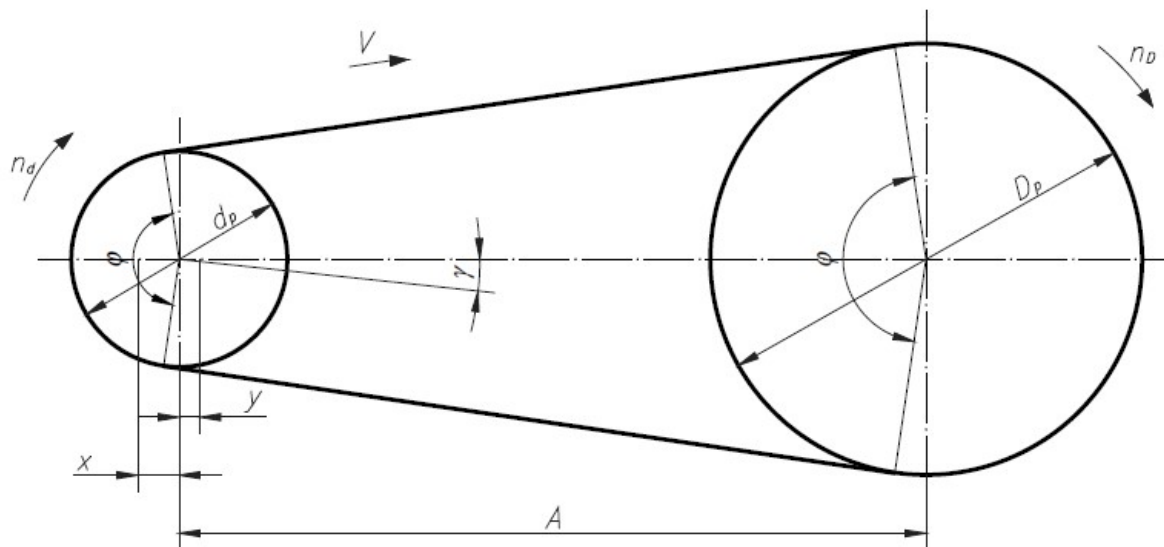


Należy dobrać przekładnię pasową o pasie klinowym (Rys. 1), która napędzi wentylator o obrotach  $n_w \equiv 1950 \text{ rpm}$  pracujący od 10 *hr* do 16 *hr*. Maszyna jest napędzana silnikiem trójfazowym indukcyjnym włączanym przełącznikiem gwiazda-trójkąt o mocy  $P \equiv 10 \text{ kW}$  i obrotach  $n \equiv 2920 \text{ rpm}$ .



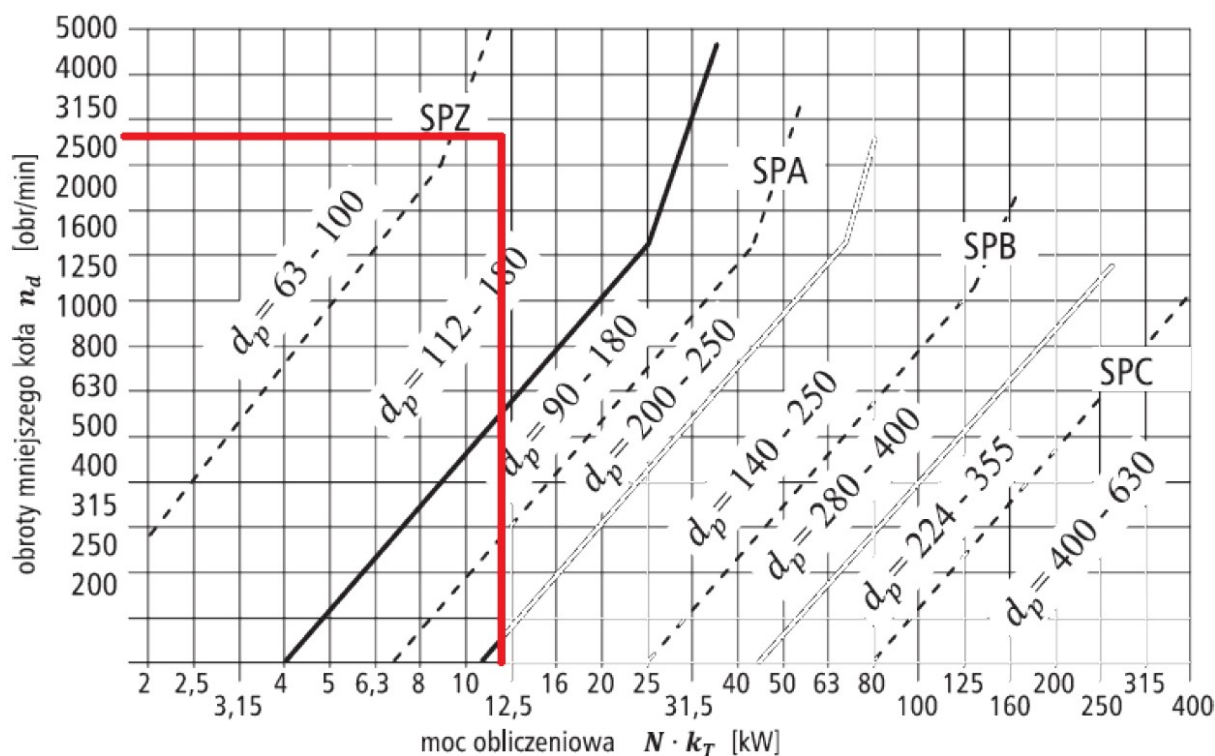
Rys. 1 Schemat przekładni pasowej

Na podstawie tabeli (Tab. 1) dobrano współczynnik warunków pracy, który wynosi  $k_T \equiv 1.2$

Tab. 1 Zestawienie współczynnika warunków pracy dla przykładowych maszyn

Przykłady maszyn napędzanych	Przykłady maszyn napędowych					
	silniki o normalnym $M_{roz}$			silniki o wysokim $M_{roz}$		
	Współczynnik warunków pracy $k_T$					
	dla dziennego czasu trwania pracy [h]			dla dziennego czasu trwania pracy [h]		
	do 10	od 10 do 16	powyżej 16	do 10	od 10 do 16	powyżej 16
Napędy lekkie: dmuchawy i wyciągi, mieszalniki cieczy, pompy i sprężarki odśrodkowe, przenośniki taśmowe do materiałów lekkich, wentylatory o mocy do 7,5 kW;	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Napędy średnie: maszyny drukarskie, mieszadła do ciasta, obrabiarki do metali (tokarki, szlifierki), pędnie, pompy i sprężarki tłokowe trzy i więcej cylindrowe, pralki, prasy, tłocznie, nożyce, prądnice, przenośniki łańcuchowe i taśmowe do materiałów ciężkich, sita obrotowe i wibracyjne, wentylatory i pompy o mocy powyżej 7,5 kW;	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Napędy ciężkie: dmuchawy wyporowe, maszyny: cegielniane, papiernicze i włókiennicze, młyny młotkowe, piły tartaczne, pompy i sprężarki tłokowe jedno i dwu cylindrowe, prasy, brykietarki, przenośniki: kubełkowe, zgarniakowe i ślimakowe, rozpylacze, wzbudnice;	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Napędy bardzo ciężkie: dźwigniki i podnośniki, kalandry do gumy, kruszarki do kamieni, młyny: kulowe, prętowe i rurowe.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Wyznaczenie mocy obliczeniowej  $P_o := P \cdot k_T = 12 \text{ kW}$  oraz znajomość liczby obrotów mniejszego z kół pozwoliło na określenie przekroju pasa klinowego (Rys. 2). Wybrano pas klinowy **SPZ** oraz dobrano średnicę małego koła  $d_p \equiv 160 \text{ mm}$ .



Rys. 2 Wykres wstępnego doboru wielkości przekroju pasa wąskoprofilowego

Wyznaczono prędkość pasa, która wynosi  $v := n \cdot \frac{d_p}{2} = 24,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Zgodnie ze specyfikacją pasa wąskoprofilowego maksymalna prędkość wynosi  $v_{\max} \equiv 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ( $v < v_{\max}$ ) zatem można zastosować pas o przekroju SPZ. Na podstawie liczby obrotów silnika i wentylatora wyznaczono przełożenie  $i := \frac{n}{n_w} = 1,5$  co pozwoliło na określenie średnicy dużego koła  $D_p := i \cdot d_p = 240 \text{ mm}$ . Zgodnie z tabelą (Tab. 2) najbliższa znormalizowana średnica koła rowkowego wynosi  $D_p := 250 \text{ mm}$  zatem rzeczywiste przełożenie  $i := \frac{D_p}{d_p} = 1,6$ .

Tab. 2 Wymiary kół rowkowych dla pasów wąskich i klasycznych

pas wąski	SPZ	SPA	SPB	SPC	Tolerancja bicia t
pas klasyczny	Z	A	B	C	
średnica podziałowa	50*				0,2
	56*				
	63				
	71	71*			
	80	80			
	90	90			0,3
	100	100			
	112	112	112*		
		118	(118)*		
	125	125	125		
		132	(132)*		
	140	140	140		
	150	150	150		0,4
	160	160	160		
		(170)	(170)		
	180	180	180	180*	
	190	190	190	190*	
	200	200	200	200*	
		(212)	(212)	212*	
	224	224	224	224	
		236	236	236	
	250	250	250	250	

Dzięki znajomości średnic kół rowkowych można określić zakres rozstawu ich osi, który wynosi od  $A_{min} := 0.7 \cdot (D_p + d_p) = 287 \text{ mm}$  do  $A_{max} := 2 \cdot (D_p + d_p) = 820 \text{ mm}$ . Przyjęto wstępną wartość rozstawu osi  $A_0 := 540 \text{ mm}$ . Następnie wyznaczono kąt opasania mniejszego koła  $\varphi := 2 \cdot \arccos\left(\frac{D_p - d_p}{2 \cdot A_0}\right) = 170.44^\circ$  co pozwoliło na wyznaczenie kąta odchylenia pasa od linii środków kół rowkowych  $\gamma := 90^\circ - \frac{\varphi}{2} = 4.78^\circ$ . Obliczono długość pasa, która wynosi  $L_p := 2 \cdot A_0 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \frac{\pi}{2} \cdot (D_p + d_p) + \gamma \cdot \frac{(D_p + d_p)^2}{4 \cdot A_0} = 1726.76 \text{ mm}$ .

Zmieniając wielkość wstępnego rozstawu osi starano się zbliżyć długości pasa do wielkości znormalizowanej. Ostatecznie dobrano  $A_0 := 526 \text{ mm}$  co zmieniło kąt opasania  $\varphi = 170.18^\circ$  i kąt odchylenia  $\gamma = 4.91^\circ$ . Długość pasa dla przyjętej wartości rozstawu osi wynosi  $L_p = 1699 \text{ mm}$ . Przyjęto znormalizowaną wielkość  $L_p := 1700 \text{ mm}$  (Tab. 3). Minimalny zakres regulacji położenia osi wynosi  $x := 0.03 \cdot L_p = 51 \text{ mm}$  i  $y := 0.015 \cdot L_p = 25.5 \text{ mm}$ .

Tab. 4 Zestawienie współczynnika kąta opasania

Tab. 3 Zestawienie długości pasa SPZ

SPZ		
$L_p$		
537	875	1212
562	887	1237
587	900	1250
612	912	1320
637	925	1400
662	937	1500
687	947	1600
700	962	1700
712	987	1800
719	1000	1900
721	1012	2000
737	1037	2120
762	1062	2240
787	1087	2360
800	1112	3000
812	1125	
825	1137	
837	1162	
850	1187	
862	1200	

$(D_p - d_p)/A$	kąt opasania $\varphi$	współczynnik kąta opasania $k_\varphi$
0,00	180°	1,00
0,05	177°	0,99
0,10	174°	0,99
0,15	171°	0,98
0,20	169°	0,97
0,25	166°	0,97
0,30	163°	0,96
0,35	160°	0,95
0,40	157°	0,94
0,45	154°	0,93
0,50	151°	0,93
0,55	148°	0,92
0,60	145°	0,91
0,65	142°	0,90
0,70	139°	0,89
0,75	136°	0,88
0,80	133°	0,87
0,85	130°	0,86
0,90	127°	0,85
0,95	123°	0,83
1,00	120°	0,82
1,05	117°	0,81
1,10	113°	0,80
1,15	110°	0,78
1,20	106°	0,77
1,25	103°	0,75
1,30	99°	0,73
1,35	95°	0,72
1,40	91°	0,70
1,45	87°	0,68
1,50	83°	0,65

Na podstawie tabel (Tab. 4-5) wyznaczono współczynnik kąta opasania  $k_\varphi \equiv 0.98$  oraz współczynnik długości pasa  $k_L \equiv 1.005$ , wynik uzyskano interpolując wartości danych. Na podstawie tabeli (Tab. 6) określono moc przenoszoną przez jeden pas  $P_1 \equiv 7.88 \text{ kW}$ . Wymaga liczba pasów wynosi:

$$z' := \frac{P \cdot k_T}{P_1 \cdot k_\varphi \cdot k_L} = 1.55$$



Wynik zaokrąglono do najbliższej większej liczby całkowitej od obliczonej wartości  
 $z := \text{floor}(z') + 1 = 2$  .

Tab. 5 Zestawienie współczynnika długości pasa

Pas SPZ		Pas SPA		Pas SPB		Pas SPC	
$L_p$	$k_L$	$L_p$	$k_L$	$L_p$	$k_L$	$L_p$	$k_L$
630	0,82	800	0,81	1250	0,82	2240	0,83
710	0,84	900	0,83	1400	0,84	2500	0,86
800	0,86	1000	0,85	1600	0,86	2800	0,88
900	0,88	1120	0,87	1800	0,88	3150	0,90
1000	0,90	1250	0,89	2000	0,90	3550	0,92
1120	0,93	1400	0,91	2240	0,92	4000	0,94
1250	0,94	1600	0,93	2500	0,94	4500	0,96
1400	0,96	1800	0,95	2800	0,96	5000	0,98
1600	1,00	2000	0,96	3150	0,98	5600	1,00
1800	1,01	2240	0,98	3550	1,00	6300	1,02
2000	1,02	2500	1,00	4000	1,02	7100	1,04
2240	1,05	2800	1,02	4500	1,04	8000	1,06
2500	1,07	3150	1,04	5000	1,06	9000	1,08
2800	1,09	3550	1,06	5600	1,08	10000	1,10
3150	1,11	4000	1,08	6300	1,10	11200	1,12
3550	1,13	4500	1,09	7100	1,12	12500	1,14
				8000	1,14		

Tab. 6 Moc znamionowa przenoszona przez jeden pas o przekroju SPZ

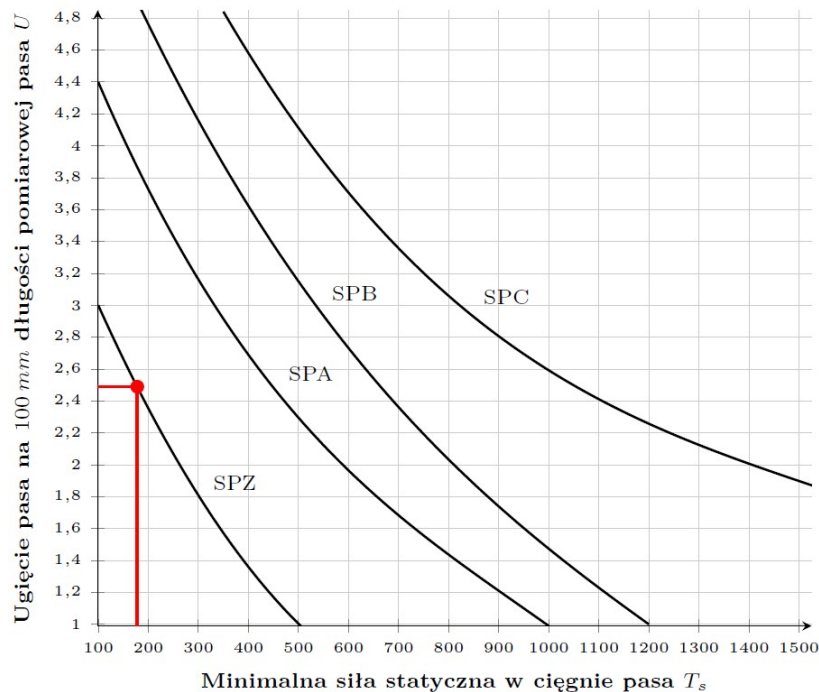
$d_p$	i lub ↓	prędkość mniejszego koła $n_d$ [obr/min]															
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000
		Wartość mocy znamionowej $N_1$															
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63
	> 3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,04	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,05	3,20
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,28	3,45
	> 3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,51	3,71
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,42	3,56
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,65	3,81
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,89	4,07
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,12	4,33
	> 3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,05	4,35	4,58
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,30	4,46
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,53	4,71
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,40	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,76	4,97
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,99	5,23
	> 3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,22	5,48
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,10	5,27
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,34	5,53
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,57	5,79
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,80	6,05
	> 3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	6,03	6,30
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,10	4,64	5,06	5,42	5,72	5,99	6,14
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,22	6,40
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,45	6,65
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,68	6,91
	> 3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,91	7,17
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,83	6,92
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,06	7,18
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,29	7,44
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,52	7,69
	> 3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,75	7,95
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,83	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,64	7,60
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,87	7,86
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,10	8,12
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,33	8,37
	> 3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,56	8,63
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,34	7,81	8,19	8,40	8,41	8,11
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,47	7,97	8,37	8,61	8,64	8,37
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,60	8,13	8,56	8,81	8,88	8,62
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,76	8,30	8,74	9,02	9,11	8,88
	> 3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,89	8,46	8,93	9,22	9,34	9,14
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88
	> 3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14
koło pasowe – wyważenie		statycznie								dynamicznie							

Następnie określono statyczną siłę w ciągu pasa przez zastosowanie pomiaru wartości ugięcia odcinka pomiarowego pasa pod działaniem siły kontrolnej. Dla pasa o przekroju SPZ wartość współczynnika  $c \equiv 0,08 \frac{kg}{m}$  .

$$T_s := \frac{(2,02 - k_\varphi) \cdot P \cdot k_T}{2 \cdot k_\varphi \cdot z \cdot v} + c \cdot v^2 = 178 \text{ N}$$

Na tej podstawie korzystając z wykresu (Rys. 3) można określić dopuszczalne ugięcie pasa dla siły kontrolnej  $q := 25 \text{ N}$ . Wynosi ono  $U \equiv 2.49$ . Ugięcie pasa wyznaczono ze wzoru:

$$U_p := \frac{U \cdot A_0 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}{100} = 13.05 \text{ mm}$$



Rys. 3 Zależność ugięcia  $U$  od siły  $T_s$  w pasie

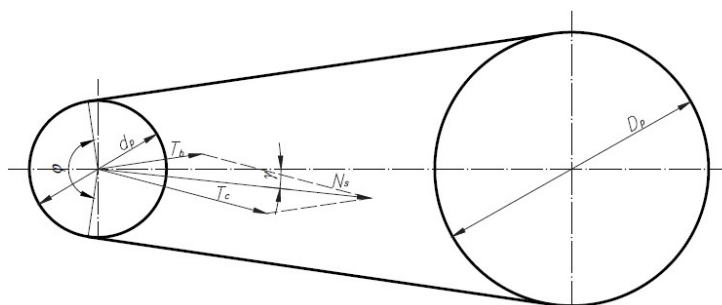
Przeprowadzone obliczenia pozwalają na określenie statycznej siły naciągu pasa  $N_{stat} := 2 \cdot T_s \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \cdot z = 709.5 \text{ N}$ . Naciąg pasa powinien być wykonany po przekroczeniu wartości ugięcia pasa  $U_p$ .

Ostatnim krokiem obliczeń jest wyznaczenie siły obciążenia dynamicznego działającego na wał i łożyska. Siła ta składa się z obciążenia osi od sił w cięgnach czynnych

$$T_c := \frac{1.02 \cdot P \cdot k_T}{k_\varphi \cdot v} = 510.6 \text{ N} \text{ oraz obciążenia osi od sił w cięgnach biernych}$$

$$T_b := \frac{1.02 \cdot (1.02 - k_\varphi) \cdot P \cdot k_T}{k_\varphi \cdot v} = 20.4 \text{ N}. \text{ Po zsumowaniu tych sił wektorowo (Rys. 4):}$$

$$N_s := \sqrt{T_c^2 + T_b^2 - 2 \cdot T_b \cdot T_c \cdot \cos(\varphi)} = 530.7 \text{ N}$$



Rys. 4 Równoległobok sił dynamicznych w przekładni pasowej