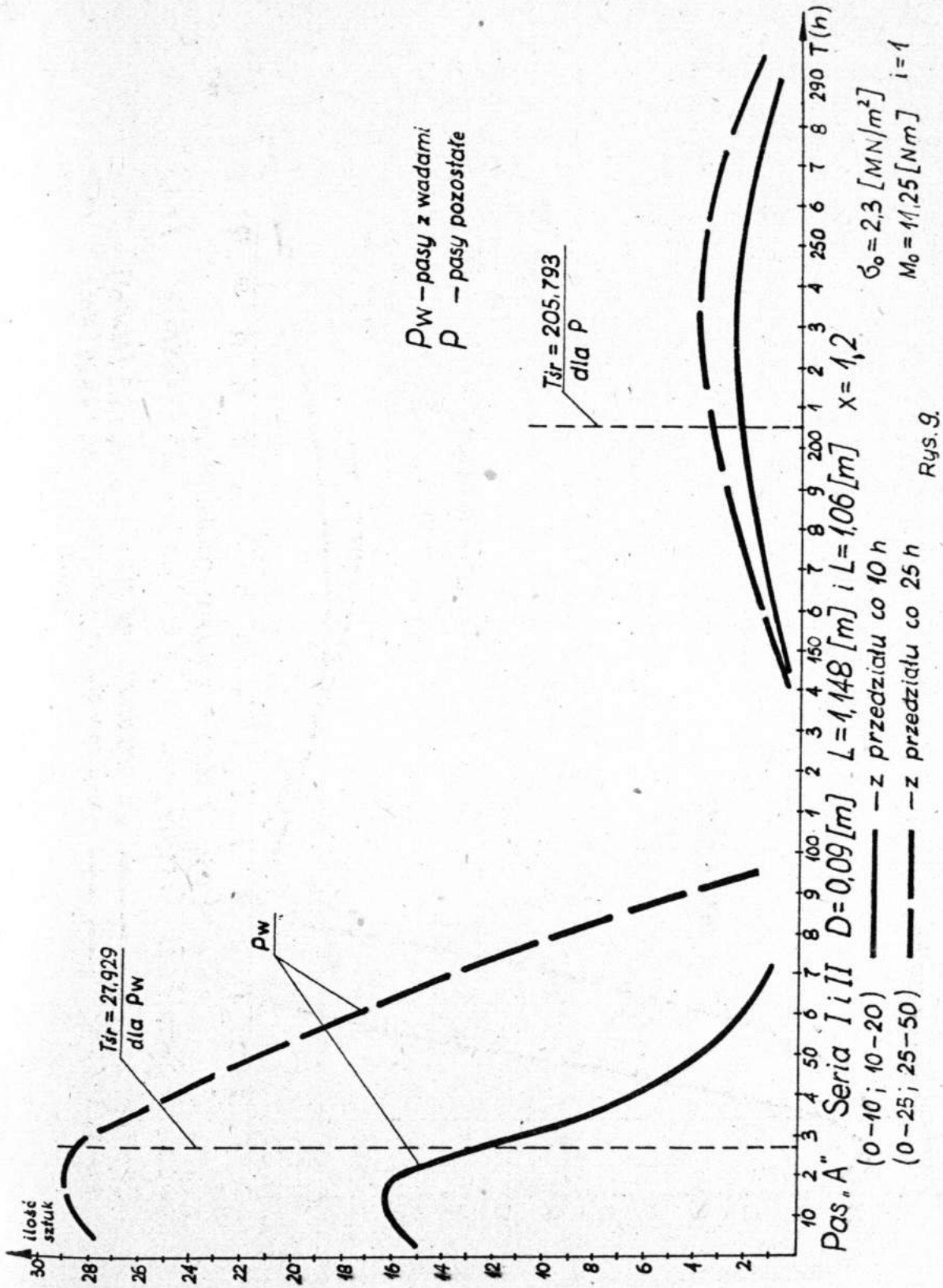
(0-1 ; 1-2 ; ...) — z przedziału co 1 mln

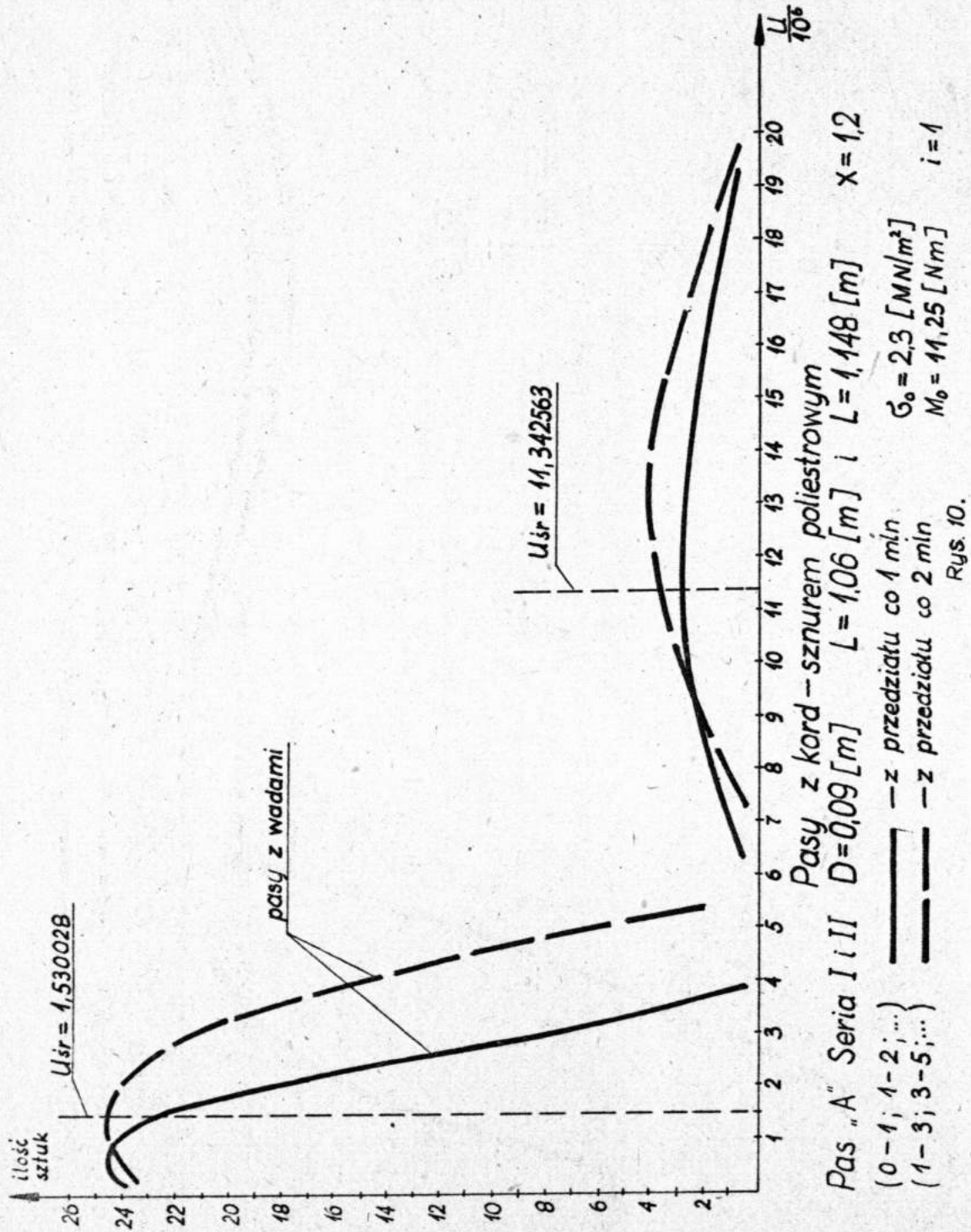
(1-3 ; 3-5 ; ...) - - z przedziału co 2 mln

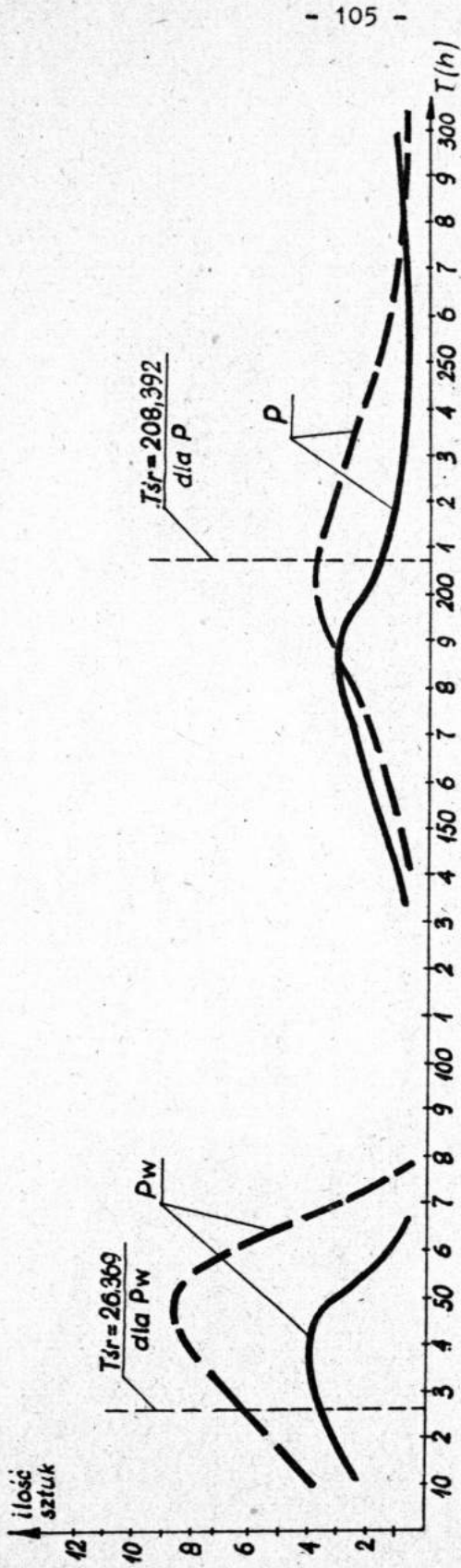
$$G_0 = 2,3 [MN/m^2]$$

$$M_0 = 11,25 [Nm] \quad i = 1$$

Rys. 8.







Pasy z kord-sznurem poliestrowym

Pas „B” Seria II $D = 0,105 [m]$ $L = 1,65 [m]$ $x = 1,2$

(0-10; 10-20; ...)

(0-25; 25-50; ...)

— — — — — co 10 h

— — — — — co 25 h

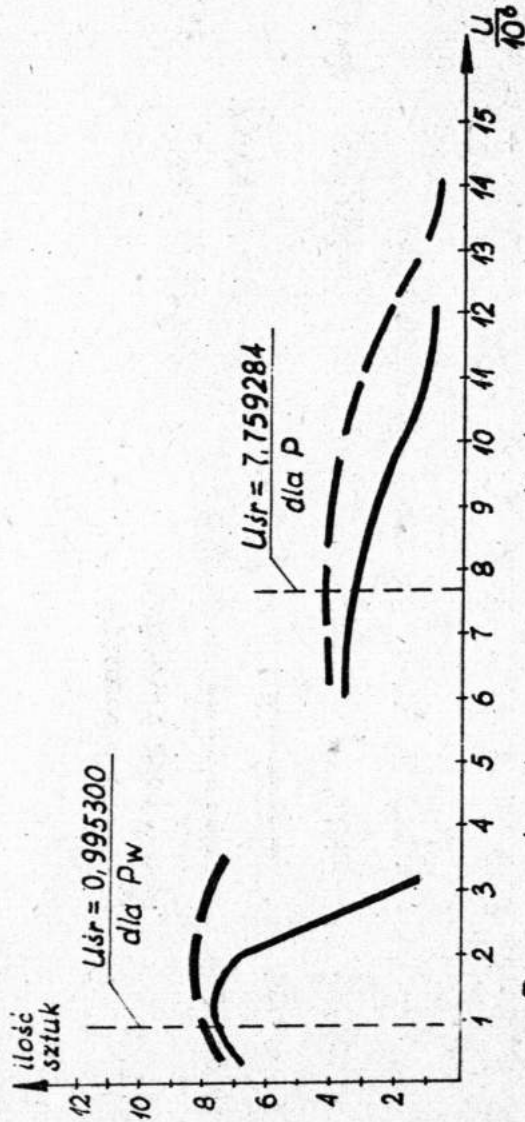
$G_0 = 2,3 [MN/m^2]$

$M_0 = 23,75 [Nm]$ $i = 4$

Pw — pasy z wadami

P — pasy pozostałe

Rys. 11.



Pasy z kord – sznurem poliestrowym

Pas „B” Seria II $D = 0,105 [m]$ $L = 465 [m]$ $x = 1,2$

(0-1; 1-2; ...) — z przedziału co 1 mln

(1-3; 3-5; ...) — z przedziału co 2 mln

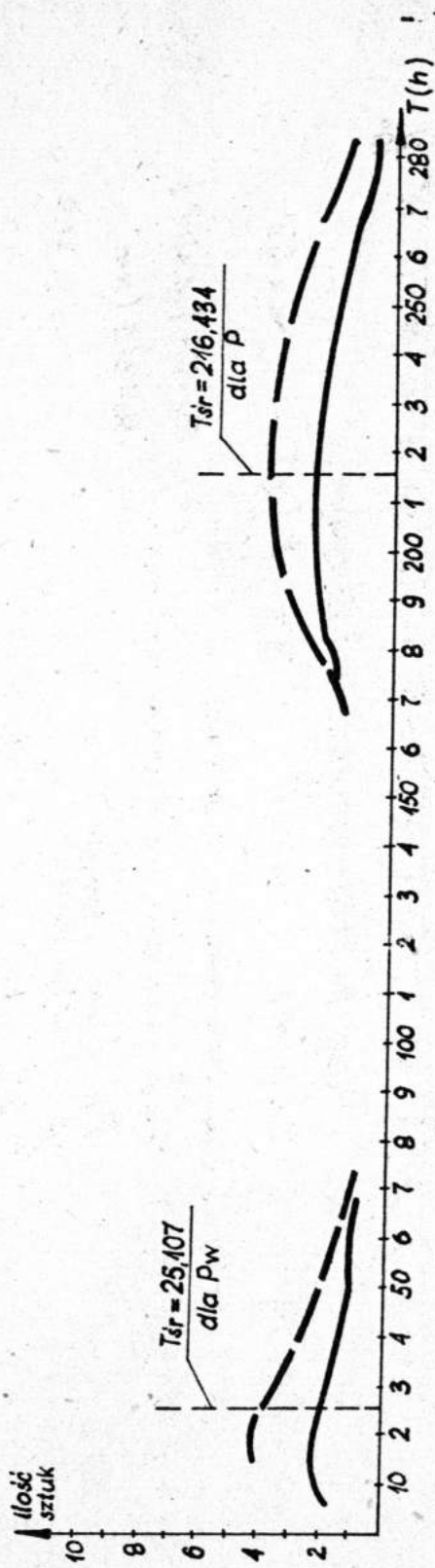
P_w — pasy z wadami

P — pasy pozostałe

$G_0 = 2,3 [MN/m^2]$

$M_0 = 23,75 [Nm]$ $i = 1$

Rys. 12.



Pasy ze sznurem poliestrowym

Pas "B" (0-10; 10-20...) $D = 0,125 [m]$ $L = 1,65 [m]$ $x = 1,2$

(0-25; 25-50...) ———— - co 10 h

————— - co 25 h

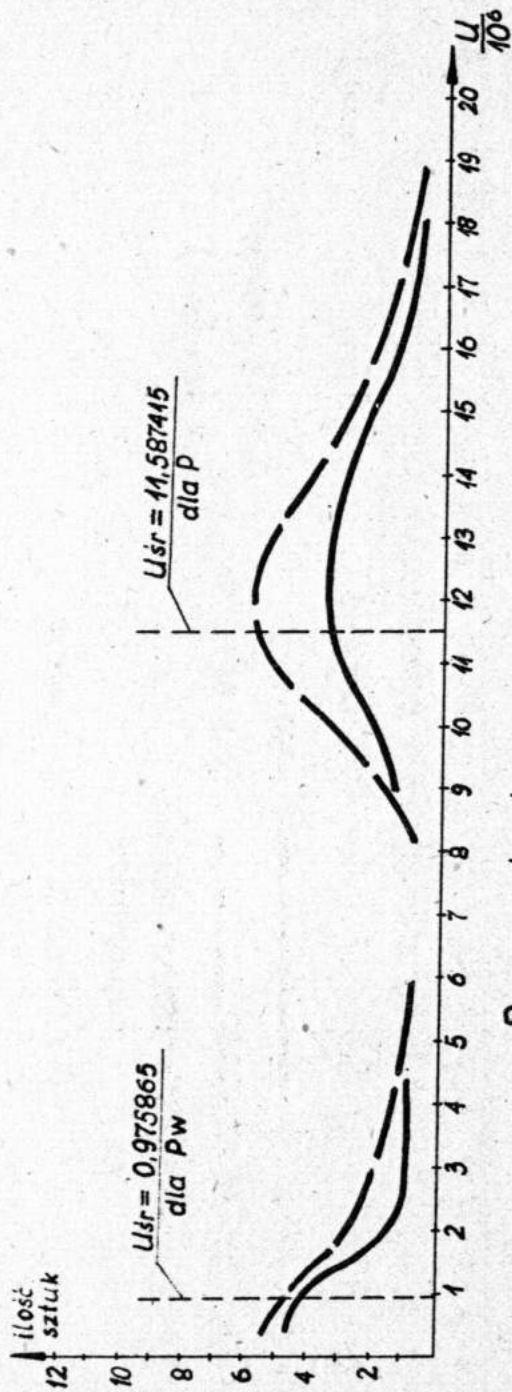
Pw - pasy z wadami

P - pasy pozostale

$$G_0 = 2,3 [MN/m^2]$$

$$M_0 = 31,5 [Nm] \quad i = 1$$

Rys. 13.



Pasy z kord-sznurem poliestrowym

Pas „B” D = 0,125 [m] Seria II L = 1,65 [m] x = 1,2

(0-1; 1-2; ...)

(1-3; 3-5; ...)

— z przedziału co 1 mln

- - - z przedziału co 2 mln

P_w — pasy z wadami

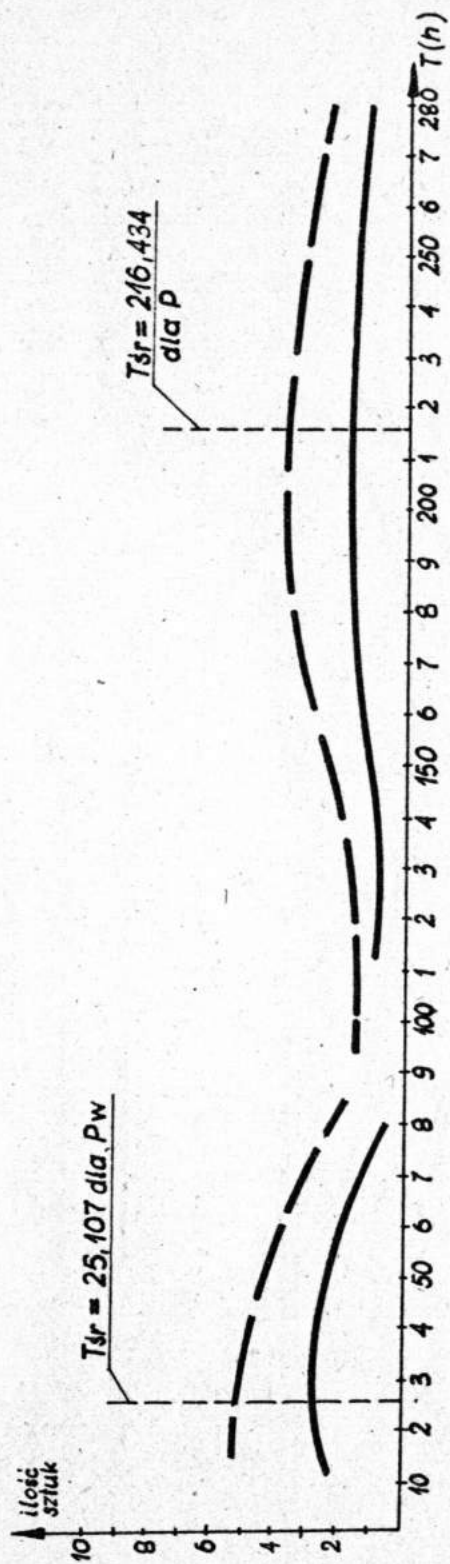
P — pasy pozostałe

G₀ = 2,3 [MN/m²]

M₀ = 31,5 [Nm]

i = 1

Rys. 14.



Pasy z kord-sznurem poliestrowym

Pas „B” Seria I i II $D = 0,125 [m]$ $L = 1,65 [m]$ i $L = 1,06 [m]$ $x = 1,2$

(0 - 10 ; 10 - 20 ; ...) — co 10 h

(0 - 25 ; 25 - 50 ; ...) — co 25 h

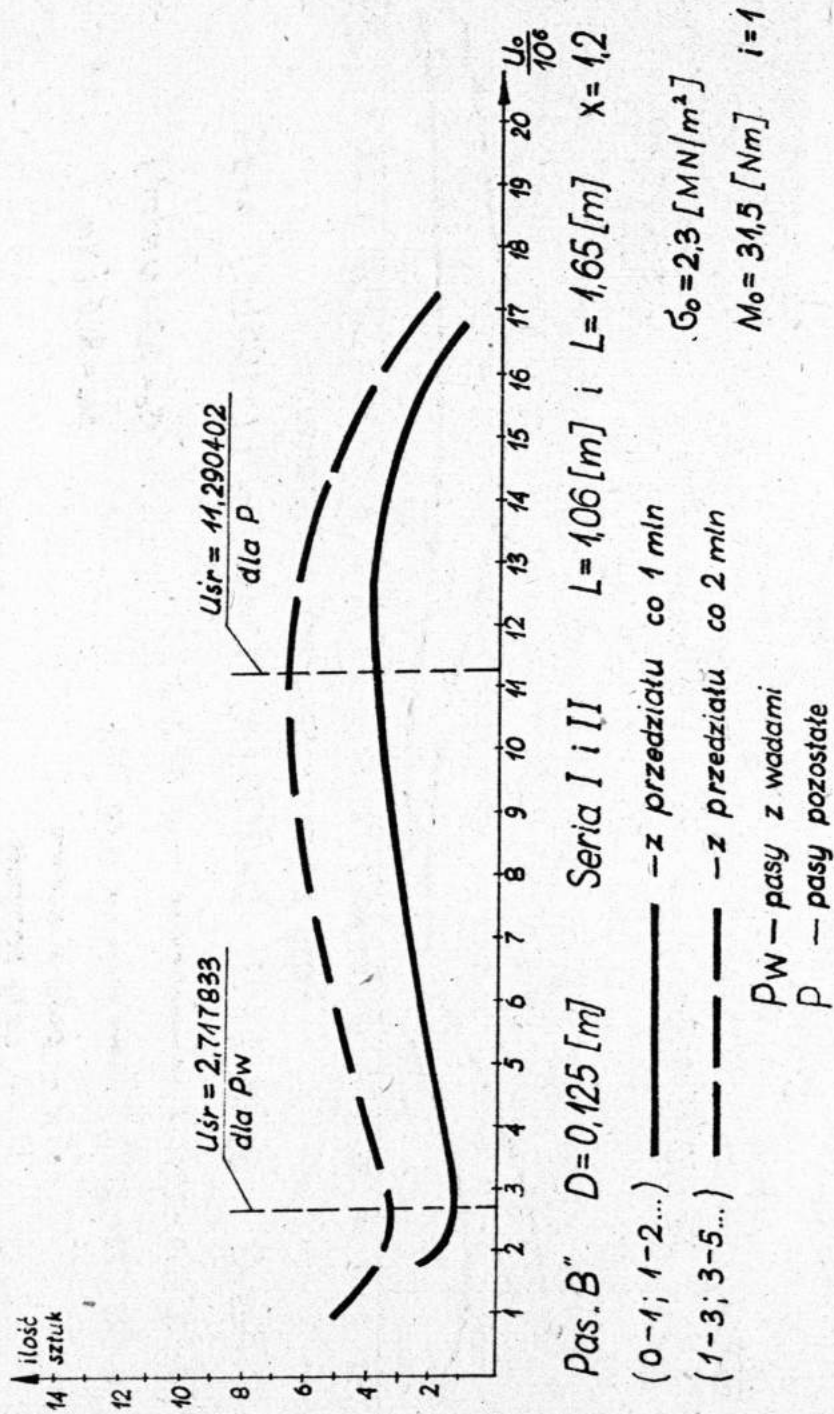
P_w — pasy z wadami

P — pasy pozostałe

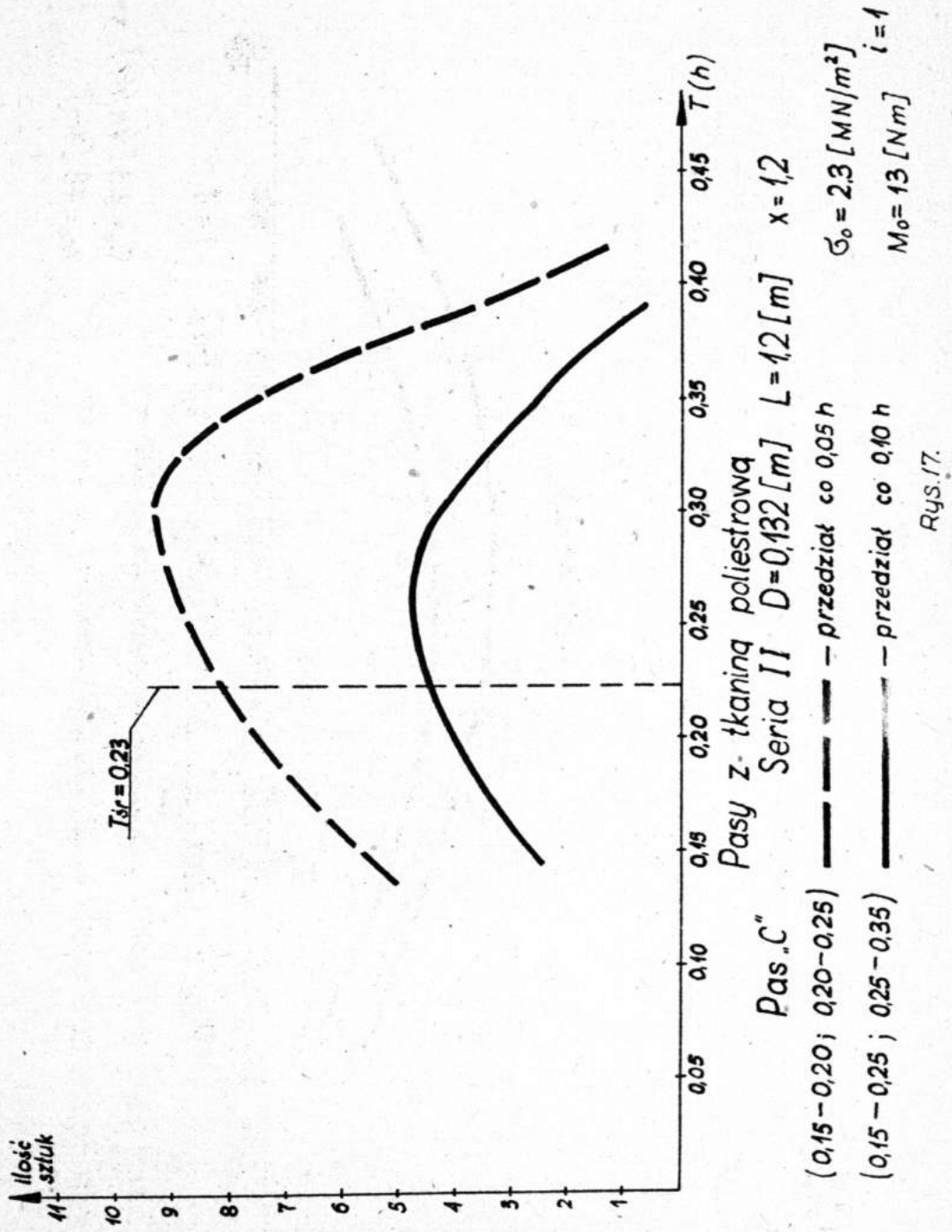
$$\sigma_0 = 2,3 [MN/m^2]$$

$$M_0 = 31,5 [Nm] \quad i = 1$$

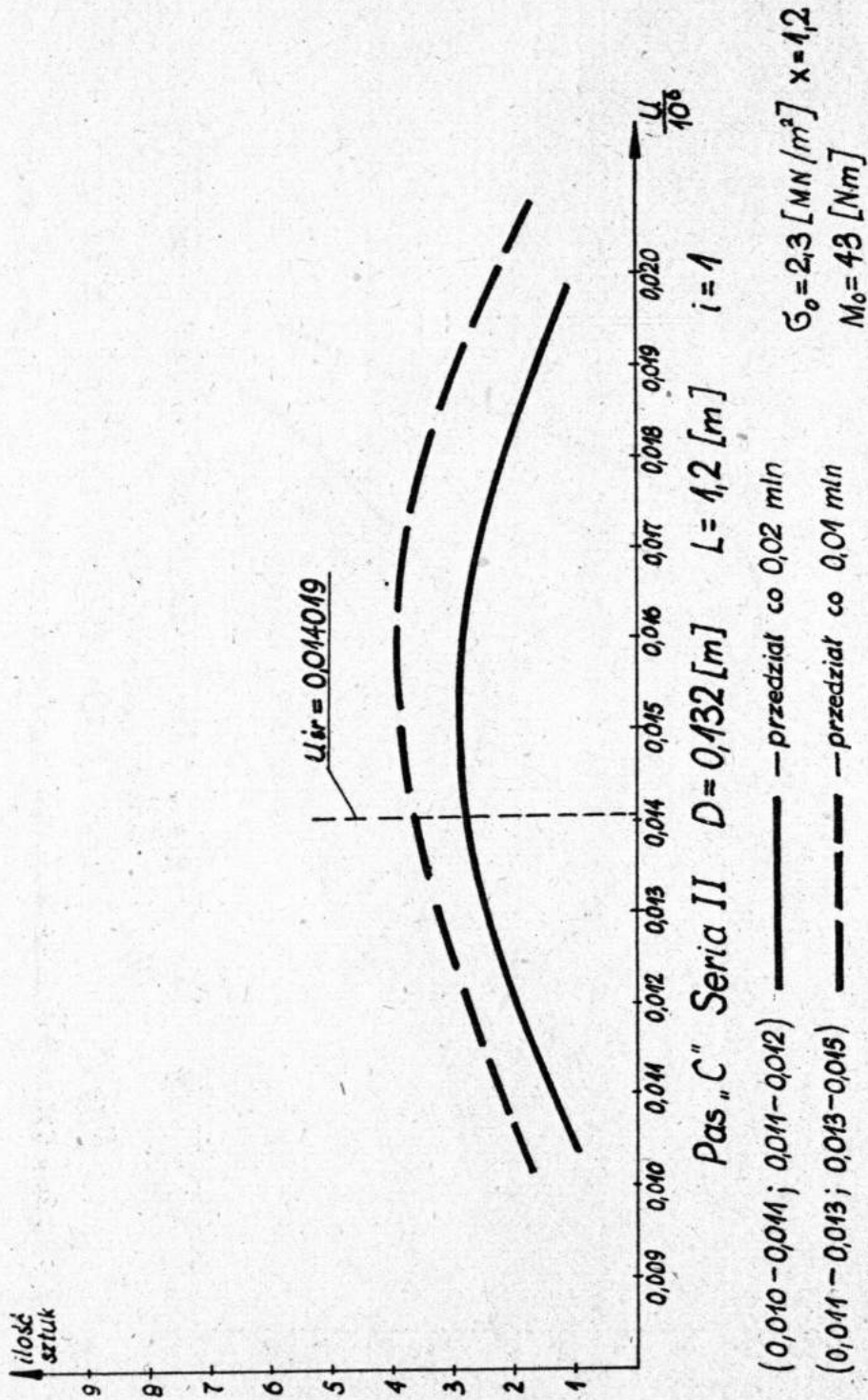
Rys. 15



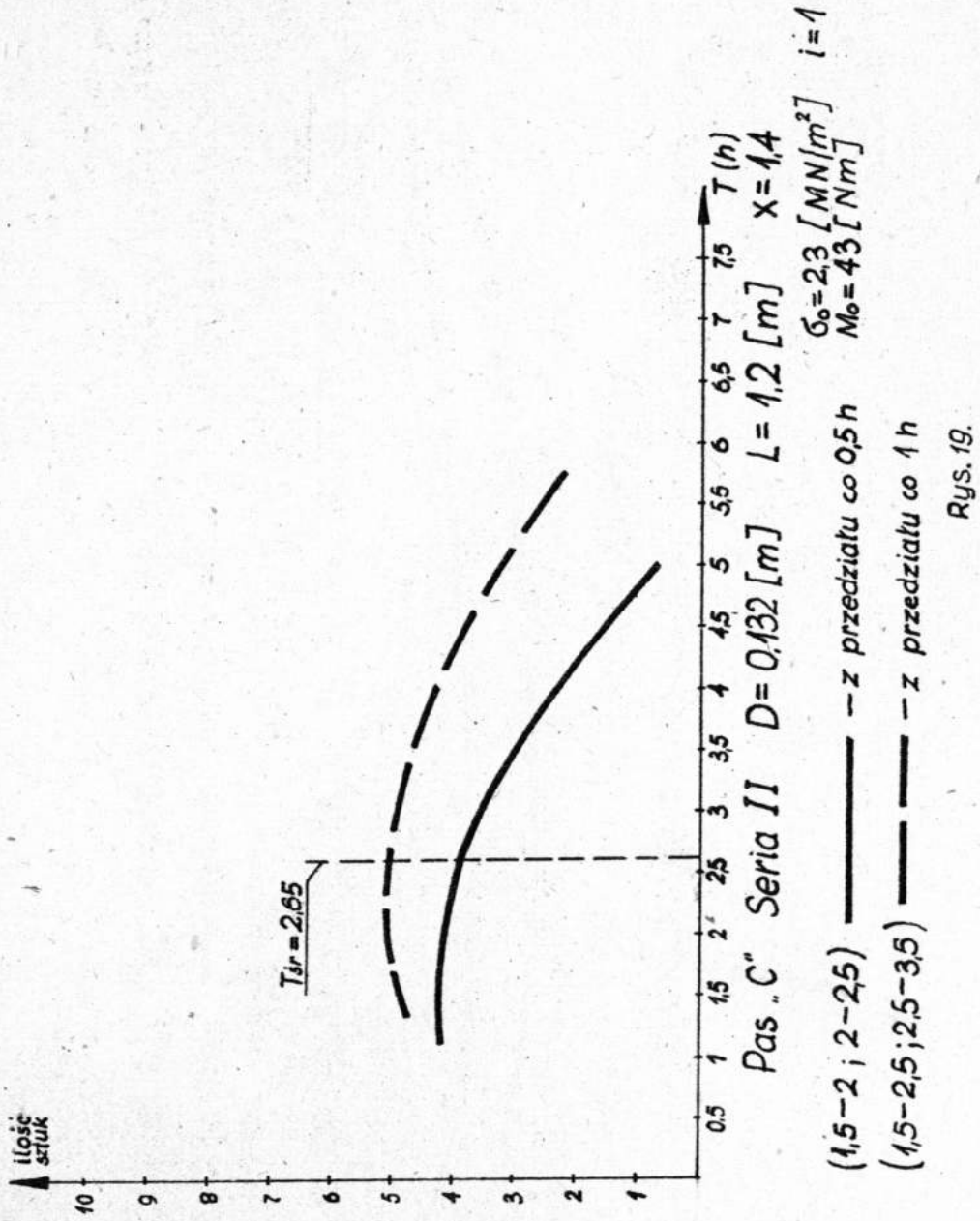
Rys. 16.

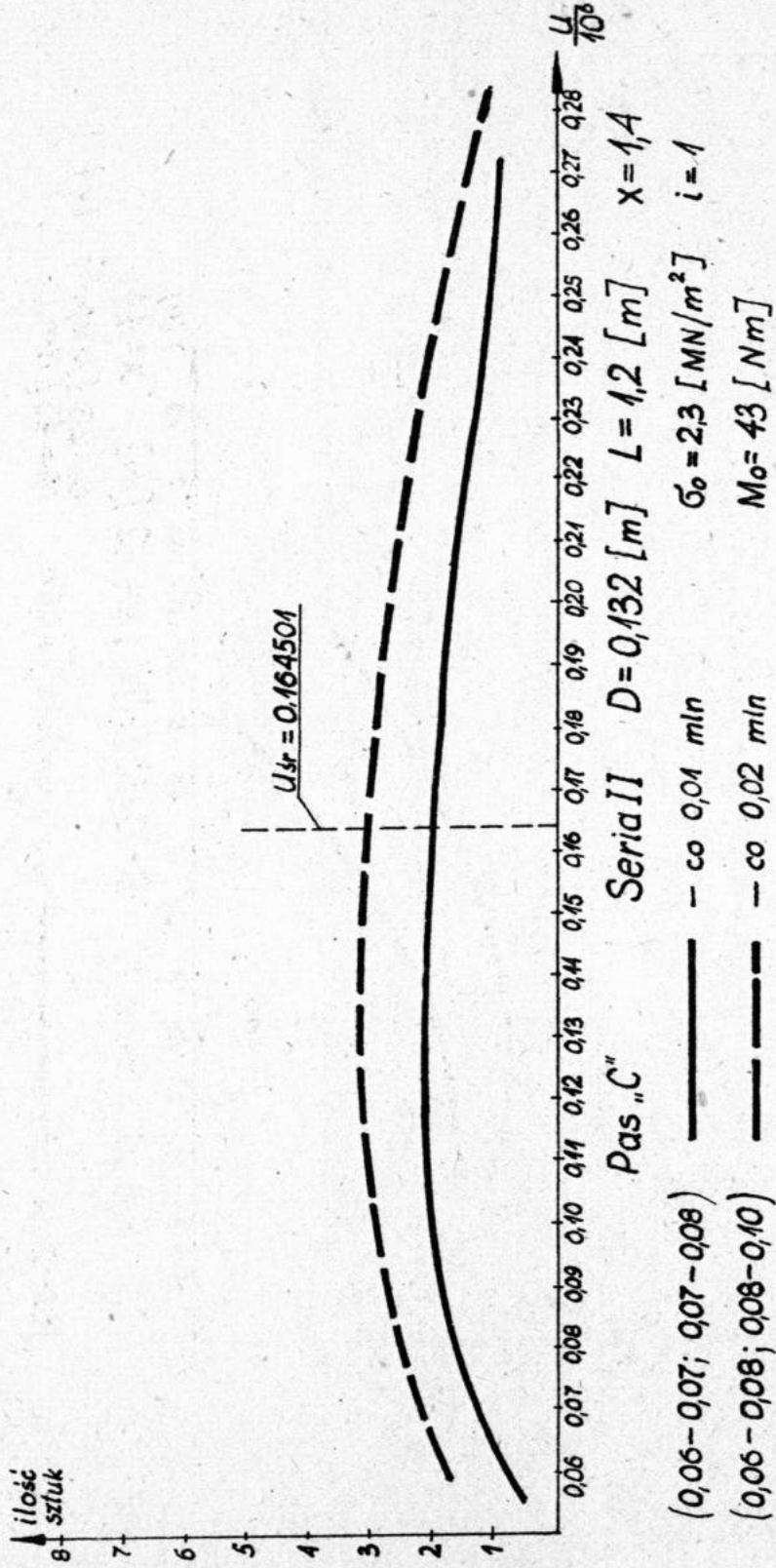


Rys.17.

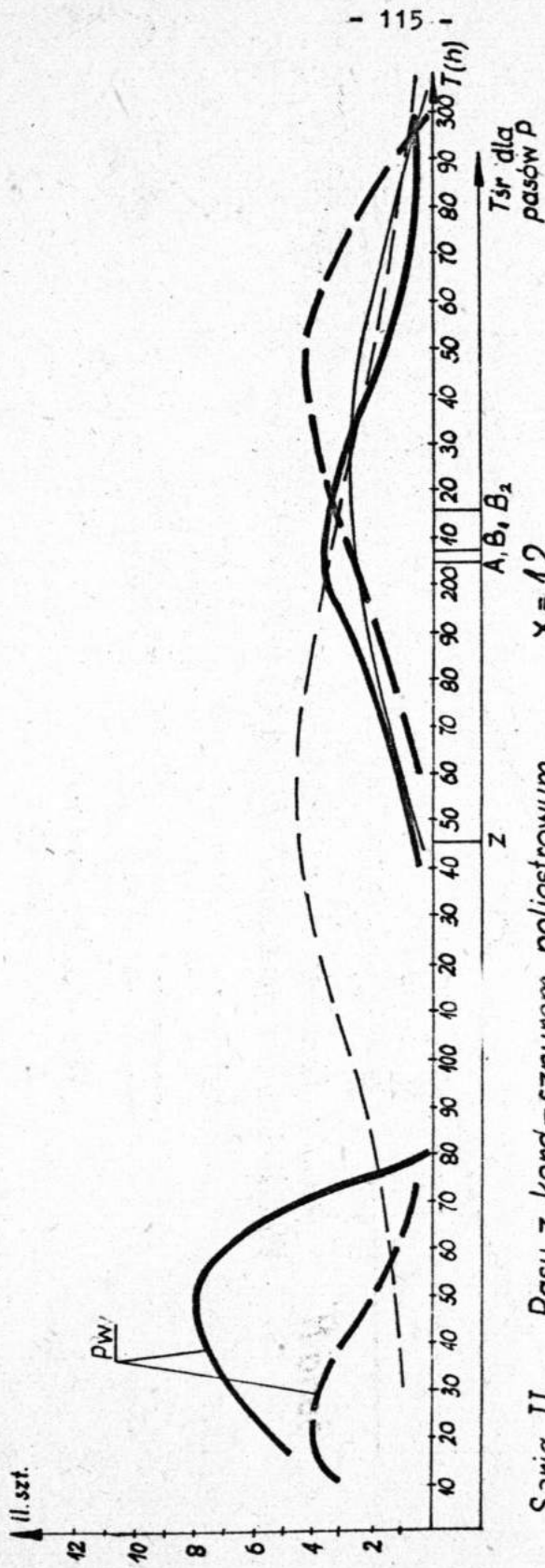


Rys. 18.





Rys. 20

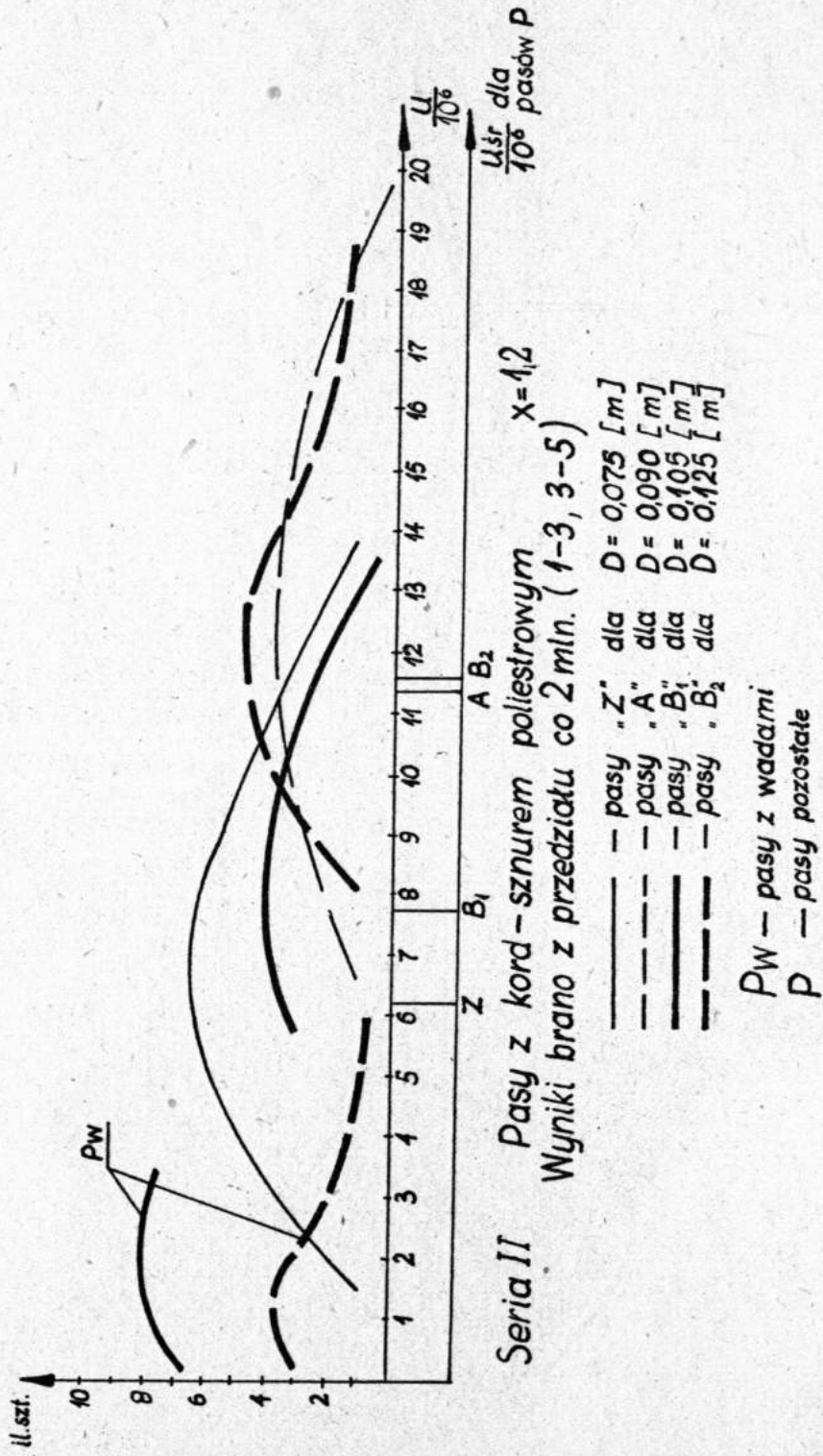


Seria II Pasy z kord-sznurem poliestrowym $x = 1,2$
 Wyniki brano z przedziału co 25 godz. (25-50, 50-75...)

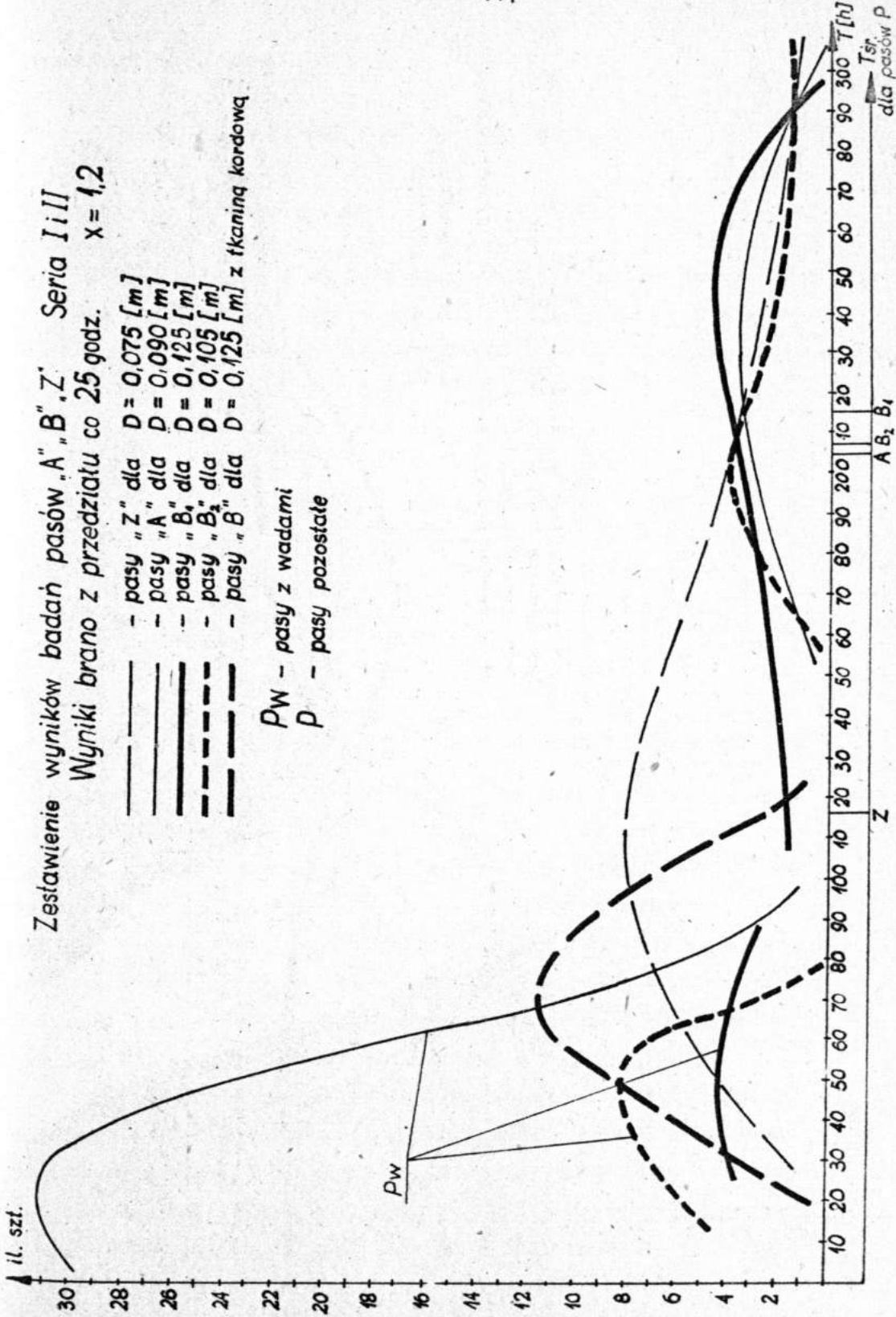
- pasy „A” $D = 0,075 [m]$
- - - pasy „Z” $D = 0,090 [m]$
- pasy „B₁” $D = 0,105 [m]$
- pasy „B₂” $D = 0,125 [m]$

P_w — pasy z wadami
 P — pasy pozostałe

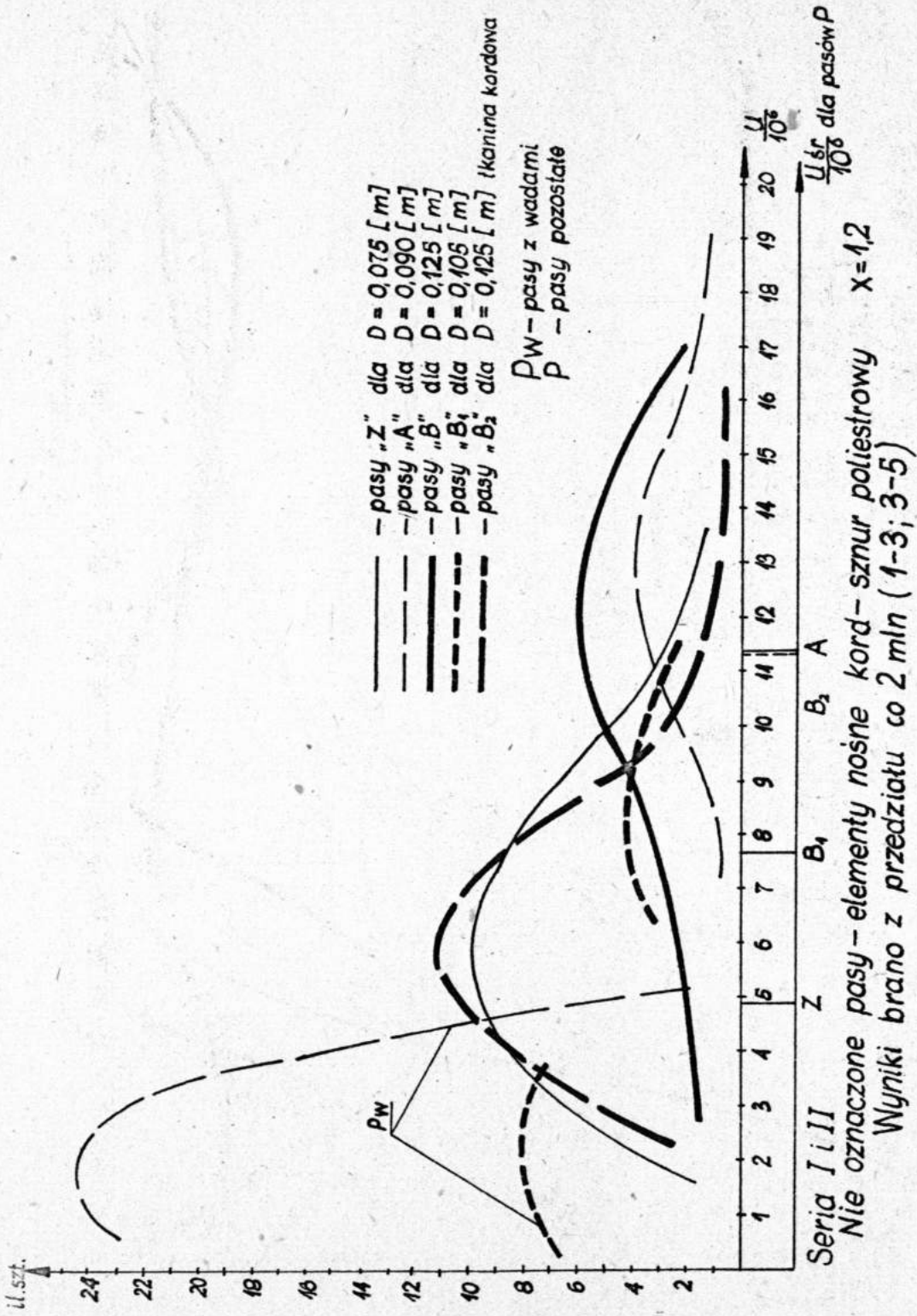
Rys. 2/



Rys. 22.



Rys. 23.



Rys. 24.