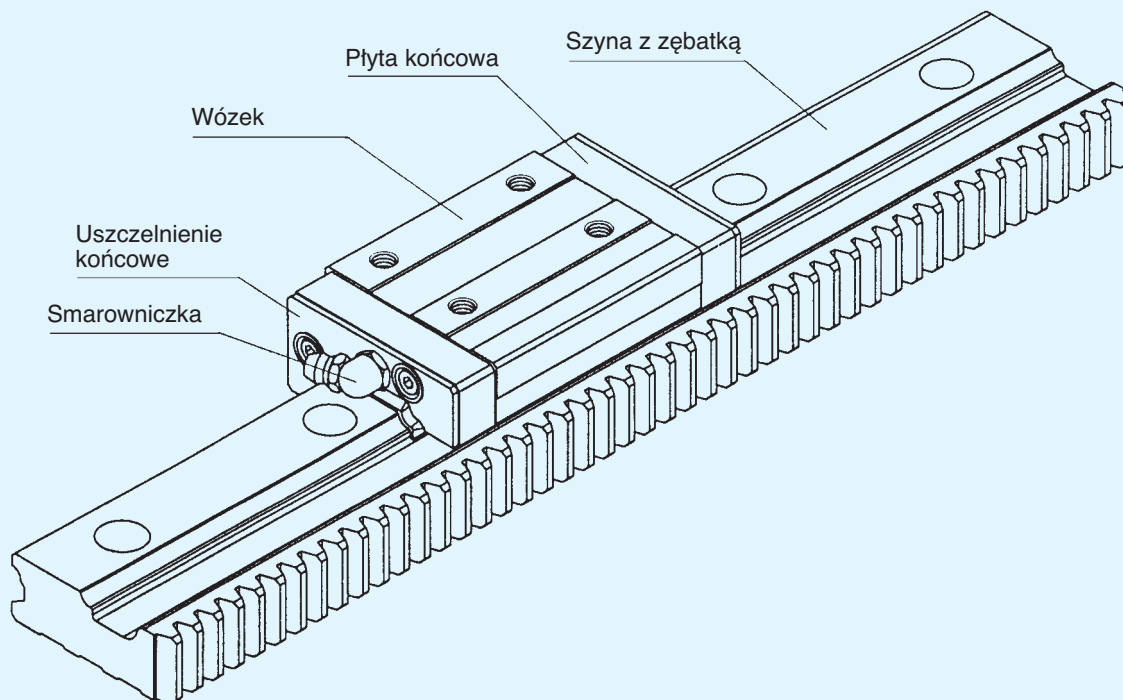


THK Prowadnica liniowa GSR-R ze zintegrowaną listwą zębatą



Rys. 1. Przekrój modelu GSR-R ze zintegrowaną zębatką

Budowa, cechy szczególne

W prowadnicach GSR-R zębatkę nacięto bezpośrednio na szynie, dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie zwartej konstrukcji układu prowadzenia i napędu. Wózki prowadnic GSR i GSR-R są wzajemnie wymienne.

Skok zębatki podczas obrotu zębniaka jest funkcją średnicy podziałowej zębniaka. Wielkość jej – wymiar B w tabelach - została ustalona tak aby skok, mierzony w milimetrach, był liczbą całkowitą. Ułatwia to stosowanie silników krokowych zwykłych i liniowych.

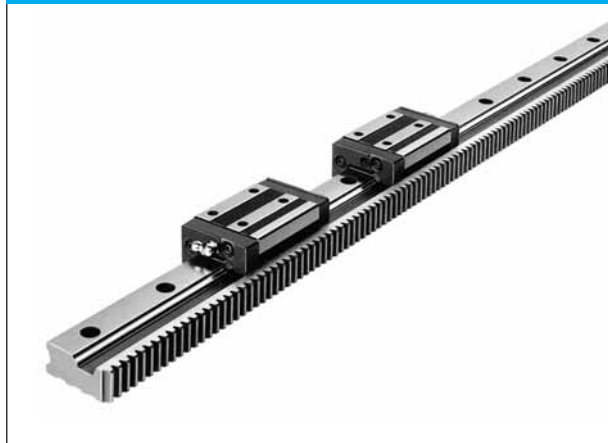
Ponieważ wysokość szyn z zębatką i bez niej jest jednakowa – można stosować równolegle prowadnice GSR i GSR-R bez komplikowania konstrukcji układu.

Podczas montażu nie jest wymagane ściśle równoległe ustawienie szyny i elementu napędowego; ponieważ zębatkę nacięto na całej wysokości szyny – zęby mają wystarczająco dużą wytrzymałość.

Dla przedłużenia żywotności prowadnicy zastosowano sprawdzoną wysokogatunkową stal, powierzchnia zębatki jest ponadto hartowana indukcyjnie.

Przegląd typów

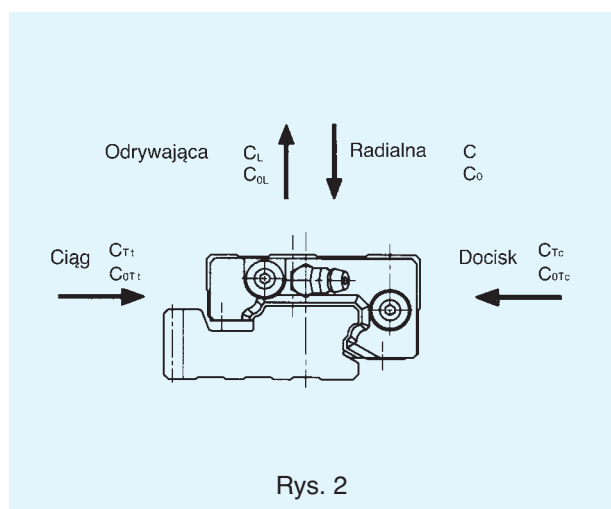
Prowadnica GSR-T z zębatką



Umożliwienie mniej sztywnej konstrukcji

Ponieważ zębnik i listwa zębata zazębiają się głęboko, zębnik napędu nie musi przenosić dużych sił. Umożliwia to wykonywanie lekkich konstrukcji bez dużej sztywności płyty nośnej a także mniej sztywne łożyskowanie śrub pociągowych napędu.

Nośność



Typ GSR-R może w zasadzie przenosić obciążenia w kierunku radialnym, odrywającym i bocznym.

W tabelach wymiarowych podano nośności dla wózka dla kierunku radialnego. Nośności w kierunkach odrywającym i bocznym obliczane są na podstawie tabeli 1.

Tab. 1. Współzależność nośności dopuszczalnych dla prowadnic GSR-R

Kierunek obciążenia	Nośność dynamiczna	Nośność statyczna
Osiowe	C	C_0
Odrywające	$C_L = 0,93C$	$C_{OL} = 0,90C_0$
Boczne odrywające	$C_{Tt} = 0,84C$	$C_{0Tt} = 0,78C_0$
Boczne dociskające	$C_{Tc} = 0,93C$	$C_{0Tc} = 0,90C_0$

Obciążenie wypadkowe

W przypadku równoczesnego działania na wózek obciążeń w różnych kierunkach – obciążenie wypadkowe określa się według poniższej reguły:

$$P_E = X \times P_R + Y \times P_{Tt}$$

$$P_E = P_L + P_{Tc}$$

P_E – obciążenie wypadkowe (osiowe, przeciwoosiowe lub boczne – odrywające albo dociskające) [N]

P_R – obciążenie osiowe [N]

P_L – obciążenie przeciwoosiowe [N]

P_{Tt} – obciążenie boczne odrywające [N]

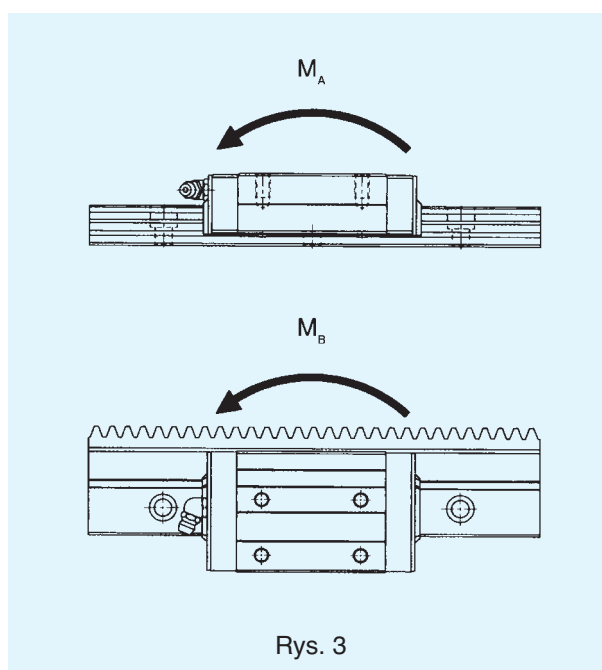
P_{Tc} – obciążenie boczne dociskające [N]

X, Y – współczynniki ekwiwalencji wg tabeli 2.

Tabela 2. Współczynniki ekwiwalencji

P_E	X	Y
Wypadkowe obciążenie osiowe	1	1,280
Wypadkowe obciążenie boczne (docisk)	0,781	1

Dopuszczalny moment statyczny M_0



Rys. 3

Na wózek mogą oddziaływać momenty sił w płaszczyznach M_A lub M_B . Przy układzie dwóch szyn równoległych dopuszczalne są także momenty M_C . W tabeli 3 podano dopuszczalne momenty statyczne w płaszczyznach M_A lub M_B . Moment M_C zależny jest od odległości między równoległymi szynami, dlatego nie sposób go podać.

Tabela 3. Dopuszczalny moment statyczny¹⁾

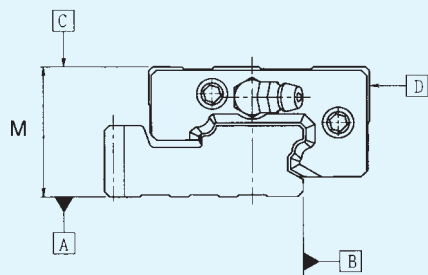
Jednostka: [kNm]

Symbol Typ	M_A		M_B	
	1 wózek [kNm]	2 wózki [kNm]	1 wózek [kNm]	2 wózki [kNm]
GSR25T-R	0,177	0,965	0,152	0,831
GSR25V-R	0,0858	0,522	0,0742	0,451
GSR30T-R	0,282	1,54	0,243	1,32
GSR35T-R	0,421	2,28	0,362	1,96

¹⁾ 1 wózek: dopuszczalny moment statyczny dla pojedynczego wózka

2 wózki: dopuszczalny moment statyczny dla dwóch ściśle połączonych wózków

Klasy dokładności

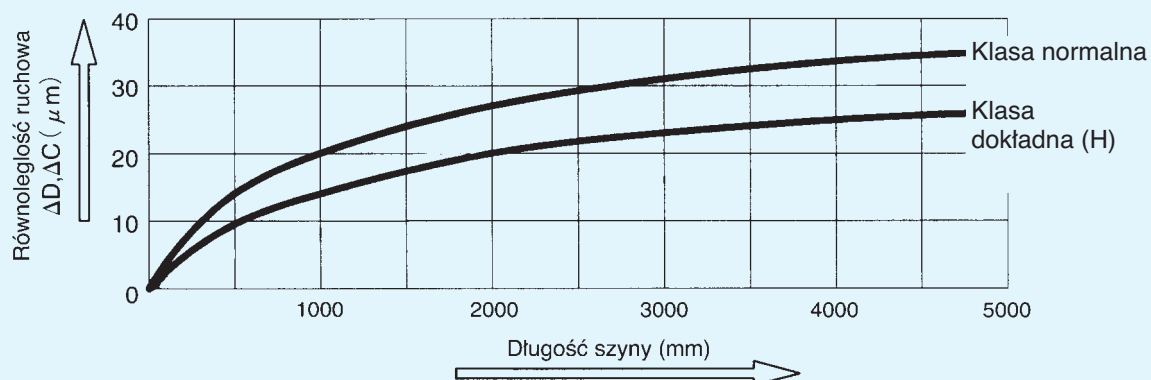


Rys. 4

Tabela 4. Klasy dokładności prowadnic GSR-R [mm]

Wielkość	Klasa dokładności	Normalna	Wysoka
GSR	Oznaczenie	–	H
	Tolerancja pomiar. wysokości M	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$
	Równoległość ruchu powierz. C do powierzchni A	ΔC (wg rys. 5)	
	Równoległość ruchu powierz. D do powierzchni B	ΔD (wg rys. 5)	

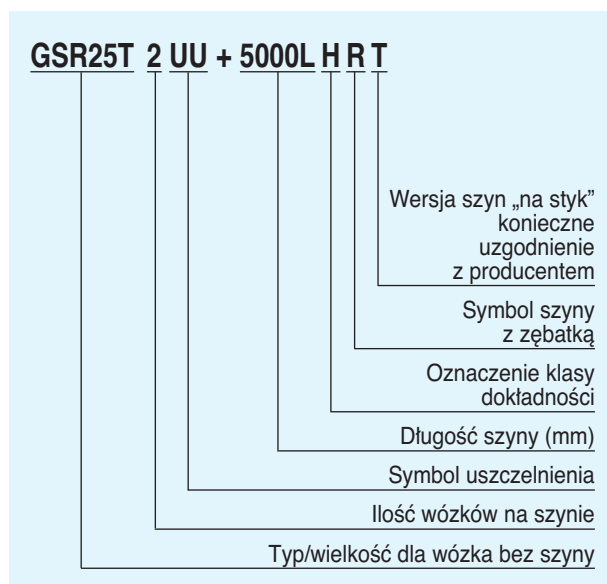
Prowadnice typu GSR-R mogą być wykonane w klasie dokładności normalnej albo wysokiej (patrz tabela 4.).



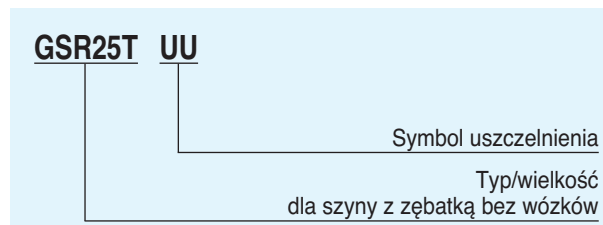
Rys. 5. Równoległość ruchowa a długość szyny

Budowa symbolu zamówieniowego

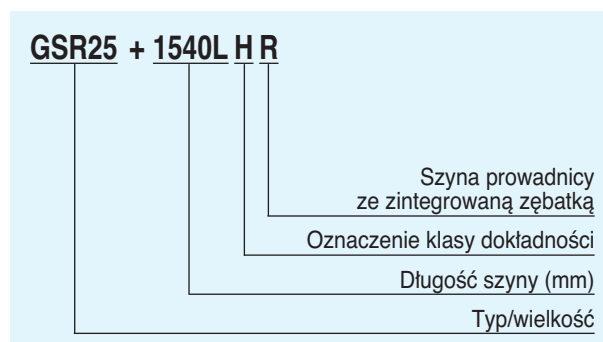
Dla wózka i szyny:



Wózek bez szyny:



Tylko szyna z zębatką:



Uszczelnienie

Dla prowadnic liniowych GSR-R do wyboru są różne typy uszczelnień, stosownie do warunków otoczenia. Zostały one szczegółowo opisane w rozdziale dotyczącym prowadnic HSR.

Opor ruchowy uszczelnień

Wartości maksymalne oporu ruchowego nasmarowanego wózka z uszczelnieniem UU są podane w tabeli 5.

Tabela 5. Opor uszczelnień Jednostka: [N]

Wielkość	Opor ruchu
GSR25R	4,4
GSR30R	6,3
GSR35R	7,6

Oznaczenie uszczelnienia

W symbolu zamówieniowym należy podać żądane uszczelnienie wózka według tabeli 6.

Tab. 6

Symbol	Rodzaj uszczelnienia
UU	z obustronnym uszczelnieniem końcowym
SS	z uszczelnieniami końcowymi i bocznymi
ZZ	z uszczelnieniami końcowymi i bocznymi wraz ze zgarniaczem metalowym
DD	podwójne uszczelnienie końcowe i boczne
KK	podwójne uszczelnienie końcowe i boczne wraz ze zgarniaczem metalowym

Długość całkowita wózka może się zmieniać w zależności od zastosowanego uszczelnienia. Należy uwzględnić dane z tabeli 7.

Tabela 7. Możliwe kombinacje uszczelnień i wynikające stąd zmiany długości wózka

Jednostka: [mm]

Oznaczenie	bez	UU	SS	DD	ZZ	KK
GSR25R	○ -7,0	○ -	○ -	○ 7,0	○ 3,6	○ 10,6
GSR30R	○ -7,0	○ -	○ -	○ 7,6	○ 4,2	○ 11,8
GSR35R	○ -7,0	○ -	○ -	○ 7,6	○ 4,2	○ 11,8

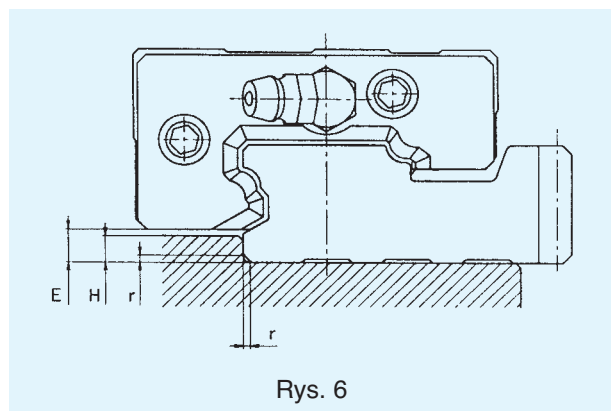
Uwaga: ○: kombinacja uszczelnień możliwa

Uwagi montażowe

Wysokość występow i zaokrąglenia

Dla prawidłowego i bardzo precyzyjnego montażu powierzchnie konstrukcji przeciwległe do szyny i wózka powinny mieć występy, według których można bazować wózki i szyny.

W tabeli 8. podano odpowiednie wysokości występow. Zaokrąglenia występow muszą przy tym być wykonane w taki sposób, by nie doszło do styku krawędzi wózka lub szyny z powierzchniami montażowymi – muszą być mniejsze niż podane w tabeli 8. maksymalne promienie zaokrąglenia. Przy prowadnicach GSR-R występow oporowy umieszcza się po przeciwnej stronie szyny niż przy prowadnicach bez zębatek.



Rys. 6

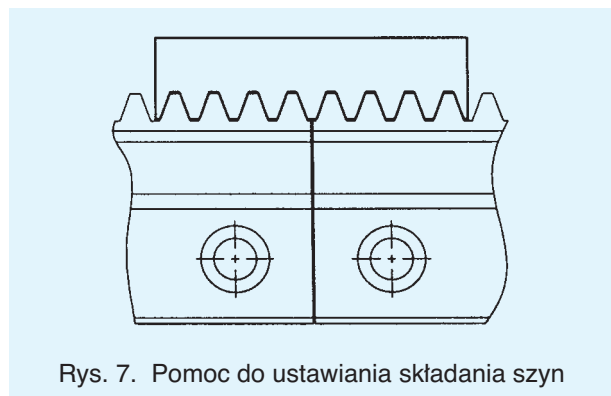
Tabela 8. Wysokość występow i zaokrąglenia

Wielkość prowadnicy	Promień zaokrąglenia R_{max}	Wysokość wspornika szyny H	E
GSR 25	0,8	4	4,5
GSR 30	1,2	4	4,5
GSR 35	1,2	4,5	5,5

Ustawianie styku zębatek

Dokładność obróbki końców szyn wynosi w wersji standardowej przeciętnie $P = -0,1 \div +0,2$ mm

Użycie pomocniczego przyrządu wyrównawczego ułatwia pozycjonowanie styków szyn (rysunek 7). Przyrząd ten można zamówić w THK.



Rys. 7. Pomoc do ustawiania składania szyn

Przyrząd montażowy do styków szyn.

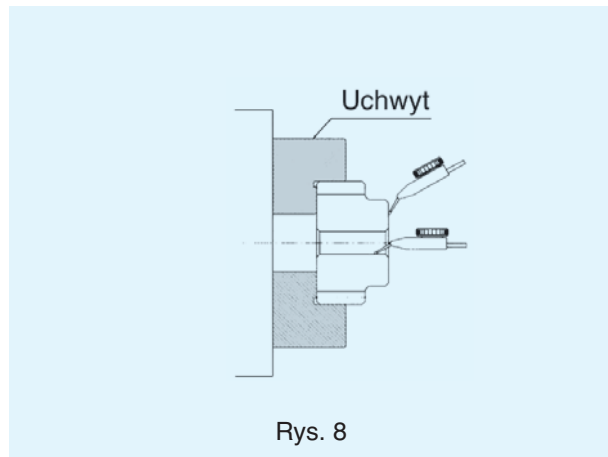
Smarowanie uzębienia

Dla uzyskania należytego poślizgu oraz w celu minimalizacji ścierania uzębienia wymagane jest zapewnienie odpowiedniego ilościowo i jakościowo smarowania listwy zębatej. Do zębatek i wózków prowadnicy GSR-R można stosować ten sam smar – poleca się smar litowy THK o symbolu NLGI 2.

Zębnik

Otwór zębnika typu C może być łatwo obrabiany np. dla wykonania gniazda wpustowego lub zmiany samej średnicy otworu, ponieważ hartowane jest tylko uzębienie.

1. W pierwszej kolejności należy zamocować zębnik w samocentrującej oprawie zaciskowej o niehartowanych szczękach.
2. Przy obróbce zębnika otwór służy jako odniesienie, dlatego należy wycentrować zębnik według niego. Po zaciśnięciu uchwytu należy zmierzyć czujnikiem zegarowym odchylenie zębника.
3. Średnica otworu nie może przekraczać $60 \div 70\%$ średnicy zewnętrznej zębника.



Rys. 8

Sprawdzenie wytrzymałości zębника

Przy stosowaniu prowadnicy GSR-R z zębatką i zębnikiem należy przeprowadzić sprawdzenie wytrzymałościowe.

1. Wyliczenie maksymalnej siły działającej na zębnik od napędu układu.
2. Wyliczenie współczynnika obciążenia uderowego (p. tabela 10.) w powiązaniu z dopuszczalną siłą przenoszenia (p. tabela 9.).
3. Końcowe porównanie maksymalnej siły napędowej działającej na układ z dopuszczalną siłą przenoszenia (siła działająca musi być mniejsza od dopuszczalnej)

Przykład obliczeń

Przykład konstrukcji napędzanej z prowadnicą GSR-R w położeniu poziomym. Układ pracuje w średnich warunkach obciążenia uderowego, siły zewnętrzne równe są zero.

Dane:

Sprawdzany zębnik: GP6-20A
Masa płyty nośnej wraz z oprzyrządowaniem: $m = 100 \text{ kg}$
Prędkość robocza: $v = 1 \text{ m/s}$
Czas przyspieszenia i hamowania: $T_1 = 0,1 \text{ s}$

Obliczenia

1. Maksymalna siła napędowa

$$F_{\max} = m \times \frac{v}{T_1} = 1,00 \text{ kN}$$

2. Dopuszczalna siła przenoszenia

$$P_{\max} = \frac{\text{maksym. siła przenoszenia wg tab. 9}}{\text{współcz. obciąż. uderowego wg tab.10}} = \frac{2,33}{1,25} = 1,86 \text{ kN}$$

3. Porównanie

$$F_{\max} < P_{\max}$$

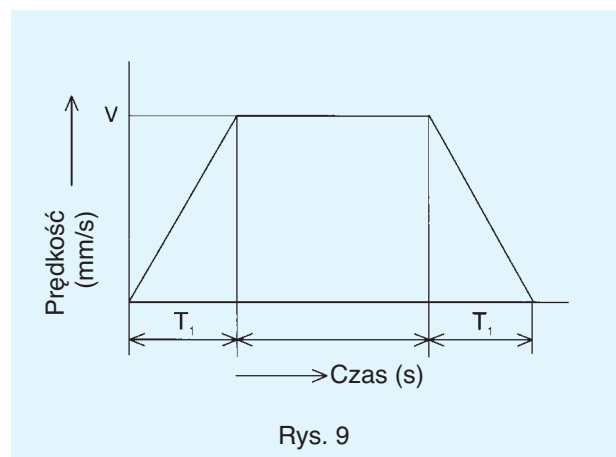
z czego wynika, że zębnik ten może być w danym układzie zastosowany.

Tabela 9. Dopuszczalne siły przenoszenia [kN]

Wielkość zębника	Dopuszczalna siła przenoszenia	Pasująca prowadnica
GP6-20A	2,33	GSR25-R
GP6-20C	2,05	
GP6-25A	2,73	
GP6-25C	2,23	
GP8-20A	3,58	GSR30-R
GP8-20C	3,15	
GP8-25A	4,19	
GP8-25C	3,42	
GP10-20A	5,19	GSR35-R
GP10-20C	4,57	
GP10-25A	6,06	
GP10-25C	4,96	

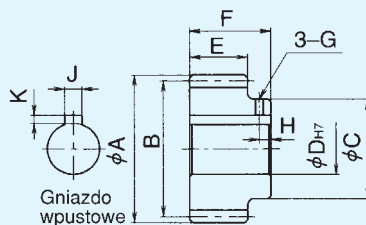
Tabela 10. Współczynnik obciążenia uderowego

Udary z systemu prowadzenia		
Praca równomierna	Średnie natężenie obciążeń uderowych	Wysokie natężenie obciążeń uderowych
1,0	1,25	1,75



Wymiary zębniaków

Zębniak Typu A z gniazdem wpustowym (cała powierzchnia zewnętrzna hartowana)

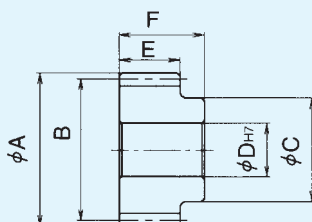


Jednostki: mm

Oznaczenie zębniaka	Podział	Liczba zębów	Średnica zewnętrzna A	Średnica podziałowa B	C	Średn. otworu D	Szer. użębienia E	Szer. całkowita F	G	H	Gniazdo wpustowe J×K	Pasująca prowadnica
GP6-20A	6	20	42,9	38,2	30	18	16,5	24,5	M3	4	6×2,8	GSR25R
GP6-25A		25	51,9	47,75	35	18						
GP8-20A	8	20	57,1	50,93	40	20	19	26	M3	5	8×3,3	GSR30R
GP8-25A		25	69,1	63,67	40	20			M4			
GP10-20A	10	20	70,4	63,67	45	25	22	30	M4	5	8×3,3	GSR35R
GP10-25A		25	86,4	79,58	60	25					10×3,3	

1. Na zamówienie mogą być wykonane zębniaki o innych wymiarach.
2. Przy zamówieniu należy używać symboli z powyższej tabeli..

Zębniak Typ C z nieobrobionym otworem (tylko powierzchnia zębów jest hartowana)



Jednostki: mm

Oznaczenie zębniaka	Podział	Liczba zębów	Średnica zewnętrzna A	Średnica podziałowa B	C	Średnica otworu D	Szerokość użębienia E	Szerokość całkowita F	Pasująca prowadnica
GP6-20C	6	20	42,9	38,2	30	12	16,5	24,5	GSR25R
GP6-25C		25	51,9	47,75	35	15		24,5	
GP8-20C	8	20	57,1	50,93	40	18	19	26	GSR30R
GP8-25C		25	69,1	63,67	40	18		26	
GP10-20C	10	20	70,4	63,67	45	18	22	30	GSR35R
GP10-25C		25	86,4	79,58	60	18		30	

1. Na zamówienie mogą być wykonane zębniaki o innych wymiarach
2. Przy zamówieniu należy używać symboli z powyższej tabeli.

Długości standardowe i maksymalne szyn

Długości standardowe szyn prowadnic GSR-R z listwą zębatą podane są w tabeli 11.

W razie potrzeby użycia prowadnic dłuższych, należy je zmontować na styk.

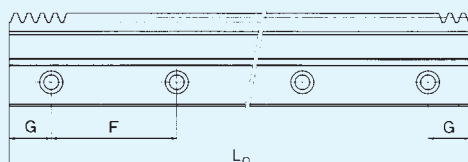
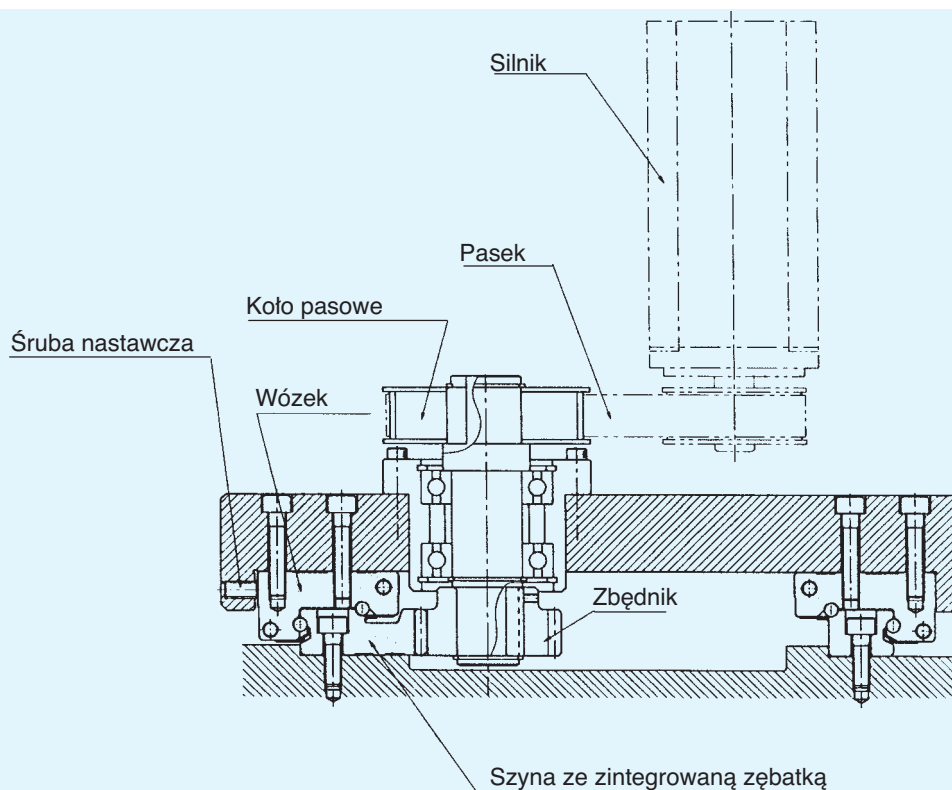
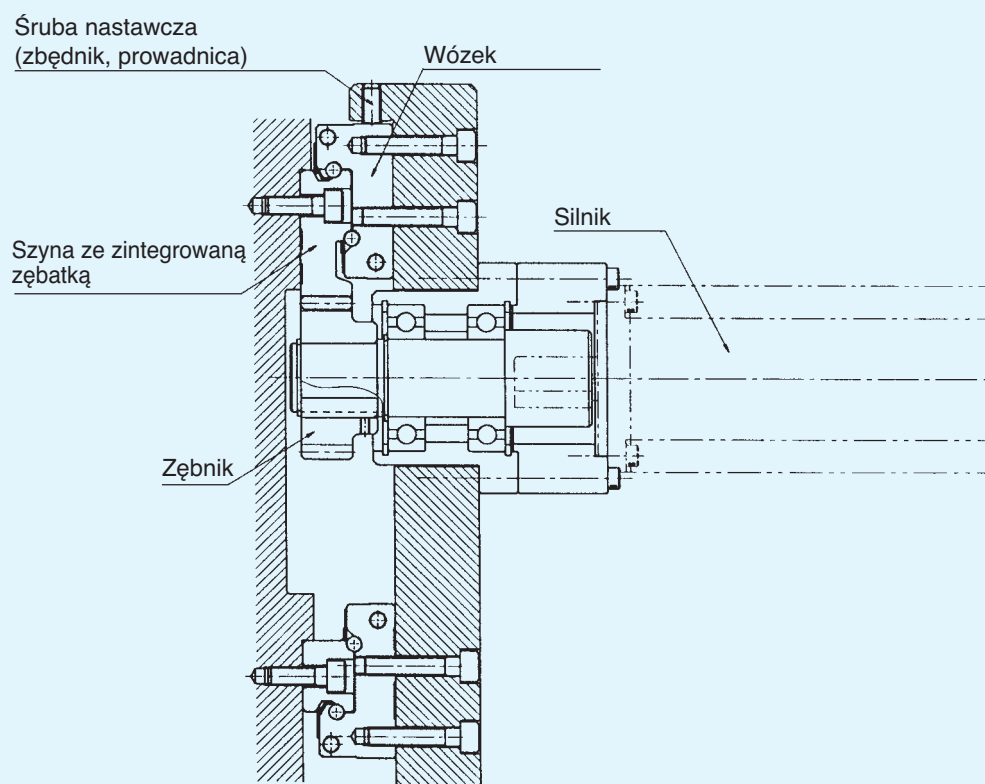
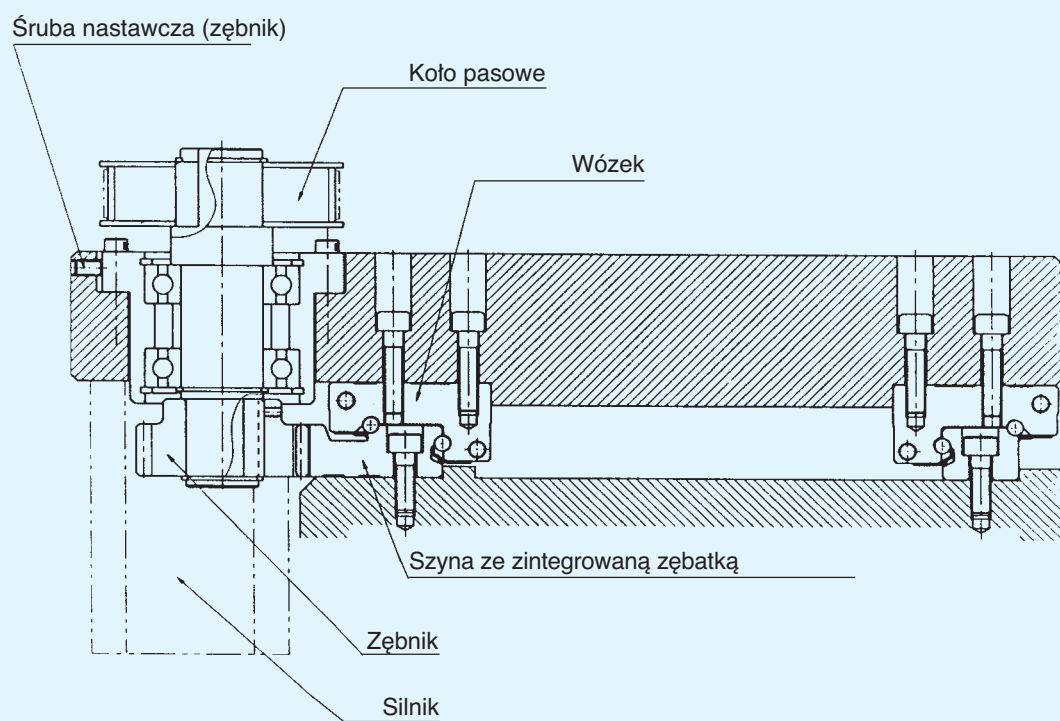


Tabela 11. Długości standardowe szyn typu GSR-R [mm]

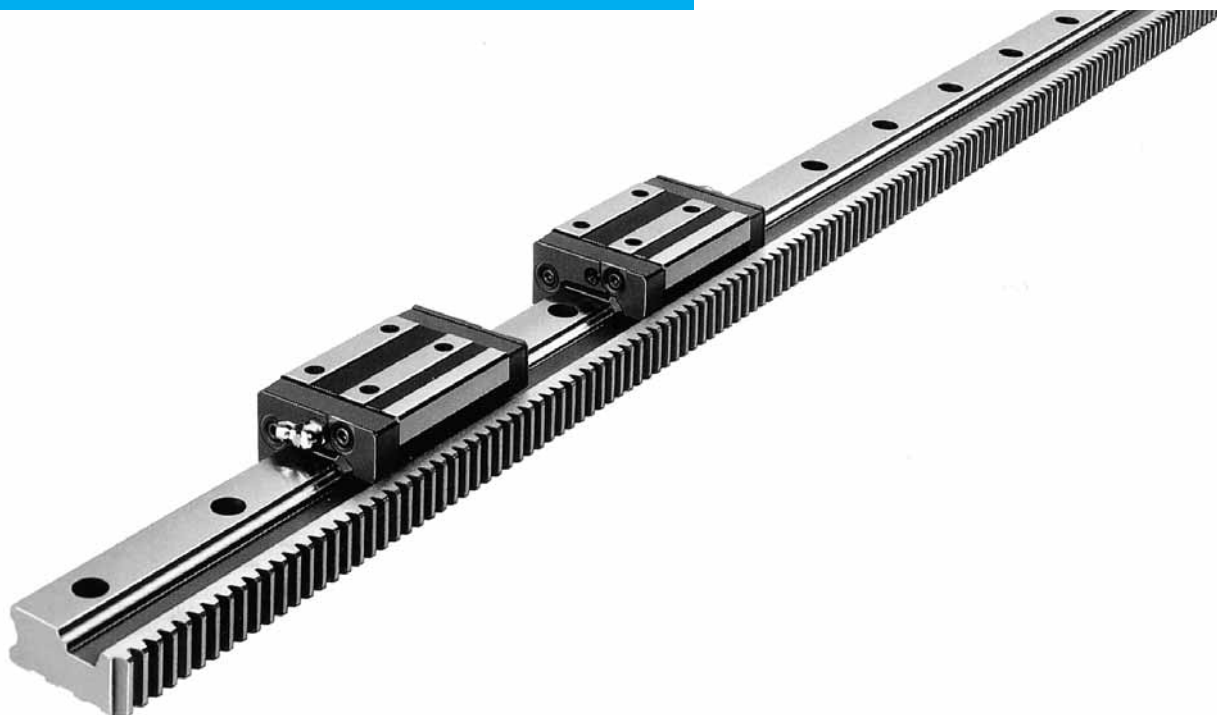
Wielkość	Dł. standard. L_0	F	G
GSR25R	1500	60	30
	2004		42
GSR30R	1504	80	32
	2000		40
GSR35R	1500	80	30
	2000		40

Przykłady montażu zębniaka





GSR-R ze zintegrowaną listwą zębatą



Typ ¹⁾	Podziałka P	Moduł ²⁾	Odstęp linia profilu do boku szyny E	Szer. W	Wys. M	Wymiary szyny ⁴⁾					
						W ₂	W ₃	B ₂	M ₁	N	d × D × h
GSR25T-R GSR25V-R	6	1,91	43	59,91	30	15	44,91	11,5	16,5	11,5	7 × 11 × 9
GSR30T-R	8	2,55	48	67,05	33	16,5	50,55	14	19	12	9 × 14 × 12
GSR35T-R	10	3,18	57	80,18	38	20	60,18	17	22	14,5	11 × 17,5 × 14

¹⁾ Zestawienie numeru zamówieniowego patrz str. 253.

²⁾ THK produkuje także zęby skośne i moduły standardowe wg DIN 780.

³⁾ Metoda testowa sztywności zębnika znajduje się na str. 255.

⁴⁾ Długości standardowe szyn znajdują się na str. 257.

260 THK