

## Napęd Maszyny Technologicznej - projekt 17

### 1. Dane projektowe

Zakres ruchu maksymalny	$L_{max} = 700 \text{ mm}$
Zakres ruchu szybkiego	$L_{sz} = 100 \text{ mm}$
Zakres ruchu roboczego	$L_r = 40 \text{ mm}$
Prędkość ruchu roboczego	$V_r = 250 \text{ mm/min}$
Prędkość ruchu szybkiego	$V_{sz} = 20 \text{ m/min}$
Przerwa pomiędzy cyklami	$t_p = 1,2 \text{ s}$
Przyspieszenie	$a = 3 \text{ m/s}^2$
Całkowita masa	$m_c = 300 \text{ kg}$
Siła wzdłużna	$F_w = 6600 \text{ N}$
Siła poprzeczna	$F_p = 4600 \text{ N}$
Długość stołu	$A = 600 \text{ mm}$
Szerokość stołu	$B = 450 \text{ mm}$

### 2. Czasy ruchów elementarnych

Prędkość ruchu szybkiego	$V_{sz} =$	0,333333333	m/s
Prędkość ruchu roboczego	$V_r =$	0,004166667	m/s
1 - Rozpędzenie ze spoczynku do $V_{sz}$	$t_1 = V_{sz} / a =$ $L_1 = at_1^2 / 2 =$	0,111111111 0,018518519	s m
3 - Hamowanie z $V_{sz}$ do $V_r$	$t_3 = (V_{sz} - V_r) / a =$ $L_3 = V_{sz}t_3 - at_3^2 / 2 =$	0,109722222 0,018515625	s m
2 - Ruch z prędkością $V_{sz}$ na drodze $L_2$	$L_2 = L_{sz} - L_1 - L_3 =$ $t_2 = L_2 / V_{sz} =$	0,062965856 0,188897569	m s
5 - Hamowanie z $V_r$ do zera	$t_5 = V_r / a =$ $L_5 = V_r t_5 - at_5^2 / 2 =$	0,001388889 2,89352E-06	s m
4 - Ruch z prędkością $V_r$ na drodze $L_r$	$L_4 = L_r - L_5 =$ $t_4 = L_4 / V_r =$	0,039997106 9,599305556	m s
6 - Rozpędzenie ze spoczynku do $V_{sz}$	$t_6 = t_1 =$ $L_6 = L_1 =$	0,111111111 0,018518519	s m
8 - Hamowanie z $V_{sz}$ do zera	$t_8 = t_1 =$ $L_8 = V_{sz}t_8 - at_8^2 / 2 =$	0,111111111 0,018518519	s m
7 - Ruch z prędkością $V_{sz}$ na drodze $L_7$	$L_7 = L_{sz} + L_r - L_6 - L_8 =$ $t_7 = L_7 / V_{sz} =$	0,102962963 0,308888889	m s
Przerwa między cyklami	$t_p =$	1,2	s
łącny czas	$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_p =$	11,74153646	s

### 3. Założenia wstępne (optymalne)

Skok śruby tocznej	$S_p =$	8	mm
Przełożenie przekładni pasowej	$i =$	0,89	$n_1, n_2 - 32, 36$
Średnica śruby	$d =$	50	mm
Współczynnik tarcia	$\mu =$	0,05	
Sprawność	$\eta =$	80	%
Moment tarcia	$M_T =$	1	Nm

### 4. Obliczenia silnika

Prędkość maksymalna	$n_{max} = V_{sz} / i * S_p =$	2812,50	obr/min
Składowa siła	$F = F_w + T = F_w + (m_c * g + F_p) * \mu =$	6977,15	N
Moment obciążenia	$M_{op} = F * i * S_p / 2 * \pi * \eta + M_T =$	10,87	Nm
Długość śruby	$l = L_{max} + 0,15 =$	0,85	m
Masowy moment bezwładności śruby	$I_{sp} = d^4 * l^3 * \rho * \pi / 32 =$	0,004068117	$\text{kg} * \text{m}^2$
Zredukowany moment bezwładności	$I_{zr} = m_c * (i * S_p)^2 / 4 * \pi^2 + I_{sp} * i^2 =$	0,003598585	$\text{kg} * \text{m}^2$
Przyspieszenie kątowe	$\epsilon = 2 * \pi * a / i * S_p =$	2650,72	$1/s^2$
Moment obciążenia silnika (tarcie)	$M_{Ft} = M_T + m_c * g * \mu * i * S_p / 2 * \pi * \eta =$	1,21	Nm
Moment obciążenia silnika (tarcie i siły pr.)	$M_{Fw} = (F_w + F_p * \mu) * i * S_p / 2 * \pi * \eta =$	9,66	Nm

### 5. Dobrany silnik

Name	123 (1)	1FT7082-5WC7
Rated torque	10,9	Nm
Moment of inertia	23,2	$10-4 \text{ kg} * \text{m}^2$
Optimum speed	3000	obr/min

Optimum power	3,42	kW	
Max. torque	63	Nm	
Thermal t. c.	45	min	
Moment dynamiczny	$MD = (I_s + I_{zr}) * \epsilon$	15,68850368	Nm
1 - Rozpędzanie silnika	$M1 = MD + MFt$	16,89667835	Nm
2 - Opory tarcia	$M2 = MFt$	1,208174666	Nm
3 - Hamowanie silnika	$M3 = -MD + MFt$	16,89667835	Nm
4 - Praca	$M4 = MFw + MFt$	10,8706481	Nm
5 - Praca + hamowanie	$M5 = MFw - MD + MFt$	4,81785558	Nm
6 - Rozpędzanie silnika	$M6 = MD + MFt$	16,89667835	Nm
7 - Opory tarcia	$M7 = MFt$	1,208174666	Nm
8 - Hamowanie silnika	$M8 = - MD + MFt$	16,89667835	Nm
9 - Przerwa	$M9 = 0$	0	Nm
Moment zastępczy dla warunku przegrzewania		10,36573343	Nm
Warunek nieprzegrzewania $Mz < Mn$			TAK
Warunek prędkości maks. $n_{max} \geq V_{sz} / i * Sp$			TAK
Warunek momentu nominalnego $Mn \geq Mop$			TAK
Warunek momentu maks. $M_{max} \geq M1...9$			TAK
Wyrównanie momentów bezwładności		64,47 %	
Spełnienie warunku momentu nominalnego		99,73 %	
Spełnienie warunku prędkości maksymalnej		93,75 %	

## 6. Warunek wybozeniowy śruby tocznej

Siła ściskająca [N]	$Q =$	6977,15	
Długość wybozeniowa [mm]	$l_w =$	700	
Współczynnik wybozeniowy	$\beta =$	0,5	
Moduł Younga [Mpa]	$E =$	210000	
Granica plastyczności [Mpa]	$Re =$	880	
Współczynnik bezpieczeństwa	$X_w =$	5	
$\lambda \geq \lambda_t$	$dr \leq$	28,84761091	mm
	$dr \geq$	14,31606968	mm
$\lambda < \lambda_t$	$dr >$	28,84761091	mm
	$dr \geq$	16,07859039	mm
Średnica śruby	$dr \leq$	14,32	mm

## 7. Nośność dynamiczna śruby

Siła (przyspieszenie)	$F_a = mc * a =$	900	N
Siła (tarcie)	$T = mc * g * \mu =$	147,15	N
Siła (praca)	$F_{wo} = F_w + F_p * \mu =$	6830	N
	$F_a + T$	1047,15	N
1 - Rozpędzanie silnika	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	1250	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	2538247,969	$N2 * obr$
	$T$	147,15	N
2 - Opory tarcia	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	2500	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	170425,9255	$N2 * obr$
	$F_a - T$	752,85	N
3 - Hamowanie silnika	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	1265,625	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	1311792,969	$N2 * obr$
	$F_{wo} + T$	6977,15	N
4 - Praca	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	31,25	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	243385503,3	$N2 * obr$
	$F_{wo} - F_a - T$	5782,85	N
5 - Praca + hamowanie	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	15,625	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	12095,39718	$N2 * obr$
	$F_a + T$	1047,15	N
6 - Rozpędzanie silnika	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	1250	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	2538247,969	$N2 * obr$
	$T$	147,15	N
7 - Opory tarcia	$n_{sr} = Li / ti * Sp$	2500	obr/min
	$Fi2 * ni * ti$	278683,7063	$N2 * obr$
	$F_a - T$	752,85	N

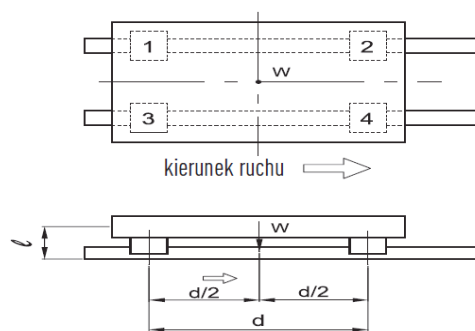
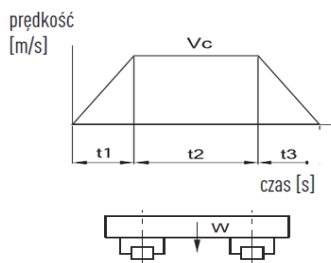
8 - Hamowanie silnika	$n_{\text{sr}} = L_i / t_i * S_p$	1250	obr/min
	$F_i 2 * n_i * t_i$	1311997,969	$N 2 * \text{obr}$
9 - Przerwa	-	0	$N 2 * \text{obr}$
Siła (zastępcza)	$F_z = (\sum(F_i 2 * n_i * t_i) / t_c * n_{\text{sr}})^{1/2} =$	2680,868704	N
Siła (napiecie wstępne)	$P = 1/3 * F_w =$	2200	N
Średnia prędkość obrotowa	$n_{\text{sr}} = 2 * (L_{\text{sz}} + L_r / t_c) / S_p =$	178,8522318	obr/min
Długość pracy [lata]	$L_y =$	25	lata
Długość pracy [godzin/dzień]	$L_d =$	24	godzin/dobę
Wypełnienie		90	%
Wymagana żywotność (obroty)	$L = L_y * L_d * n_{\text{sr}} * \text{wyp} =$	1511055257,80	obr
Nośność dynamiczna	$C_{\text{dyn}} = (F_z + P) * (L/106)^{1/3} =$	56008,92545	N

## 8. Dobór śruby

Model śruby (Hiwin)	50-8B3	
Nośność dynamiczna śruby [N]	56740	N

## 9. Obliczenia prowadnicy

Minimalna żywotność prowadnicy (droga przesuwu)	$L = L * S_p =$	12088442,06	m
Wysokość wózka	$h =$	40	mm
Długość wózka	$l =$	84	mm
Wysokość stołu	$H =$	50	mm



Rozstaw wózków (center-to-center)	$d = A - l =$	516	mm
Obciążenie	$W = m_c * g + F_p =$	7543	N
Stała prędkość	$P1...4 = W/4 =$	1885,75	N
Przyspieszenie	$P1 = P3 = W/4 + W * a * (h+H) / 2 * g * d =$	2086,918125	N
	$P2 = P4 = W/4 - W * a * (h+H) / 2 * g * d =$	1684,581875	N
Hamowanie	$P1 = P3 = W/4 - W * a * (h+H) / 2 * g * d =$	1684,581875	N
	$P2 = P4 = W/4 + W * a * (h+H) / 2 * g * d =$	2086,918125	N
Nośność dynamiczna	$C_{\text{dyn}} = (L * P^3 / 50000)^{1/3}$	13000,86316	N
Dynamiczny współczynnik bezpieczeństwa	$x =$	2	

## 10. Dobór prowadnicy

Model prowadnicy (Hiwin)	HGH25CA	
Nośność dynamiczna	26480	N

## 11. Obliczenia przekładni pasowej

Typ pasa napędowego	Gates PowerGrip GT3 - synchroniczny
---------------------	-------------------------------------

DriveN Machine	DriveR		
The driveN machines listed below are representative samples only. Select a driveN machine whose load characteristics most closely approximate those of the machine being considered.	AC Motors: Normal Torque, Squirrel Cage, Synchronous, Split Phase, Inverter Controlled		
	Intermittent Service (Up to 8 hours Daily or Seasonal)	Normal Service (8 - 16 hours Daily)	Continuous Service (16 - 24 hours Daily)
Machine Tools: Grinder, Shaper, Boring Mill, Milling Machines	1.3	1.5	1.7

### Speedup Drives

For speedup drives, add to the basic service factor the additional factor given below.

Speedup Ratio Range	Additional Factor	Speedup Ratio Range	Additional Factor
1 to 1.24	none	2.50 to 3.49	.30
1.25 to 1.74	.10	3.50 & over	.40
1.75 to 2.49	.20		

Współczynnik serwisowy [24h, 90%, i=0,888] ws =

ws =

1,5

Moc obliczeniowa

PHP = P [HP] \* ws =

6,879443322

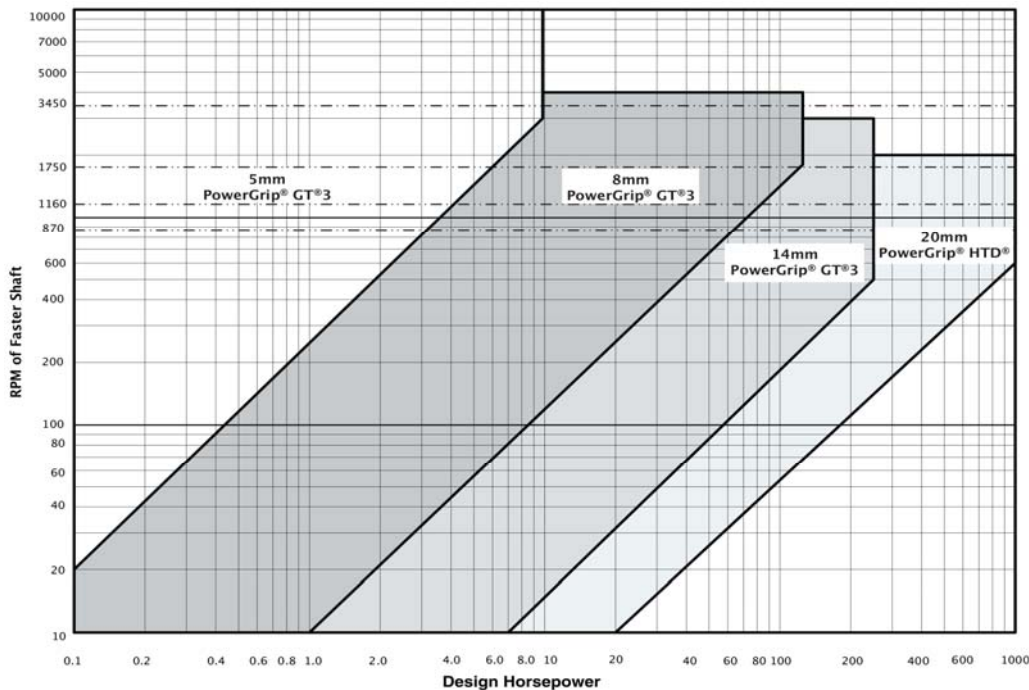
HP

Prędkość obrotowa na szybszym wałku

n =

3000

obr/min

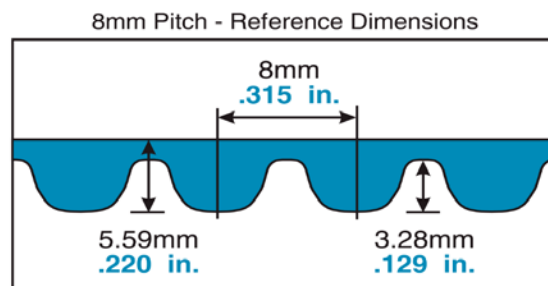
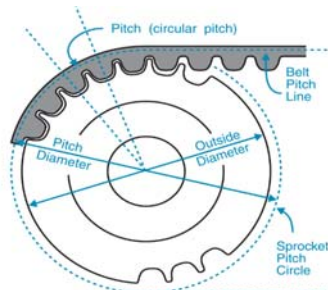


Podziałka pasa napędowego

pt =

8

mm



Motor Horsepower	Motor RPM (60 Cycle and 50 Cycle Electric Motors)					
	575 485*	690 575*	870 725*	1160 950*	1750 1425*	3450 2850*
1/2	—	—	2.0	—	—	—
3/4	—	—	2.2	2.0	—	—
1	2.7	2.3	2.2	2.2	2.0	—
1 1/2	2.7	2.7	2.2	2.2	2.2	2.0
2	3.4	2.7	2.7	2.2	2.2	2.2
3	4.1	3.4	2.7	2.7	2.2	2.2
5	4.1	4.1	3.4	2.7	2.7	2.2
7 1/2	4.7	4.1	4.0	3.4	2.7	2.7
10	5.4	4.7	4.0	4.0	3.4	2.7
15	6.1	5.4	4.7	4.0	4.0	3.4
20	7.4	6.1	5.4	4.7	4.0	4.0
25	8.1	7.4	6.1	5.4	4.0	4.0
30	9.0	8.1	6.1	6.1	4.7	—
40	9.0	9.0	7.4	6.1	5.4	—
50	9.9	9.0	7.6	7.4	6.1	—
60	10.8	9.9	9.0	7.2	6.7	—
75	12.5	11.7	8.5	9.0	7.7	—
100	16.2	13.5	10.8	9.0	7.7	—
125	18.0	16.2	13.5	10.8	9.5#	—
150	19.8	18.0	16.2	11.7	9.5	—
200	19.8	19.8	19.8	—	11.9	—
250	19.8	19.8	—	—	—	—
300	24.3	24.3	—	—	—	—

Minimalna średnica koła pasowego	ODmin = (2,7 in)	68,58	mm
Przełożenie $i=0,888$ na kołach pasowych :	$z2 / z1 =$	72 / 64	
Średnica zewnętrzna koła 1	OD1 =	163,04013	mm
Średnica zewnętrzna koła 2	OD2 =	183,404685	mm
Szerokość pasa napędowego	w =	12	mm
Maksymalna moc przenoszona pasem	Pmax =	36,1	HP
Odległość minimalna osi	$a_{min} = OD1+OD2/2 + 50mm =$	223,2224075	mm
Prędkość pasa (<33m/s)	$V = OD1*i*n / 60000 =$	14,492456	m/s
Odległość minimalna osi (warunek min. L. zębów)	$C_{min} = OD1-OD2 / 36/z1-3 =$	8,354689244	mm

## 12. Dobrana przekładnia pasowa

Model pasa (Gates)	1064-8MGT P.L. 41.890 133 teeth		
Odległość osi (in)	C =	9,91	in
Odległość osi (mm)	C =	251,714	mm
L. zębów w zazębieniu	$T_{im} = 0,5-(OD2-OD1)/6C * z1 =$	31	
Model koła pasowego 1 (Gates)	P64-8MGT-12		
Model koła pasowego 2 (Gates)	P72-8MGT-12		
Średnica otworu w kole (in)	bmax =	2,688	in
Średnica otworu w kole (mm)	bmax =	68,2752	mm