

FOP AVIA S.A.

Założona w 1902r jako producent maszyn i wyposażenia, Fabryka Obrabiarek Precyzyjnych AVIA S.A. od 40 lat produkuje obrabiarki o wysokiej dokładności, a od 30 lat precyzyjne przekładnie śrubowe-toczne.

FOP AVIA S.A. jest dobrze znana w Europie i na świecie jako jeden z czołowych dostawców frezarek CNC, pionowych centrów obróbkowych i przekładni śrubowych-tocznych, a przeważająca część jej produkcji jest eksportowana.

Nasza oferta obejmuje przekładnie śrubowe toczne o dużym skoku znajdujące zastosowanie w nowoczesnych obrabiarkach o dużych prędkościach przesuwów typu High Speed. Przekładnie śrubowe-toczne są produkowane w klimatyzowanej hali, przy zastosowaniu nowoczesnych, obrabiarek CNC do wykonywania gwintów, oraz specjalistycznych urządzeń pomiarowych – co pozwala na uzyskanie produkcji szczególnie wysokiej jakości.

PRECYZYJNE PRZEKŁADNIE ŚRUBOWE-TOCZNE

Przekładnie śrubowe-toczne produkowane przez FOP AVIA S.A. stosuje się przede wszystkim jako elementy napędowe w nowoczesnych obrabiarkach sterowanych numerycznie. Znalazły one także zastosowanie w przemyśle precyzyjnym, jako części zespołów pomiarowych, robotów przemysłowych, oraz w innych gałęziach przemysłu.

Wszystkie standardowe przekładnie są wykonane w trzech klasach dokładności 1,3,5 zgodnie z normami DIN69051 (ISO 3408).

Przekładnie są wykonane z wysokiej klasy stopów stali, hartowane indukcyjnie i precyzyjnie szlifowane.

Dysponujemy specjalistycznymi stanowiskami do kontroli skoku, momentu obrotowego przekładni, oraz do zarysu gwintu.

Standardowe przekładnie śrubowe-toczne produkowane przez FOP AVIA S.A. są wykonywane z nakrętkami kołnierzowymi lub nakrętkami cylindrycznymi. Na śrubach montujemy nakrętki pojedyncze z luzem osiowym, lub napięciem wstępnym, jak również nakrętki podwójne.

Wykonujemy także nakrętki o nietypowych kształtach według wymagań klienta oraz obudowy do nakrętek. Klient ma wybór typu nakrętki.

Standardowym wykonaniem skoku gwintu śruby jest wykonanie metryczne, lecz na życzenie klienta realizujemy skok calowy. Konstrukcje przekładni są ciągle ulepszone z uwzględnieniem życzeń zgłaszanych przez klientów. W pracach konstrukcyjnych używany jest system CAD. Czopy śruby tocznej są wykonywane zgodnie z rysunkami klientów.

Dodatkowo oferujemy naprawę i regenerację przekładni śrubowych tocznych, oraz produkcję przekładni specjalnych wykonywanych zgodnie z projektem klienta.

Spis treści	str.
1. Wiadomości ogólne	2
2. Program produkcji .	
2.1. Klasy dokładności wykonania	4
2.2. Warunki geometryczne odbioru przekładni	5
2.3. Zakres wymiarowy	6
2.4. Typy nakrętek	7
2.5. Materiały i obróbka cieplna	8
3. Zasady doboru przekładni śrubowo tocznej	
3.1. Uwagi ogólne	8
3.2. Sposoby łożyskowania	9
3.3. Obciążenia krytyczne na wyboczenie	9
3.4. Obroty krytyczne	9
3.5. Obciążenie przekładni	10
3.6. Nośność spoczynkowa (statyczna)	10
3.7. Nośność ruchowa (dynamiczna). Trwałość	10
3.8. Sztywność	13
3.9. Moment oporowy napięcia wstępnego	13
4. Wskazówki dla użytkowników	
4.1 Wstępny dobór przekładni	14
4.2 Końcówki śrub kulowych	14
4.3 Zabudowa przekładni	15
4.4 Uszczelnienia	16
4.5 Montaż	16
4.6 Przechowywanie	16
4.7 Smarowanie	16
4.8 Uszkodzenia	17
5. Zestawienie typowych nakrętek produkowanych przez FOP AVIA S.A.	18
6. Załącznik nr 1 (siła krytyczna F_{kr}).	47
7. Załącznik nr 2 (prędkość krytyczna n_{kr}).	48

1. WIADOMOŚCI OGÓLNE

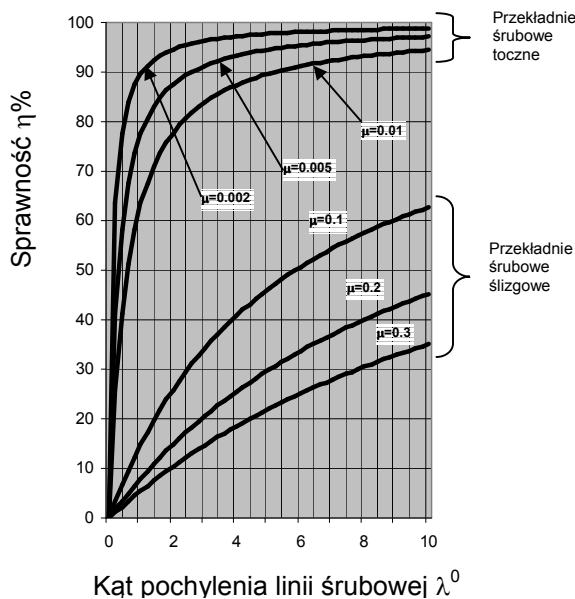
Przekładnie śrubowe toczone rozwinęły się z konwencjonalnych przekładni śrubowych przez wprowadzenie między śrubę i nakrętkę elementów toczonech (kulek łożyskowych). W wyniku zastąpienia tarcia ślizgowego tarcieniem toczoneм przekładnie śrubowe toczone wykazują szereg zalet, dzięki którym znalazły szerokie zastosowanie w mechanizmach wymagających:

- wysokiej sprawności
- bezluzowej pracy
- wysokiej sztywności osiowej
- dużej trwałości.

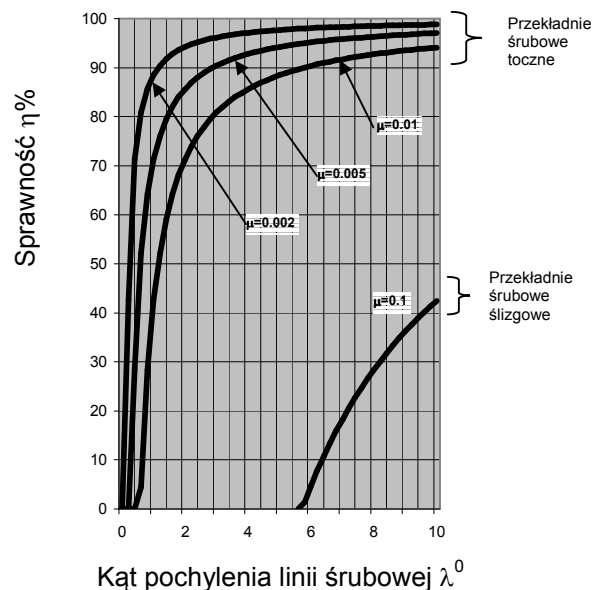
W szczególności przekładnie śrubowe toczone stosowane są jako elementy napędowe i pomiarowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie, w przemyśle precyzyjnym jako części zespołów pomiarowych, w przemyśle lotniczym i wielu innych gałęziach przemysłu.

określonego napięcia wstępnego układ staje się samohamowny.

Przekładnie śrubowe toczone wytwarzane są z wysokiej jakości materiałów. W wyniku toczenia kulek w zahartowanych rowkach śruby i nakrętki zużycie przekładni jest bardzo małe, co eliminuje konieczność kompensacji luzu i zapewnia utrzymanie dokładności skoku w całym okresie eksploatacji. Zastosowanie nakrętek z napięciem wstępnym umożliwia uzyskanie pracy bezluzowej oraz znaczne podwyższenie sztywności.



Rys. 1.1



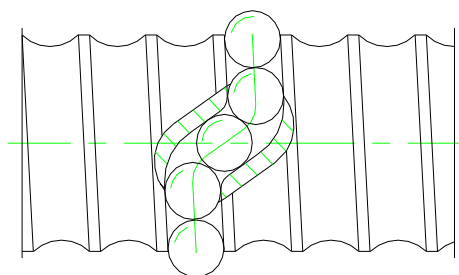
Rys. 1.2

Wysoka sprawność przekładni śrubowych toczonech umożliwia ich zastosowanie do zamiany ruchu postępowego na obrotowy.

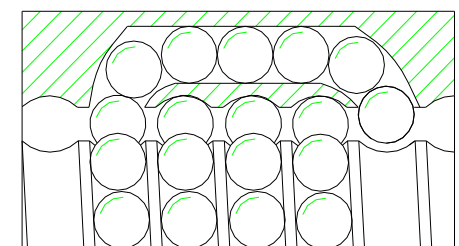
Na rys. 1.1 przedstawiono zależności η od kąta pochylenia linii śrubowej λ w przypadku zamiany ruchu obrotowego na postępowy, a na rys. 1.2 w przypadku zamiany ruchu postępowego na obrotowy. Należy jednak zwrócić uwagę, że zamiana ruchu postępowego na obrotowy jest możliwa w przypadku przekładni bez napięcia wstępnego. Mianowicie po przyłożeniu pewnego

W przekładniach FOP AVIA S.A. stosowany jest tzw. wewnętrzny obieg kulek typ K i C (rys. 1.3a), oraz zewnętrzny obieg kulek typ KZ i CZ (rys. 1.3b). W przekładniach FOP AVIA S.A. stosuje się zarys dwuukowy. Zarys ten pozwala na uzyskanie wysokiej sztywności przy jednoczesnej eliminacji luzu osiowego przekładni. Wymagana sztywność przekładni osiągnięta jest w dwojaki sposób:

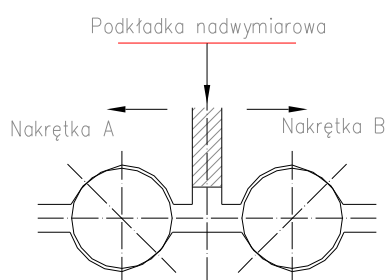
- 1- Przez zastosowanie dwóch „skontrolowanych nakrętek”
 - a) napinanie wstępne rozciągające, nakrętki są rozpychane, co odpowiada obciążeniu typu – śruba rozciągana – nakrętka ściskana (rys. 1.4)
 - b) napinanie wstępne ściskające, nakrętki są ściskane ku sobie, co odpowiada obciążeniu typu –śruba ściskana – nakrętka rozciągana (rys. 1.5)
- 2- Przez kompensację luzu w wyniku selekcji średnic kulek (zarys czteropunktowy, nakrętka pojedyncza) (rys.1.6).



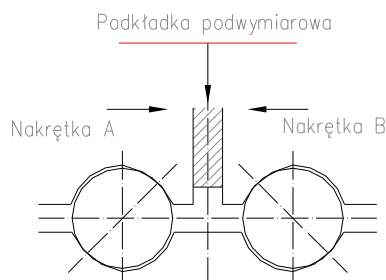
Rys. 1.3a



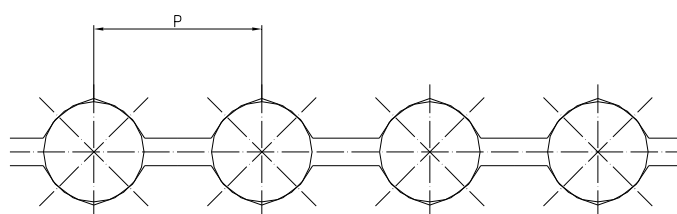
Rys 1.3b



Rys. 1.4 Napięcie wstępne rozciągające



Rys. 1.5 Napięcie wstępne ściskające

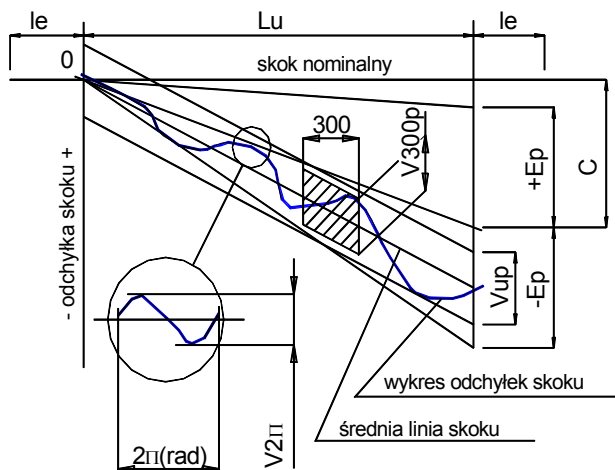


Rys. 1.6 Napięcie typu "P" (4-punktowy styk kulek)

2. PROGRAM PRODUKCJI.

2.1 Klasy dokładności wykonania.

Na rys. 2.1 przedstawiono parametry określające dokładność skoku przekładni (wymiary i odchyłki w mm).



Rys.2.1

- Lu** – Przesuw użyteczny równy długości gwintu zmniejszonej o długość odcinków le nie podlegających odbiorowi.
- C** – Żądane odchylenie średniej linii skoku od linii skoku nominalnego na długości Lu .
- Ep** – Dopuszczalne odchylenie średniej linii skoku od wartości żądanej.
- Vup** – Dopuszczalna szerokość pasma krzywej odchylek skoku.
- V300p** – Szerokość pasma na długości 300mm.
- V2π** – Szerokość pasma w obrębie jednego skoku.

Wartość **C** (żądane odchylenie skoku gwintu od skoku nominalnego) powinna być określona w zamówieniu. W przypadku braku wymagań przyjmuje się $C=0$.

Pomiar skoku odnosi się do temperatury 293K (20°C).

Długość odcinka nie podlegającego odbiorowi l_{emax} przyjmuje się:

- dla skoku 5mm $l_{\text{emax}}=20\text{mm}$,
- dla skoku 10mm $l_{\text{emax}}=40\text{mm}$,
- dla skoku 20mm $l_{\text{emax}}=60\text{mm}$

Żądane odchylenie średniej linii skoku C od skoku nominalnego na długości Lu można określić:

$$C = \Delta L_0 \times \frac{L_0}{L_u} \quad \text{gdzie:}$$

$\Delta L_0 = \alpha \times L_0 \times \Delta T$ [mm] – przyrost długości śruby między łożyskami.

L_0 – odległość między łożyskami.

L_u – długość gwintu kulkowego.

$\alpha = 11 \times 10^{-6} \left[\frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right]$ – współczynnik

rozszerzalności cieplnej dla stali.

ΔT – różnica temperatur [$^{\circ}\text{C}$].

Standardowo FOP AVIA S.A. wytwarza przekładnie w trzech klasach dokładności oznaczonych symbolami wg DIN 69 051 (ISO 3408) 1, 3, 5 i określonych dopuszczalnymi wartościami V300p szerokości pasma V300.

Tab. 2.1

Kl. dokł.	V300p[μm]	V2πp[μm]
1	6	4
3	12	6
5	23	8

Tab. 2.2 Międzynarodowy Standard Klas Dokładności Przekładni.

Jednostka: [μm]

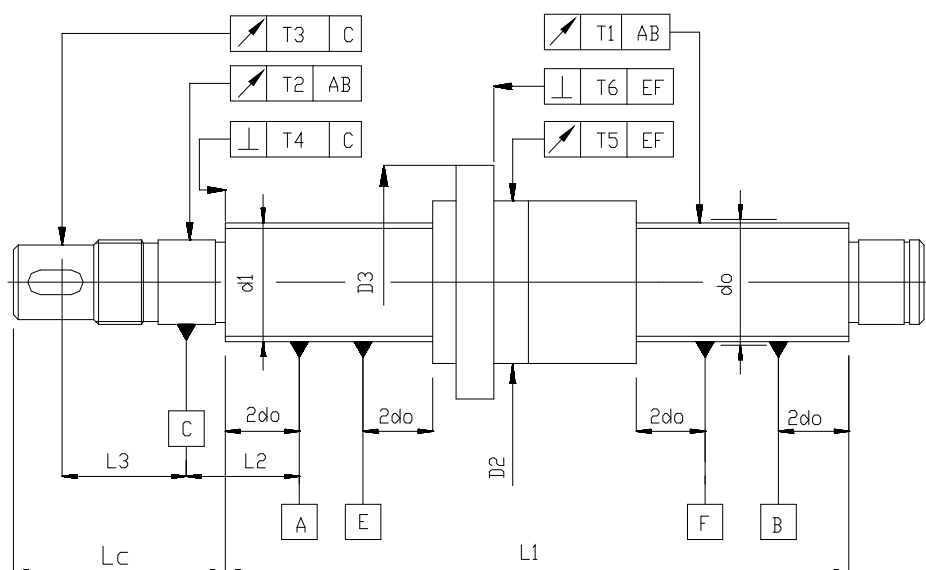
Kl.dokł.		0	1	2	3	4	5	6	7	10
e300 (V300p.)	ISO,DIN		6		12		23		52	210
	BSI		6		12	16	23		52	210
	JIS	3.5	5		8		18		50	210
	HIWIN	3.5	5	6	8	12	18	23		

W tab. 2.3 zestawiono dopuszczalne wartości **V_{up}** i **E_p** w zależności od długości użytecznej **Lu** oraz klas dokładności.

Tab. 2.3

Lu[mm]		E _p [μm]			V _{up} [μm]		
<i>powyżej</i>	<i>do</i>	1	3	5	1	3	5
	315	6	12	23	6	12	23
315	400	7	13	25	6	12	25
400	500	8	15	27	7	13	26
500	630	9	16	30	7	14	29
630	800	10	18	35	8	16	31
800	1000	11	21	40	9	17	35
1000	1250	13	24	46	10	19	39
1250	1600	15	29	54	11	22	44
1600	2000	18	35	65	13	25	51
2000	2500	22	41	77	15	29	59
2500	3150	26	50	93	17	34	69
3150	4000	30	60	115	21	41	82

2.2 Warunki geometryczne odbioru przekładni.



Tab. 2.4

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	Od	do	1	3	5
T1	L1	500	0.015	0.020	0.025
	500	1000	0.020	0.025	0.035
	1000	2000	0.030	0.035	0.045
	2000			0.045	0.055

Tab. 2.5

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	od	do	1	3	5
T2	L2	100	0.010	0.014	0.020
	100	300	0.012	0.017	0.025
	300	500	0.015	0.020	0.030
	500	1000	0.020	0.025	0.040
	1000	2000	0.030	0.035	0.050

Tab.2.6

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	od	do	1	3	5
T3	L3	100	0.006	0.008	0.010
	100	300	0.008	0.010	0.012
	300	500	0.011	0.015	0.020
	500	1000	0.017	0.025	0.035

Tab.2.7

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	od	do	1	3	5
T4	d1	50	0.003	0.004	0.005
	50	100	0.004	0.005	0.006
	100		0.005	0.006	0.007

Tab.2.8

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	od	do	1	3	5
T5	D2	50	0.012	0.016	0.020
	63	100	0.016	0.020	0.025
	100		0.020	0.025	0.032

Tab.2.9

Symbol	Zakresy wymiarowe		Klasy dokładności		
	od	do	1	3	5
T6	D3	100	0.012	0.016	0.020
	100	140	0.016	0.020	0.025
	140		0.020	0.025	0.032

UWAGI:

1. Pomiary T5 i T6 odnoszą się tylko do nakrętek z napięciem wstępnym.
2. Do odbioru prawego (odpowiednio lewego) końca śruby nakrętkę umieścić możliwie blisko bazy A (odpowiednio B) , jednak co najmniej 2 zwoje od końca gwintu

2.3 Zakres wymiarowy.

FOP AVIA S.A. wytwarza przekładnie śrubowe toczne w zakresie średnic nominalnych $d_0 = 16 \div 80 \text{ mm}$, skoków $P = 4 \div 20 \text{ mm}$ i całkowitej długości śruby $l_s = 3000 \text{ mm}$. Średnicą nominalną gwintu jest średnica powierzchni walcowej, na której rozmieszczone są środki kulek. Podstawowe wielkości przekładni wytwarzanych w FOP AVIA S.A. zestawiono w tab. 2.10.

Na życzenie klienta po uzgodnieniu z wytwórcą można wykonać przekładnię o całkowitych długościach większych od podanych w tab. 2.10 jako dopuszczalne dla poszczególnych klas dokładności, jednak nie większych niż 3000mm. W tych przypadkach należy sprawdzić przekładnię rachunkowo na warunki wyboczenia i obrotów krytycznych. Sposób obliczania podano w rozdziale 3 niniejszego katalogu.

Tab. 2.10 Średnica podziałowa d_0 (mm)

		16	20	25	32	40	50	63	80	
Skok P(mm)	4									
	5									
	6									
	8									
	10									
	12									
	16									
	20									
Klasa dokładności		Dopuszczalna długość śruby l_s (mm)								
1		300	320	400	600	800	1200	1600	2000	
3		400	450	600	850	1200	1600	2100	2500	
5		800	1000	1500	2500	3000	3000	3000	3000	



- skoki zalecane



- wielkości standardowej

2.4 Typy nakrętek.

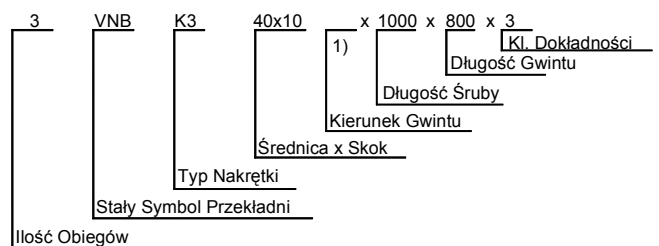
W produkcji FOP AVIA S.A. przyjęto następujące standardowe typy nakrętek (rys. 2.2).

Nakrętki są wykonywane standardowo ze zgarniaczami z tworzyw sztucznych. Poniższy schemat przedstawia sposób oznaczenia standardowych przekładni produkcji FOP AVIA S.A.

Pojedyńcza z luzem osiowym	K1	C1
Pojedyńcza z napięciem wstępnym	K2	C2
Podwójna z napięciem wstępnym	K3	C3
	K4	

Przykład oznaczenia:

3VNBK3-40x10x1000x800x3



1) litera L- lewy gwint
brak litery- prawy gwint

Symbol **3 VNB K3 40x10 x 1000 x 800 x 3** oznacza nakrętkę kulkową podwójną z napięciem wstępnym, złożoną z nakrętek 3-obiegowych (obieg wewnętrzny) o średnicy nominalnej 40mm i skoku 10mm z gwintem prawym, ze zgarniaczami o długości całkowitej śruby 1000mm i długości gwintu 800mm wykonanej w 3 klasie dokładności.

Rys. 2.2

2.5 Materiały i obróbka cieplna.

Tab. 2.11

Nazwa części	Gatunek materiału		Obróbka Ciepna	Twardość HRC
	PN	DIN		
Śruba	ŁH15	100Cr6	Hartowanie indukcyjne gwintu kulkowego	58-62
Nakrętka	18HGM	20CrMo5	Nawęglanie i hartowanie gwintu kulkowego	58-62
	ŁH15	100Cr6	Hartowanie gwintu kulkowego	
Kulki	ŁH15	100Cr6	-	62-65

Twardość czopów śruby wynosi 170-235HB (materiał wyżarzany na sferoidyt). W szczególnych przypadkach na życzenie klienta i po uprzednim uzgodnieniu elementy przekładni (z wyjątkiem kulek łożyskowych) mogą być wykonane z innych materiałów, np. śruba ze stali nierdzewnej itp. W tych przypadkach obliczenia nośności statycznej C_0 i dynamicznej C przekładni należy przeprowadzać z uwzględnieniem osiągalnej dla danego materiału twardości powierzchni gwintu. Sposób obliczania podano w rozdziale 3 niniejszego katalogu.

3. Zasady doboru przekładni śrubowej tocznej.

3.1 Uwagi ogólne.

Dobór przekładni śrubowej tocznej do danego zastosowania polega na określeniu następujących parametrów:

- średnica nominalna gwintu kulkowego
- skok gwintu kulkowego
- dopuszczalne odchyłki skoku (klasa dokładności)
- długość śruby
- typ nakrętki
- dopuszczalny luz wzdłużny (VNBK1 i VNBC1)
- napięcie wstępne (VNBK2, VNBK3, VNBK4, VNBC2, VNBC3).

Kryteriami doboru są:

- ogólne wymagania z zastosowania przekładni
- wymagana trwałość przekładni przy założonych obciążeniach roboczych
- wytrzymałość przekładni określona warunkami wyoboczenia i obrotów krytycznych oraz maksymalnych przewidywanych sił osiowych
- wymagana sztywność osiowa.

Główne wymiary przekładni (średnica nominalna, skok, długość śruby) mogą być

wstępnie określone na podstawie ogólnej konstrukcji maszyny lub urządzenia, w skład którego wchodzi przekładnia.

Już na etapie doboru pomocą mogą być wartości nośności statycznej i dynamicznej oraz sztywności zawarte w rozdziale 5 niniejszego katalogu.

Jeżeli po dokładniejszym obliczeniu okaże się, że wstępnie dobrane parametry nie spełniają wymaganych kryteriów to powinny być one skorygowane w oparciu o niżej podane wskazówki:

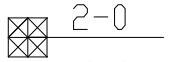
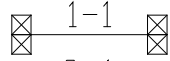
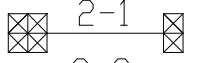
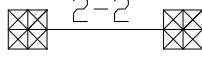
1. Zbyt mała nośność statyczna lub dynamiczna.
 - zwiększyć średnicę nominalną
 - zwiększyć ilość obiegów nakrętki
 - w miarę możliwości zwiększyć średnicę kulki (zwiększając skok)
2. Nietrzymane warunki wyoboczenia lub obrotów krytycznych.
 - zwiększyć średnicę nominalną
 - zmienić sposób łożyskowania na sztywniejszy
3. Zbyt mała sztywność osiowa.
 - sprawdzić sztywność zamocowania przekładni w maszynie

- wprowadzić napięcie śruby siłą rozciągającą
- zwiększyć średnicę nominalną
- zwiększyć ilość obiegów
- zwiększyć napięcie wstępne przekładni (sposób nie zalecany, zmniejszenie trwałości).

3.2 Sposoby łożyskowania.

Sposób łożyskowania przekładni jest określony przez ogólną konstrukcję maszyny. Jednak już we wstępnym etapie projektowania należy zdawać sobie sprawę, że od sposobu łożyskowania zależy sztywność, obroty krytyczne i dopuszczalne obciążenie z uwagi na wyboczenie.

Rozróżnia się cztery typowe przypadki łożyskowania przekładni, pokazane schematycznie w tab. 3.1.

Sposób łożyskowania	k
 2-0	$2,5 \cdot 10^3$
 1-1	$10 \cdot 10^3$
 2-1	$20 \cdot 10^3$
 2-2	$40 \cdot 10^3$

Tab. 3.1

3.3 Obciążenie krytyczne na wyboczenie.

Śruby poddane w pracy obciążeniom ściskającym powinny być sprawdzone na wyboczenie.

Obliczenia dokonuje się na podstawie wzoru Eulera, który dla stali ($E = 2.1 \cdot 10^6 \text{ daN/cm}^2$) może być zapisany w postaci:

$$F_{kr} = k \cdot \left(\frac{d_r^2}{l_0} \right)^2$$

gdzie:

F_{kr} – siła krytyczna dla wyboczenia (daN)
 d_r – średnica rdzenia śruby (mm)
 l_0 – długość obliczeniowa (mm)
 k – współczynnik zależny od sposobu łożyskowania (tab. 3.1).

Długość obliczeniową należy przyjmować jako odległość między środkami podpór łożyskowych

na końcach śruby względnie jako odległość od środka łożyskowania do swobodnego końca śruby (przypadek 2-0).

Dopuszczalne obciążenie osiowe przekładni z uwagi na wyboczenie F_{dop} jest określone warunkiem

$$F_{dop} = x \cdot F_{kr} > C_0$$

gdzie:

x – współczynnik bezpieczeństwa (0.5÷0.8)

F_{kr} – (patrz załącznik nr 1 str. 46)

C_0 – nośność statyczna przekładni

3.4 Obroty krytyczne.

W celu zapobieżenia wibracjom przekładnia powinna pracować przy obrotach niższych od pierwszej prędkości krytycznej.

Obliczenie prędkości krytycznej w przypadku stali ($E = 2.1 \cdot 10^6 \text{ daN/cm}^2$, $\gamma = 7.85 \cdot 10^{-3} \text{ daN/cm}^3$)

można przeprowadzić według wzoru:

$$n_{kr} = k \cdot \frac{d_r}{l_0^2}$$

gdzie:

n_{kr} – prędkość krytyczna (obr/min)

d_r – średnica rdzenia śruby (mm)

l_0 – długość obliczeniowa (mm)

k – współczynnik zależny od sposobu łożyskowania (tab. 3.2)

Tab. 3.2

Sposób łożyskowania	k
2-0	$43 \cdot 10^6$
1-1	$121 \cdot 10^6$
2-1	$189 \cdot 10^6$
2-2	$274 \cdot 10^6$

Dopuszczalna prędkość obrotowa śruby n_{dop} jest określona warunkiem:

$$n_{dop} = x \cdot n_{kr}$$

gdzie:

$x = 0.8$ – współczynnik bezpieczeństwa

n_{kr} – (patrz załącznik nr 2 str. 47)

3.5 Obciążenie przekładni.

Pod pojęciem obciążenia przekładni rozumie się siłę działającą między śrubą i nakrętką w kierunku osi przekładni.

Siła ta może być stała lub zmienna.

W przypadku zmiennego obciążenia rozróżnia się wartość maksymalną $F_{\max}$ i wartość średnią F_m . Obciążenie średnie F_m określa się według wzoru:

$$F_m = \left(\frac{F_1^3 n_1 t_1 + F_2^3 n_2 t_2 + \dots + F_i^3 n_i t_i}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i} \right)^{1/3} \text{ daN}$$

gdzie:

$F_1, F_2, \dots, F_i$ daN – obciążenia

$n_1, n_2, \dots, n_i$ obr/min – prędkości obrotowe

$t_1, t_2, \dots, t_i$ % - udziały czasowe

Wyrażenie:

$$n_z = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}{100} \text{ obr / min}$$

określa tzw. średnią prędkość obrotową.

W przypadku obciążeń spoczynkowych miarodajne jest porównanie obciążenia maksymalnego F_m z nośnością statyczną C_0 , w przypadku obciążeń ruchowych porównanie obciążenia równoważnego F_m z nośnością dynamiczną C z uwzględnieniem wymaganej trwałości przekładni.

Uwaga: Jeżeli w pracy przekładni przewiduje się występowanie obciążeń w kierunku innym niż osiowy, prosimy zwracać się do nas o konsultacje.

3.6 Nośność spoczynkowa (statyczna).

Nośność spoczynkowa C_0 określa się jako obciążenie powodujące odkształcenie trwałe w punkcie styku kulek z bieżnią o wartości 10^{-4} średnicy kulki. Między maksymalnym obciążeniem przekładni $F_{\max}$ i nośnością spoczynkową C_0 powinna zachodzić zależność:

$$f_{ho} \cdot C_0 \geq F_{\max} \cdot f_d$$

gdzie:

f_{ho} – współczynnik zależny od twardości bieżni (tab. 3.3)

f_d – współczynnik zależny od charakteru obciążenia (tab. 3.4)

Tab. 3.3

Twardość HRC	≥ 58	56	54	52
f_{ho}	1	0,92	0,82	0,73
Twardość HRC	50	45	40	30
f_{ho}	0,65	0,47	0,37	0,21

Tab. 3.4

Charakter obciążenia	f_d
Obciążenie w ruchu bez wstrząsów	0,5
Normalne warunki pracy, obciążenie w spoczynku.	1
Obciążenie zmienne	1,5÷2
Obciążenie uderzeniowe	>2

Iloczyn $f_{ho} \cdot C_0$ jest nośnością spoczynkową przekładni zredukowaną z uwagi na rzeczywistą twardość bieżni, a iloczyn $F_{\max} \cdot f_d$ jest obliczeniową siłą maksymalną zredukowaną z uwagi na warunki pracy.

3.7 Nośność ruchowa (dynamiczna), trwałość.

Główną przyczyną zużycia przekładni śrubowej tocznej jest zmęczenie materiału. Okres pracy przekładni, po którym występuje zużycie bieżni nazywamy trwałością przekładni.

Trwałość przekładni określa się w obrotach L lub w godzinach L_h . Trwałość przekładni jest odwrotnie proporcjonalna do trzeciej potęgi obciążenia:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^3$$

Nośność ruchowa (dynamiczna) C jest to obciążenie stałe, przy którym trwałość przekładni odpowiadającej standardowym warunkom wykonania wynosi 1 milion obrotów. Trwałość takiej przekładni wynosi więc przy stałym obciążeniu siłą F :

$$L = \left(\frac{C}{F} \right)^3 \cdot 10^6 \text{ obrotów}$$

Dobór przekładni do konkretnego zastosowania należy przeprowadzić na podstawie zależności:

$$C_{red} \geq f_N \cdot F_{red}$$

gdzie:

C_{red} – nośność ruchowa zredukowana

F_{red} – obciążenie zredukowane

$$f_N = \sqrt[3]{\frac{L}{10^6}}$$

f_N - współczynnik trwałości odpowiadający wymaganej trwałości L obrotów.

Wartość nośności ruchowej powinna być skorygowana, jeżeli twardość bieżni jest mniejsza od 58 HRC, co z reguły ma miejsce w przypadku zastosowania nietypowych materiałów.

Współczynnik f_h zależny od twardości bieżni należy przyjmować wg tab.3.5.

Tab. 3.5

Twardość HRC	≥ 58	56	54	52
f_h	1	0,87	0,76	0,67
Twardość HRC	50	45	40	30
f_h	0,58	0,43	0,33	0,18

Trwałość przekładni jest na ogół ograniczona trwałością kulki. W tym przypadku wartość nośności ruchowej powinna być skorygowana współczynnikiem f_p , zależnym od przesuwu względnego t.j. :

$$\frac{l_u}{i \cdot P} \text{ gdzie:}$$

l_u – przesuw nakrętki

i – ilość obiegów

P –skok

Tab. 3.6

$\frac{l_u}{i \cdot P}$	>1	do 1.2	do 1.4	do 1.6
f_p	0,77	0,80	0,85	0,88
$\frac{l_u}{i \cdot P}$	do 2,0	do 2.5	do 3,0	$>3,0$
f_p	0,91	0,94	0,97	1,0

Nośność ruchowa zredukowana wyraża się zależnością :

$$C_{red} = f_h \cdot f_p \cdot C$$

Punktem wyjścia do określenia obciążenia zredukowanego F_{red} jest wartość obciążenia średniego F_m obliczona wg punktu 3.5 na podstawie założeń technicznych pracy przekładni.

Jeżeli w pracy przekładni występuje nierównomierność obciążenia, uderzenia i wibracje, to do obliczeń należy przyjmować obciążenia odpowiednio zwiększone. Współczynnik f_d zależy od charakteru pracy.

Tab. 3.7

Charakter pracy	f_d
równomierny bieg	1,0÷1,2
lekkie uderzenie	1,2÷1,5
silne uderzenia i wibracje	1,5÷3,0

Obciążenie zredukowane wyraża się zależnością:

$$F_{red} = f_d \cdot F_m$$

Reasumując, otrzymujemy dla określenia nośności ruchowej C przekładni zależność:

$$f_h \cdot f_p \cdot C \geq f_N \cdot f_d \cdot F_m$$

Uwaga: Obliczenia trwałości, a więc i wymaganej nośności ruchowej przekładni należy przeprowadzać dla jednego określonego kierunku działania sił między śrubą i nakrętką. W uzasadnionych przypadkach należy przeprowadzać obliczenia odrębne dla obu kierunków działania sił w całym cyklu pracy przekładni. W przypadku założonej trwałości L należy z dwóch obliczonych wartości wymaganej nośności ruchowej C przyjmować większą. W przypadku znanej nośności ruchowej C trwałością przekładni jest mniejsza z dwóch obliczonych wartości L. Między trwałością L wyrażoną w obrotach i L_h wyrażoną w godzinach zachodzi zależność:

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_z}$$

gdzie:

n_z – zastępcza prędkość obrotowa (obr/min) wg punktu 3.3.

W przypadku założonej trwałości godzinowej L_h można określić wymaganą nośność ruchową ze wzoru:

$$C_{red} \geq F_{red} \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot 60 \cdot n_z}{10^6}}$$

a po podstawieniu i uproszczeniu:

$$C \geq \frac{f_d}{f_n f_p} \cdot 0.01 \cdot \sqrt[3]{\sum_{i=1}^i (F_i^3 \cdot n_i \cdot q_i)} \cdot 0.6 \cdot L_h$$

$$f_N = \sqrt[3]{\frac{L}{10^6}}$$

f_N - współczynnik trwałości odpowiadający wymaganej trwałości L obrotów.

Wartość nośności ruchowej powinna być skorygowana, jeżeli twardość bieżni jest mniejsza od 58 HRC, co z reguły ma miejsce w przypadku zastosowania nietypowych materiałów.

Współczynnik f_h zależny od twardości bieżni należy przyjmować wg tab.3.5.

Tab. 3.5

Twardość HRC	≥ 58	56	54	52
f_h	1	0,87	0,76	0,67
Twardość HRC	50	45	40	30
f_h	0,58	0,43	0,33	0,18

Trwałość przekładni jest na ogół ograniczona trwałością nakrętki. Jednak w przypadku bardzo małych przesuwów w stosunku do długości czynnej nakrętki uwidacznia się wpływ naprężeń na styku kulki ze śrubą. W tym przypadku wartość nośności ruchowej powinna być skorygowana współczynnikiem f_p , zależnym od przesuwu względnego t.j. :

$$\frac{l_u}{i \cdot P} \text{ gdzie:}$$

l_u – przesuw nakrętki

i – ilość obiegów

P –skok

Tab. 3.6

$\frac{l_u}{i \cdot P}$	>1	do 1.2	do 1.4	do 1.6
f_p	0,77	0,80	0,85	0,88
$\frac{l_u}{i \cdot P}$	do 2,0	do 2.5	do 3,0	$>3,0$
f_p	0,91	0,94	0,97	1,0

Nośność ruchowa zredukowana wyraża się zależnością :

$$C_{red} = f_h \cdot f_p \cdot C$$

Punktem wyjścia do określenia obciążenia zredukowanego F_{red} jest wartość obciążenia równoważnego F_m , obliczona wg punktu 3.5 na podstawie założeń technicznych pracy przekładni.

Jeżeli w pracy przekładni występuje nierównomierność obciążenia, uderzenia i wibracje, to do obliczeń należy przyjmować obciążenia odpowiednio zwiększone. Współczynnik f_d zależy od charakteru pracy.

Tab. 3.7

Charakter pracy	f_d
równomierny bieg	1,0÷1,2
lekkie uderzenie	1,2÷1,5
silne uderzenia i wibracje	1,5÷3,0

Obciążenie zredukowane wyraża się zależnością:

$$F_{red} = f_d \cdot F_m$$

Reasumując, otrzymujemy dla określenia nośności ruchowej C przekładni zależność:

$$f_h \cdot f_p \cdot C \geq f_N \cdot f_d \cdot F_m$$

Uwaga: Obliczenia trwałości, a więc i wymaganej nośności ruchowej przekładni należy przeprowadzać dla jednego określonego kierunku działania sił między śrubą i nakrętką. W uzasadnionych przypadkach należy przeprowadzać obliczenia odrębne dla obu kierunków działania sił w całym cyklu pracy przekładni. W przypadku założonej trwałości L należy z dwóch obliczonych wartości wymaganej nośności ruchowej C przyjmować większą. W przypadku znanej nośności ruchowej C trwałością przekładni jest mniejsza z dwóch obliczonych wartości L. Między trwałością L wyrażoną w obrotach i L_h wyrażoną w godzinach zachodzi zależność:

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_z}$$

gdzie:

n_z – zastępcza prędkość obrotowa (obr/min) wg punktu 3.5.

W przypadku założonej trwałości godzinowej L_h można określić wymaganą nośność ruchową ze wzoru:

$$C_{red} \geq F_{red} \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot 60 \cdot n_z}{10^6}}$$

a po podstawieniu i uproszczeniu:

$$C \geq \frac{f_d}{f_n f_p} \cdot 0.01 \cdot \sqrt[3]{\sum_1^i (F_i^3 \cdot n_i \cdot q_i)} \cdot 0.6 \cdot L_h$$

3.8 Sztywność.

Miarą sztywności R układu jest iloraz działającej siły F oraz wywołanego przez tę siłę odkształcenia δ .

$$R = \frac{F}{\delta}$$

W przypadku przekładni śrubowych tocznych odkształcenie δ jest w ogólnym przypadku sumą odkształceń śruby, nakrętki, łożyskowania śruby, zamocowania nakrętki oraz odkształcenia złącza kulowego, które wynika z ugięcia kulek i bieżni pod wpływem działających sił:

$$\delta = \delta_s + \delta_n + \delta_l + \delta_z + \delta_k$$

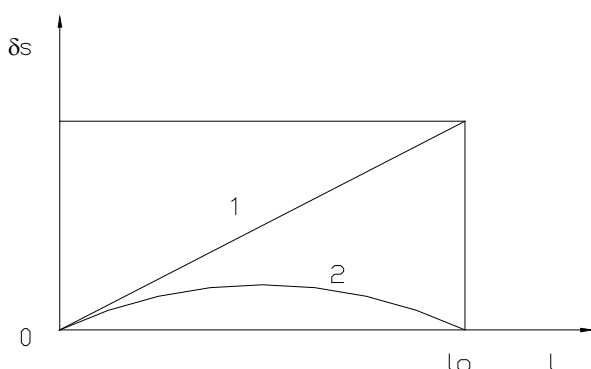
Na ogół głównym składnikiem odkształcenia jest odkształcenie śruby:

$$\delta_s = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$$

gdzie:

F – obciążenie osiowe
 l – długość części roboczej
 E – moduł sprężystości
 A – pole przekroju

Odształcenie śruby może być wydatnie zmniejszone przez jej dwustronne łożyskowanie z napięciem wstępnym siłą rozciągającą, co dla pewnej wartości obciążenia przekładni F przedstawiono poglądowo na rys. 3.1.



Rys. 3.1 1- bez napięcia wstępnego śruby
 2- śruba napięta wstępnie

W tym przypadku max odkształcenie śruby wynosi:

$$\delta_s = \frac{F \cdot l_0}{4 \cdot E \cdot A}$$

Odształcenie złącza kulowego δ_k jest z reguły funkcją nieliniową obciążenia F . W przypadku nakrętki pojedynczej bez napięcia wstępnego wyraża się ona zależnością:

$$\delta_k = a \cdot F^{2/3}$$

gdzie:

a – współczynnik zależny od parametrów konstrukcyjnych

Reasumując:

- napięcie wstępne powinno być tylko tak wysokie jak jest to konieczne i tak małe, jak jest to możliwe
- obciążenie robocze do trzykrotnej wartości napięcia wstępnego nie powoduje „zluzowania” (spadek napięcia do zera)
- jako maksymalną wartość napięcia wstępnego można traktować napięcie wstępne w wysokości:

$$F_n = 0.15 \cdot C$$

gdzie:

C – nośność ruchowa przekładni

Dla innych wartości napięcia wstępnego F_n' sztywność R' można obliczyć ze wzoru

$$R' = \left(\frac{F_n'}{0.1 \cdot C} \right)^{1/3}$$

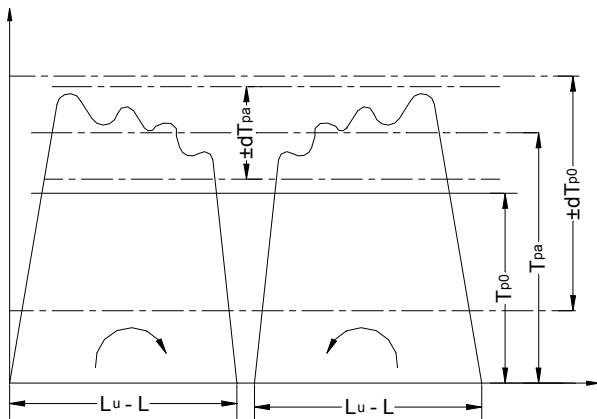
Podane w rozdziale 5 wartości sztywności odnoszą się do przekładni wykonanych w klasach dokładności 1 i 3. Dla klasy 5 należy wartość sztywności zmniejszyć około 10%. Sztywność również zmniejszy się przy montażu nakrętki w obudowie.

3.9 Moment oporowy napięcia wstępnego

Przekładnia z napięciem wstępnym siłą F_n przy obracaniu śruby względem nakrętki bez przyłożenia zewnętrznego obciążenia siłą wzdłużną wykazuje pewien opór, który wyraża się w jednostkach momentu, np. Nm, i nazywany jest momentem oporowym napięcia wstępnego T .

Rys. 3.2 przedstawia usytuowanie rzeczywistego wykresu momentów względem pola tolerancji momentów. Tab. 3.8 podaje dopuszczalne wartości odchyłek momentu dT_{p0} w % od wartości nominalnych T_{p0}

w zależności od smukłości gwintu śruby oraz klasy dokładności wykonania przekładni.



Rys. 3.2

L_u – przesuw użyteczny

L – długość nakrętki

T_{p0} – nominalna wartość momentu

dT_{p0} – dopuszczalna odchyłka od wartości T_{p0}

T_{pa} – rzeczywista średnia wartość momentu

DT_{pa} – rzeczywista odchyłka od wartości T_{pa}

Tab. 3.8

Nominalna wartość momentu		Dopuszczalna odchyłka dT_{p0} (%)		
		Klasa dokładności		
		1	3	5
T_{p0} (Nm)		Dla $\frac{l_u}{d_0} \leq 40$		
ponad	do			
	0.4	35	40	50
0.4	0.6	30	35	40
0.6	1.0	25	30	35
1.0	2.5	20	25	30
2.5	6.3	15	20	25
6.3		-	15	20
T_{p0} (Nm)		Dla $\frac{l_u}{d_0} \leq 60$		
ponad	do			
	0.4	40	50	60
0.4	0.6	35	40	45
0.6	1.0	30	35	40
1.0	2.5	25	30	35
2.5	6.3	20	25	30
6.3		-	20	25
T_{p0} (Nm)		Dla $\frac{l_u}{d_0} > 60$		
ponad	do			
	0.6	nie określone		
0.6	1.0	-	40	45
1.0	2.5	-	35	40
2.5	6.3	-	30	35
6.3		-	25	30

4.0 Wskazówki dla użytkowników.

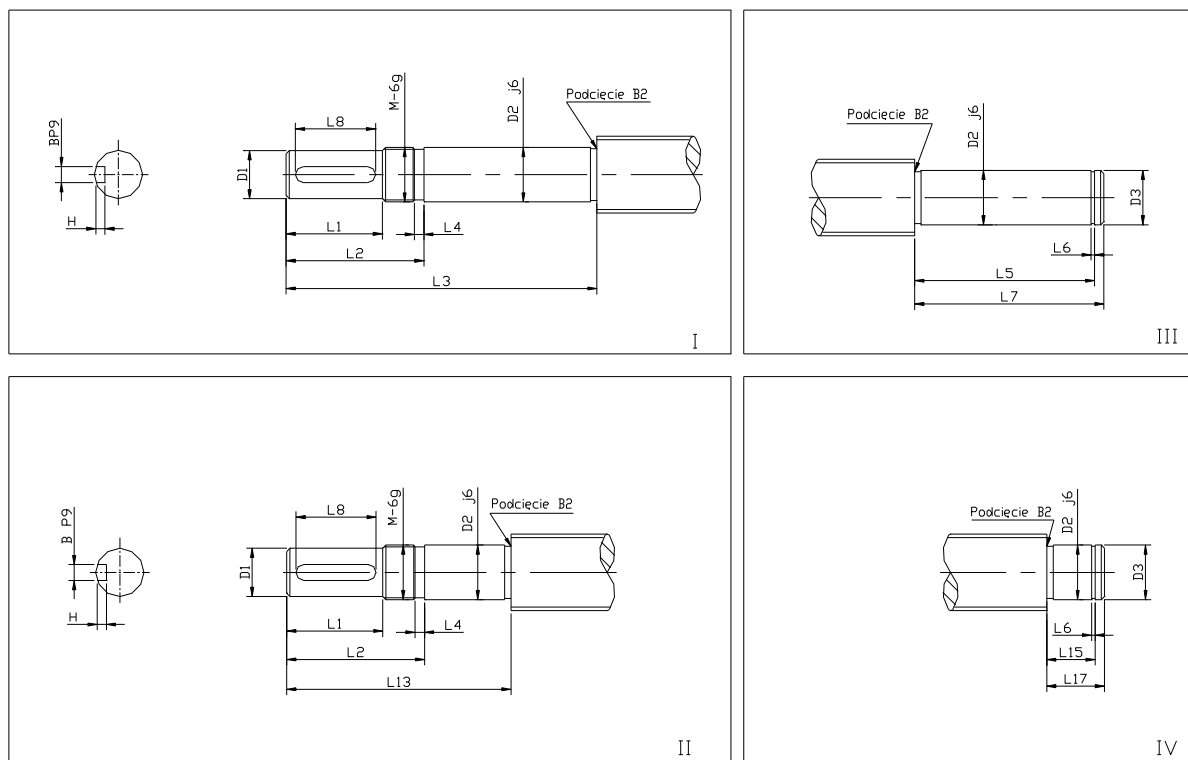
4.1 Wstępny dobór przekładni.

Przy zamawianiu przekładni prosimy załączyć wypełniony kwestionariusz doboru wg wzoru.

KWESTIONARIUSZ DOBORU PRZEKŁADNI ŚRUBOWEJ TOCZNEJ	
1. Zamawiający (nazwa firmy, telefon, telex, fax)	
2. Rodzaj zastosowania (typ maszyny)	
3. Dane wymiarowe.	
Średnica nominalna	mm
Skok nominalny	mm
Kierunek zwoju	
Długość gwintu kulkowego śruby	mm
Długość całkowita śruby	mm
4. Typ nakrętki (oznaczenie w/g katalogu)	
5. Wymagane parametry eksploatacyjne.	
Klasa dokładności gwintu	
Żądane odchylenie linii średniej skoku C	
Moment oporowy napęcia wstępnego	Nm
Wymagana sztywność	daN/mm
Dopuszczalny luz osiowy	
6. Informacje dodatkowe.	
Agresywność środowiska	
Temperatura pracy	
Rodzaj smarowania	
Polożenie przekładni podczas pracy	
Charakter obciążeń	
Maksymalna prędkość obrotowa	obr/min
7. Inne wymagania specjalne.	

4.2 Końcówki śrub kulkowych.

- Końcówki śrub kulkowych wykonuje się w zasadzie zgodnie z wymaganiami zamawiającego. Powinny one jednak spełniać określone warunki podyktowane względami wykonawstwa i montażu przekładni. Standardowe końcówki śrub kulkowych przedstawiono na rys. 4.1 i wymiary wg tab. 4.1.
- Gwinty drobnozwojowe w wykonaniu standardowym w klasie 6g. Możliwe jest wykonanie specjalne w innych klasach dokładności. Zalecane wymiary gwintów nakrętek łożyskowych, a mianowicie: M15x1, M17x1, M20x1, M25x1.5, M30x1.5, M35x1.5, M40x1.5, M45x1.5, M50x1.5, M55x2, M60x2, M65x2



Rys. 4.1

Tab. 4.1

do	D1	D2	D3	M	L1	L2	L3	L13	L4	L5	L15	L6	L7	L17	L8	B(P9)	H
20	10	12	11.5	M12x1.0	25	36	86	59	2	51	12	1.1	55	16	20	4	2.5
25	15	17	16.2	M17x1.0	30	43	97	70	2	52.1	14	1.1	59	18	25	5	3.0
32	15	20	19.0	M20x1.0	40	55	111	84	2	52.1	15	1.3	62	20	28	6	3.5
40	25	30	28.6	M30x1.5	50	70	136	106	3	52.1	19	1.6	75	24	36	8	4.0
50	36	40	37.5	M40x1.5	60	84	175	128	3	52.1	23	1.85	100	30	40	12	5.0
63	40	50	47.0	M50x1.5	70	98	205	150	3	52.1	27	2.15	117	35	50	14	5.5
80	55	60	57.0	M60x2.0	80	109	228	168	4	52.1	31	2.15	130	39	63	18	6.0

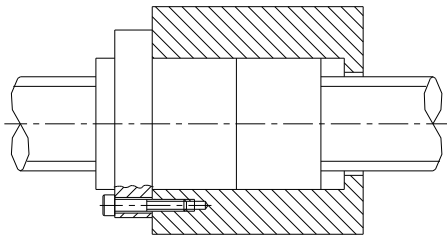
4.3 Zabudowa przekładni.

Zabudowa nakrętki powinna zapewniać wysoką sztywność w kierunku poosiowym. Zaleca się stosowanie jak najmniejszej liczby elementów pośrednich przenoszących siły robocze przekładni, co prowadzi do zwiększenia sztywności zabudowy.

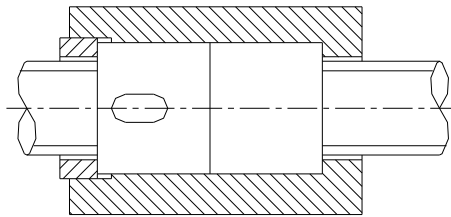
Nakrętki kołnierzone typu VNBK1, VNBK2, VNBK3 i VNBK4 nie wymagają specjalnej obudowy. Użytkownik mocuje nakrętkę bezpośrednio do korpusu maszyny śrubami przez otwory w kołnierzu. Powierzchnią bazującą jest średnica centrowania pasowana z otworem korpusu H7/g6 lub powierzchnią kołnierza przy luźnym osadzaniu w otworze (rys. 4.2)

Nakrętki bez kołnierza typ VNBC1, VNBC2 i VNBC3 powinny być umieszczone w obudowie z rowkiem wpustowym (rys 4.3).

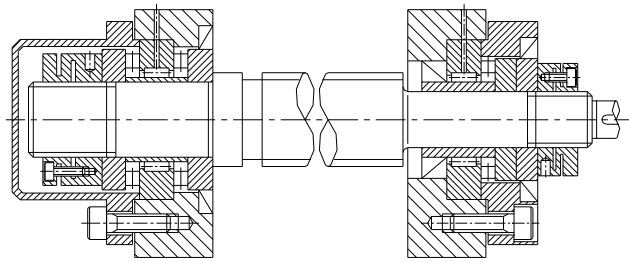
Łożyskowanie śruby powinno być bardzo sztywne, zapewniające minimalne ugięcie i zdolność tłumienia drgań. Śruby pracujące w stałych temperaturach zaleca się łożyskować dwustronnie z napięciem wstępnym śruby. Przykłady łożyskowania przekładni śrubowych tocznych podano na rys. 4.4.



Rys. 4.2



Rys. 4.3



Rys. 4.4

4.4 Uszczelnienia.

Przekładnie śrubowe toczne powinny być w pracy zabezpieczone od zanieczyszczeń i pyłu. W przypadku zabudowania przekładni wewnątrz korpusu maszyny lub gdy środowisko pracy przekładni nie grozi jej zanieczyszczeniem, stosowanie specjalnych zabezpieczeń nie jest potrzebne.

W innych przypadkach wystarcza na ogół zastosowanie zgarniaczy stykających się z gwintem śruby i zamykających wewnątrz nakrętki, co odpowiednio zwiększa jej długość.

W szczególnych przypadkach, gdy powietrze w otoczeniu maszyny zawiera znaczną ilość pyłu lub czynniki sprzyjające korozji zaleca się stosowanie dodatkowych szczelnych osłon obejmujących całą przekładnię w postaci miechów składanych lub osłon teleskopowych.

4.5 Montaż.

Przekładnia śrubowa toczna musi być montowana w komplecie wraz z nakrętką. Demontaż nakrętki przez użytkownika jest niedopuszczalny. Niedopuszczalne jest wykręcanie nakrętki z gwintu kulowego śruby, ponieważ powoduje to wysypianie się kulek z nakrętki. Niewspółosiowość gniazda nakrętki i otworów pod łożyska nie powinna przekraczać 0.01mm.

Dopuszczalna nieprostokadłość przyłgi kołnierza względem osi przekładni – 0.01/100mm.

Powierzchnie przyłgi i kołnierza powinny być starannie oczyszczone, a śruby mocujące dokręcone równomiernie. Niedopuszczalne jest wbijanie nakrętki w gniazdo. Niedopuszczalne jest wiercenie przez otwory do śrub mocujących nakrętkę. Otwory gwintowane w korpusie pod śruby mocujące nakrętkę powinny posiadać fazę przy wejściu.

4.6 Przechowywanie.

Przekładnie śrubowe toczne powinny być przechowywane w stanie zakonserwowanym w opakowaniu fabrycznym. W trakcie montażu przekładnie powinny być ustawione na stojakach w pozycji pionowej lub układane w fabrycznym opakowaniu w celu uniknięcia deformacji śruby.

4.7 Smarowanie.

Smarowanie przekładni śrubowych tocznych jest w każdym przypadku niezbędne w celu utworzenia cienkiej błonki ochronnej oddzielającej powierzchnie pracujące i zmniejszającej ich zużycie. Celem smarowania jest ponadto poprawienie płynności pracy, zmniejszenie tarcia i ochrona przed korozją. Do przekładni należy stosować w ogólności takie same środki smarne jak do łożysk tocznych. Należy zwracać uwagę, aby smar był czysty. Dobór sposobu smarowania, rodzaj smaru i jego ilości zależy od konstrukcji, prędkości obrotowej, obciążeń, temperatury

pracy i otoczenia, przewidywanych warunków dozoru, skuteczności uszczelnienia itp.

Zastosowanie smaru stałego jest dogodnie, ponieważ nie komplikuje konstrukcji, pozwala na zastosowanie prostych i pewnych uszczelnień oraz nie wymaga stałego dozoru. Ponadto smar stały przyczynia się do uszczelniania wnętrza nakrętki i sprzyja płynnej pracy przekładni. Dlatego smar stały zaleca się we wszystkich przypadkach, gdy prędkości obrotowe i temperatury pracy nie są zbyt wysokie. Przy dużych obciążeniach i małych prędkościach obrotowych należy stosować smary o większej lepkości. Smar powinien wypełniać $\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$ przestrzeni wewnątrz nakrętki. W przypadku smaru stałego na ogół wystarcza smarowanie raz lub dwa razy rocznie.

Olej jest najodpowiedniejszym środkiem smarnym dla przekładni. Stosuje się go najczęściej wtedy, gdy inne części maszyn są smarowane olejem, albo gdy obroty przekładni są za wysokie do zastosowania smaru.

Dobór oleju o odpowiedniej lepkości w zależności od średnicy podziałowej, prędkości obrotowej i temperatury pracy przekładni przedstawiono na wykresie. W tabeli zestawiono zalecane oleje. Olej powinien być wolny od kwasów i składników powodujących korozję, nie powinien tworzyć piany i powinien być odporny na starzenie.

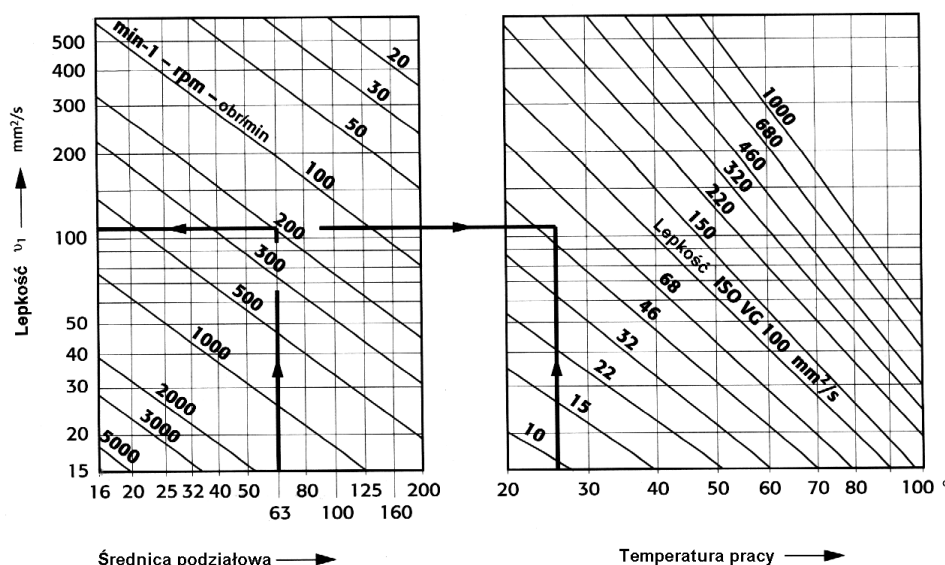
4.8 Uszkodzenia.

Uszkodzenia przekładni śrubowych tocnych mogą nastąpić w skutek:

- wykręcenia nakrętki poza gwint śruby
- wadliwego montażu
- ukrytych wad materiału
- przeciążenia
- zatarcia przez zanieczyszczenie itp.

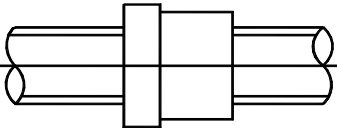
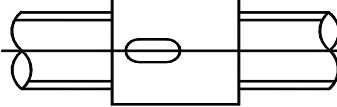
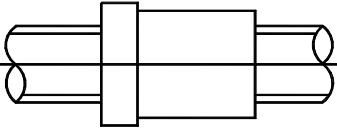
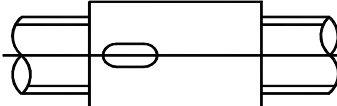
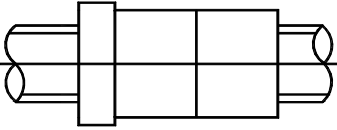
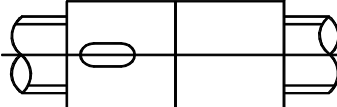
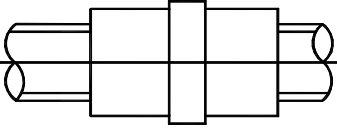
W żadnym z tych przypadków nie przewiduje się wymiany uszkodzonej części u użytkownika.

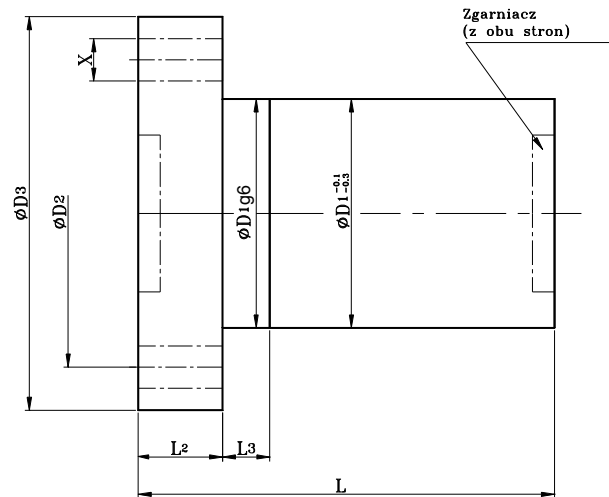
Nie przewiduje się również wymiany jakiegokolwiek części przekładni na skutek jej zużycia. Wyjątkiem od tej reguły mogą być tylko zgarniacze smaru.



Lepkość ISO	Gatunek DIN 1517	CASTROL	ELF	MOBIL
VG 68	CL 68 CLP 68	Hyspin AWS 68 Alpha SP 68	Polytelis 68 Moglia 68	Vactra Oil Heavy Medium Mobilgear 626/ Vactra Oil No.2
VG 100	CI 100 CLP 100	Hyspin AWS 100 Alpha SP 100	Polytelis 100 Moglia 100	Vactra Oil Heavy Mobilgear 627
VG 150	CL 150 CLP 150	Alpha SP 150 Alpha SP 150	Polytelis 150 Moglia 150	Vactra Oil Extra Heavy Mobilgear 627
VG 200	CL 220 CLP 220	Alpha SP 220 Alpha SP 220	Polytelis 220 Moglia 220	Mobil DTE Oil BB Mobilgear 626/ Vactra Oil No.4

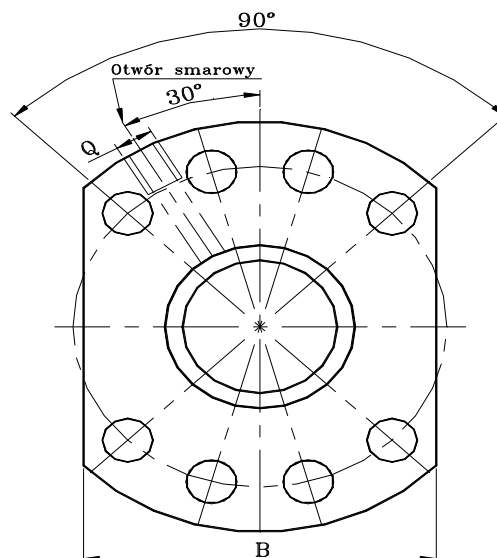
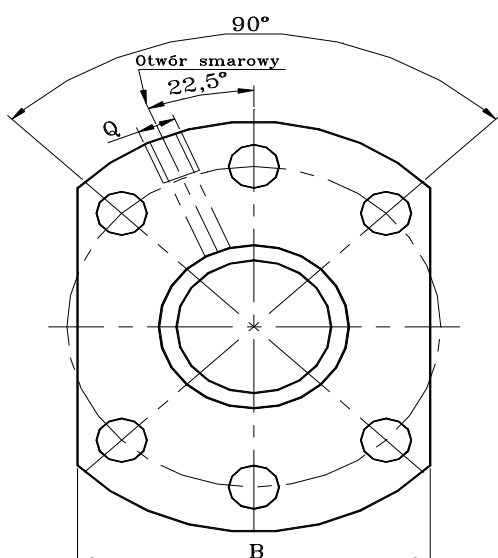
5.0 Zestawienie typowych nakrętek produkowanych przez FOP AVIA S.A.

Pojedyncza z luzem osiowym	K1  str. 19 - 22	C1  str. 35 - 38
Pojedyncza z napięciem wstępnym	K2  str. 23 - 26	C2  str. 39 - 42
Podwójna z napięciem wstępnym	K3  str. 27 - 30	C3  str. 43 - 46
	K4  str. 31 - 34	

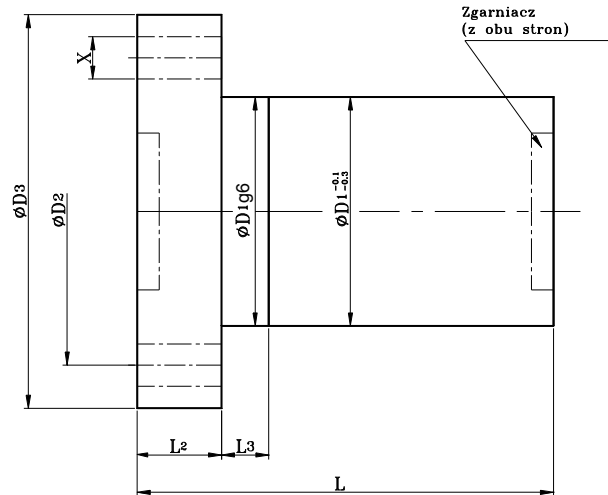
Typ K1


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba Obiegów	Nośność dynam. C [daN]	Nośność statycz. Co [daN]	Max. luz osiowy [mm]
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK1 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	0.02
3VNBK1 20x5				3	900	1780	
4VNBK1 20x5				4	1140	2390	
3VNBK1 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	
4VNBK1 25x5				4	1290	3200	
3VNBK1 25x6		6	3.969	3	1320	2820	
4VNBK1 25x6				4	1680	3810	
3VNBK1 25x10		10	3.969	3	1650	3260	
3VNBK1 32x5	32	5	3.175	3	1140	3250	
4VNBK1 32x5				4	1470	4240	
6VNBK1 32x5				6	2100	6400	
3VNBK1 32x6		6	3.969	3	1550	3890	
4VNBK1 32x6				4	1950	5800	
6VNBK1 32x6				6	2770	7900	
3VNBK1 32x8		8	5.556	3	1890	4340	
4VNBK1 32x8				4	2380	5680	
3VNBK1 32x10		10	6.0	3	2680	5490	
4VNBK1 32x10				4	3470	7180	
4VNBK1 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	
6VNBK1 40x5				6	2330	8020	
4VNBK1 40x6		6	3.969	4	2170	6670	
6VNBK1 40x6				6	3070	9700	
4VNBK1 40x8		8	5.556	4	2760	7900	
6VNBK1 40x8				6	3990	12600	
3VNBK1 40x10		10	6.0	3	3100	7270	
4VNBK1 40x10				4	3970	9650	
3VNBK1 40x12		12	6.0	3	3100	7270	
4VNBK1 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	
6VNBK1 50x5				6	2530	11400	
4VNBK1 50x6		6	3.969	4	2450	8370	
6VNBK1 50x6				6	3480	13100	
4VNBK1 50x8		8	5.556	4	3100	9650	
6VNBK1 50x8				6	4350	14450	

 $i = 6$ dla $d_0 \leq 32$; $i = 8$ dla $d_0 > 32$

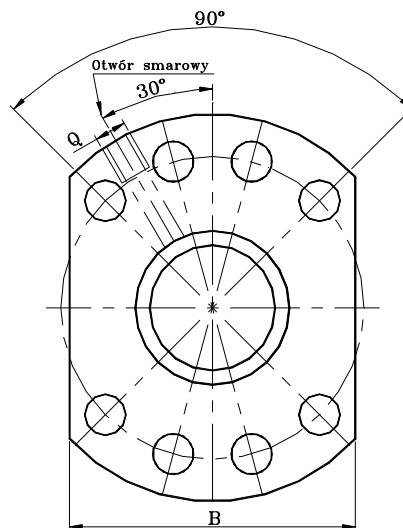
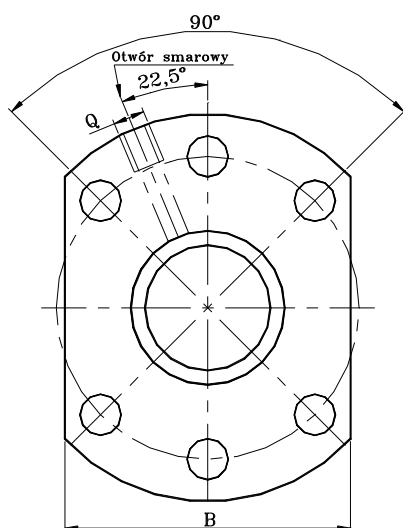


Nakrętka									Oznaczenie
D1	D2	D3	L	L2	L3	i * X	B	Q	
36	47	58	43	10	10	6.6	44	M6	3VNBK1 16x5
36	47	58	43	10	10	6.6	44	M6	3VNBK1 20x5
			48						4VNBK1 20x5
40	51	62	44	10	10	6.6	48	M6	3VNBK1 25x5
			49						4VNBK1 25x5
40	51	62	49	10	12	6.6	48	M6	3VNBK1 25x6
			55						4VNBK1 25x6
40	51	62	66	10	12	6.6	48	M6	3VNBK1 25x10
50	65	80	46	12	10	9	62	M6	3VNBK1 32x5
			52						4VNBK1 32x5
			62						6VNBK1 32x5
50	65	80	51	12	12	9	62	M6	3VNBK1 32x6
			57						4VNBK1 32x6
			70						6VNBK1 32x6
50	65	80	60	12	14	9	62	M6	3VNBK1 32x8
			71						4VNBK1 32x8
50	65	80	69	12	16	9	62	M6	3VNBK1 32x10
			80						4VNBK1 32x10
63	78	93	55	14	10	9	70	M8x1	4VNBK1 40x5
			65						6VNBK1 40x5
63	78	93	61	14	12	9	70	M8x1	4VNBK1 40x6
			73						6VNBK1 40x6
63	78	93	72	14	14	9	70	M8x1	4VNBK1 40x8
			89						6VNBK1 40x8
63	78	93	72	14	16	9	70	M8x1	3VNBK1 40x10
			83						4VNBK1 40x10
63	78	93	81	14	16	9	70	M8x1	3VNBK1 40x12
75	93	110	57	16	10	11	85	M8x1	4VNBK1 50x5
			67						6VNBK1 50x5
75	93	110	63	16	12	11	85	M8x1	4VNBK1 50x6
			75						6VNBK1 50x6
75	93	110	74	16	14	11	85	M8x1	4VNBK1 50x8
			91						6VNBK1 50x8

Typ K1


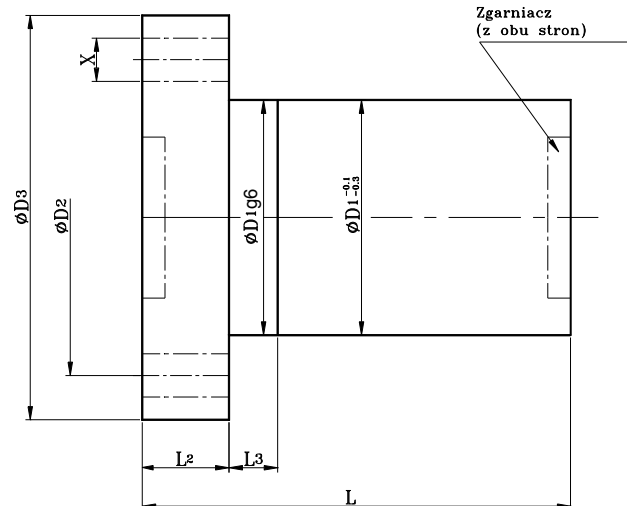
Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Max. luz osiowy [mm]
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK1 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	0.02
4VNBK1 50x10				4	4500	13700	
6VNBK1 50x10				6	6400	18800	
3VNBK1 50x12		12	6.0	3	3530	9450	
4VNBK1 50x12				4	4500	13700	
3VNBK1 50x20		20	7.938	3	4560	11200	
4VNBK1 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	
6VNBK1 63x6				6	3770	17000	
4VNBK1 63x8		8	5.556	4	3540	13200	
6VNBK1 63x8				6	4890	19020	
4VNBK1 63x10		10	6.0	4	5070	17900	
6VNBK1 63x10				6	7180	24900	
4VNBK1 63x12		12	7.938	4	6640	20100	
6VNBK1 63x12				6	9490	30600	
3VNBK1 63x20		20	9.525	3	8530	23650	
4VNBK1 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	
6VNBK1 80x10				6	8120	32500	
4VNBK1 80x12		12	7.938	4	7550	26120	
6VNBK1 80x12				6	10700	39200	
3VNBK1 80x16		16	9.525	3	7500	27450	
4VNBK1 80x16				4	12850	42600	
3VNBK1 80x20		20	9.525	3	9800	31900	
4VNBK1 80x20				4	12850	42600	

$i = 6$ dla $d_0 \leq 32$; $i = 8$ dla $d_0 > 32$

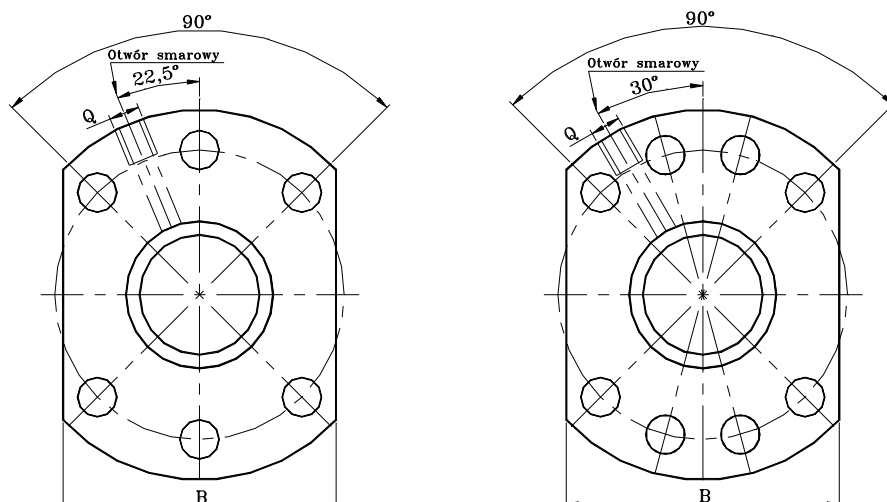


Nakrętka									Oznaczenie
D1	D2	D3	L	L2	L3	i * X	B	Q	
36	47	58	43	10	10	6.6	44	M6	3VNBK2 16x5
36	47	58	43	10	10	6.6	44	M6	3VNBK2 20x5
			48						4VNBK2 20x5
40	51	62	44	10	10	6.6	48	M6	3VNBK2 25x5
			49						4VNBK2 25x5
40	51	62	49	10	12	6.6	48	M6	3VNBK2 25x6
			55						4VNBK2 25x6
40	51	62	66	10	12	6.6	48	M6	3VNBK2 25x10
50	65	80	46	12	10	9	62	M6	3VNBK2 32x5
			52						4VNBK2 32x5
			62						6VNBK2 32x5
50	65	80	51	12	12	9	62	M6	3VNBK2 32x6
			57						4VNBK2 32x6
			70						6VNBK2 32x6
50	65	80	60	12	14	9	62	M6	3VNBK2 32x8
			71						4VNBK2 32x8
50	65	80	69	12	16	9	62	M6	3VNBK2 32x10
			80						4VNBK2 32x10
63	78	93	55	14	10	9	70	M8x1	4VNBK2 40x5
			65						6VNBK2 40x5
63	78	93	61	14	12	9	70	M8x1	4VNBK2 40x6
			73						6VNBK2 40x6
63	78	93	72	14	14	9	70	M8x1	4VNBK2 40x8
			89						6VNBK2 40x8
63	78	93	72	14	16	9	70	M8x1	3VNBK2 40x10
			83						4VNBK2 40x10
63	78	93	81	14	16	9	70	M8x1	3VNBK2 40x12
75	93	110	57	16	10	11	85	M8x1	4VNBK2 50x5
			67						6VNBK2 50x5
75	93	110	63	16	12	11	85	M8x1	4VNBK2 50x6
			75						6VNBK2 50x6
75	93	110	74	16	14	11	85	M8x1	4VNBK2 50x8
			91						6VNBK2 50x8

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

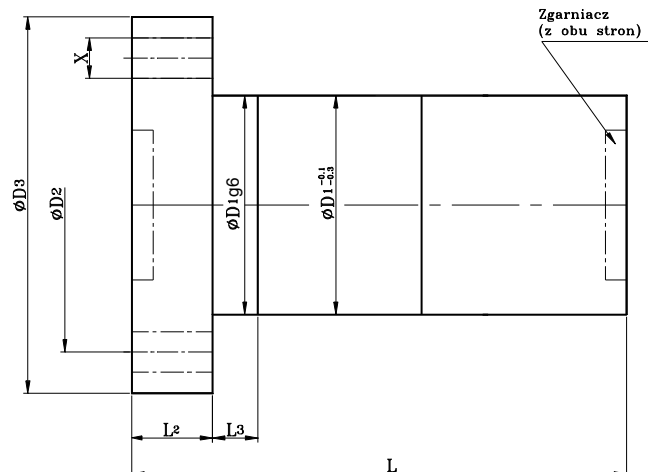
Typ K2


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kuli D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Sztywność $R[daN/\mu m]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK2 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	50
4VNBK2 50x10				4	4500	13700	63
6VNBK2 50x10				6	6400	18800	94
3VNBK2 50x12		12	6.0	3	3530	9450	50
4VNBK2 50x12				4	4500	13700	63
3VNBK2 50x20		20	7.938	3	4560	11200	47
4VNBK2 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	75
6VNBK2 63x6				6	3770	17000	113
4VNBK2 63x8		8	5.556	4	3540	13200	77
6VNBK2 63x8				6	4890	19020	114
4VNBK2 63x10		10	6.0	4	5070	17900	79
6VNBK2 63x10				6	7180	24900	115
4VNBK2 63x12		12	7.938	4	6640	20100	78
6VNBK2 63x12				6	9490	30600	113
3VNBK2 63x20		20	9.525	3	8530	23650	75
4VNBK2 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	96
6VNBK2 80x10				6	8120	32500	140
4VNBK2 80x12		12	7.938	4	7550	26120	97
6VNBK2 80x12				6	10700	39200	141
3VNBK2 80x16		16	9.525	3	7500	27450	95
4VNBK2 80x16				4	12850	42600	130
3VNBK2 80x20		20	9.525	3	9800	31900	95
4VNBK2 80x20				4	12850	42600	125

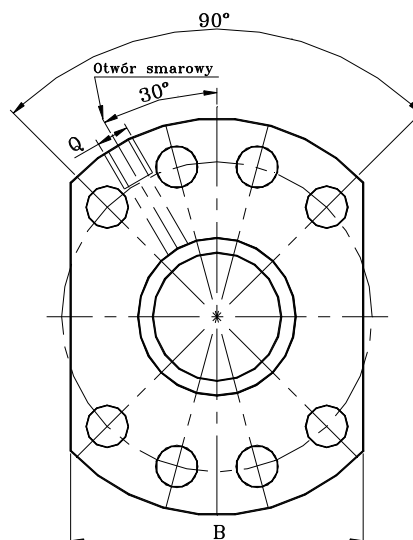
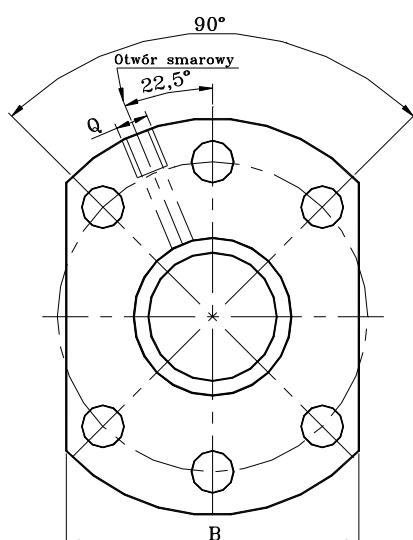


Nakrętka									Oznaczenie
D1	D2	D3	L	L2	L3	i * X	B	Q	
75	93	110	74	16	16	11	85	M8x1	3VNBK2 50x10
			85						4VNBK2 50x10
			106						6VNBK2 50x10
75	93	110	84	16	18	11	85	M8x1	3VNBK2 50x12
			97						4VNBK2 50x12
75	93	110	118	16	20	11	85	M8x1	3VNBK2 50x20
90	108	125	65	18	12	11	95	M8x1	4VNBK2 63x6
			77						6VNBK2 63x6
90	108	125	76	18	14	11	95	M8x1	4VNBK2 63x8
			93						6VNBK2 63x8
90	108	125	87	18	16	11	95	M8x1	4VNBK2 63x10
			108						6VNBK2 63x10
90	108	125	99	18	18	11	95	M8x1	4VNBK2 63x12
			124						6VNBK2 63x12
95	115	135	122	20	25	13.5	100	M8x1	3VNBK2 63x20
105	125	145	89	20	16	13.5	110	M8x1	4VNBK2 80x10
			110						6VNBK2 80x10
105	125	145	101	20	18	13.5	110	M8x1	4VNBK2 80x12
			126						6VNBK2 80x12
125	145	165	117	25	22	13.5	130	M8x1	3VNBK2 80x16
			129						4VNBK2 80x16
125	145	165	129	25	25	13.5	130	M8x1	3VNBK2 80x20
			151						4VNBK2 80x20

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

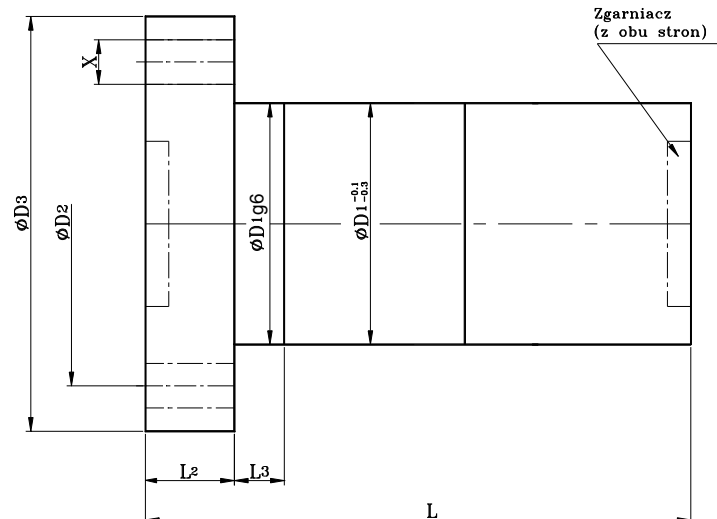
Typ K3


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. C [daN]	Nośność statycz. Co [daN]	Sztywność R [daN/ μ m]
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK3 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	20
3VNBK3 20x5	20	5	3.0	3	900	1780	39
4VNBK3 20x5				4	1140	2390	52
3VNBK3 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	49
4VNBK3 25x5				4	1290	3200	64
3VNBK3 25x6		6	3.969	3	1320	2820	48
4VNBK3 25x6				4	1680	3810	64
3VNBK3 25x10		10	3.969	3	1650	3260	49
3VNBK3 32x5	32	5	3.175	3	1140	3250	61
4VNBK3 32x5				4	1470	4240	80
6VNBK3 32x5				6	2100	6400	118
3VNBK3 32x6		6	3.969	3	1550	3890	62
4VNBK3 32x6				4	1950	5800	82
6VNBK3 32x6				6	2770	7900	121
3VNBK3 32x8		8	5.556	3	1890	4340	60
4VNBK3 32x8				4	2380	5680	79
3VNBK3 32x10		10	6.0	3	2680	5490	60
4VNBK3 32x10				4	3470	7180	79
4VNBK3 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	98
6VNBK3 40x5				6	2330	8020	144
4VNBK3 40x6		6	3.969	4	2170	6670	99
6VNBK3 40x6				6	3070	9700	146
4VNBK3 40x8		8	5.556	4	2760	7900	101
6VNBK3 40x8				6	3990	12600	148
3VNBK3 40x10		10	6.0	3	3100	7270	75
4VNBK3 40x10				4	3970	9650	99
3VNBK3 40x12		12	6.0	3	3100	7270	75
4VNBK3 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	119
6VNBK3 50x5				6	2530	11400	175
4VNBK3 50x6		6	3.969	4	2450	8370	121
6VNBK3 50x6				6	3480	13100	178
4VNBK3 50x8		8	5.556	4	3100	9650	121
6VNBK3 50x8				6	4350	14450	177



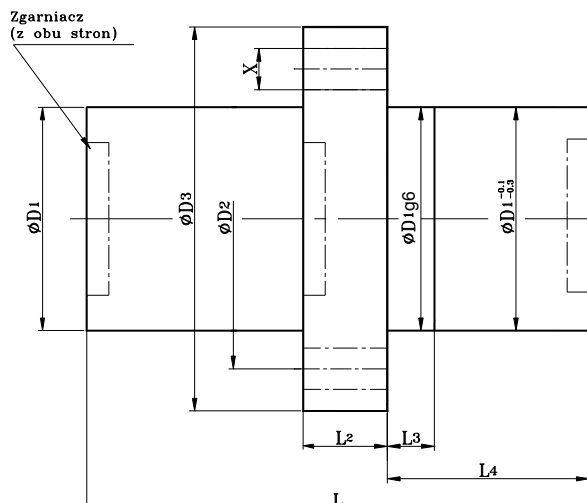
Nakrętka									Oznaczenie
D1	D2	D3	L	L2	L3	i * X	B	Q	
36	47	58	81	10	10	6.6	44	M6	3VNBK3 16x5
36	47	58	81	10	10	6.6	44	M6	3VNBK3 20x5
			91						4VNBK3 20x5
40	51	62	83	10	10	6.6	48	M6	3VNBK3 25x5
			93						4VNBK3 25x5
40	51	62	93	10	12	6.6	48	M6	3VNBK3 25x6
			106						4VNBK3 25x6
40	51	62	127	10	12	6.6	48	M6	3VNBK3 25x10
50	65	80	86	12	10	9	62	M6	3VNBK3 32x5
			97						4VNBK3 32x5
			118						6VNBK3 32x5
50	65	80	95	12	12	9	62	M6	3VNBK3 32x6
			108						4VNBK3 32x6
			133						6VNBK3 32x6
50	65	80	114	12	14	9	62	M6	3VNBK3 32x8
			133						4VNBK3 32x8
50	65	80	132	12	16	9	62	M6	3VNBK3 32x10
			154						4VNBK3 32x10
63	78	93	102	14	10	9	70	M8x1	4VNBK3 40x5
			123						6VNBK3 40x5
63	78	93	114	14	12	9	70	M8x1	4VNBK3 40x6
			138						6VNBK3 40x6
63	78	93	136	14	14	9	70	M8x1	4VNBK3 40x8
			170						6VNBK3 40x8
63	78	93	137	14	16	9	70	M8x1	3VNBK3 40x10
			159						4VNBK3 40x10
63	78	93	155	14	16	9	70	M8x1	3VNBK3 40x12
75	93	110	104	16	10	11	85	M8x1	4VNBK3 50x5
			125						6VNBK3 50x5
75	93	110	116	16	12	11	85	M8x1	4VNBK3 50x6
			140						6VNBK3 50x6
75	93	110	138	16	14	11	85	M8x1	4VNBK3 50x8
			172						6VNBK3 50x8

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

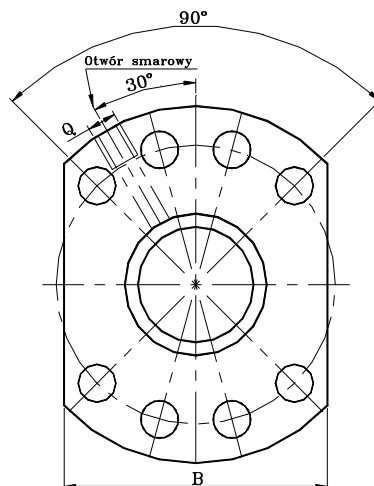
Typ K3


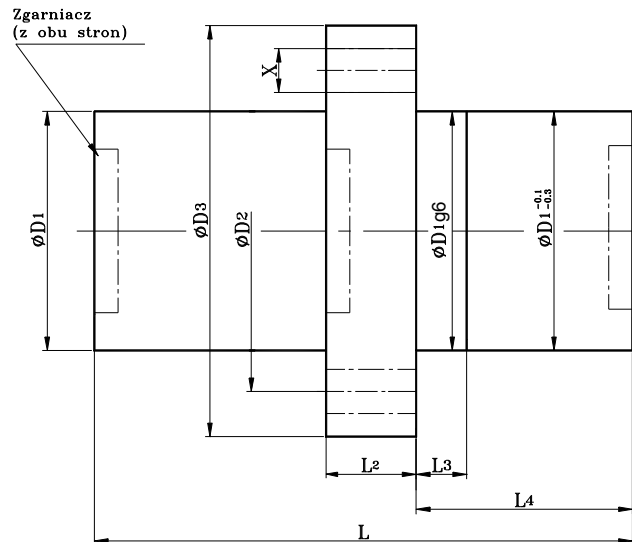
Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[\text{daN}]$	Nośność statycz. $C_0[\text{daN}]$	Sztywność $R[\text{daN}/\mu\text{m}]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK3 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	93
4VNBK3 50x10				4	4500	13700	122
6VNBK3 50x10				6	6400	18800	180
3VNBK3 50x12		12	6.0	3	3530	9450	92
4VNBK3 50x12				4	4500	13700	122
3VNBK3 50x20		20	7.938	3	4560	11200	92
4VNBK3 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	146
6VNBK3 63x6				6	3770	17000	215
4VNBK3 63x8		8	5.556	4	3540	13200	149
6VNBK3 63x8				6	4890	19020	220
4VNBK3 63x10		10	6.0	4	5070	17900	154
6VNBK3 63x10				6	7180	24900	226
4VNBK3 63x12		12	7.938	4	6640	20100	151
6VNBK3 63x12				6	9490	30600	222
3VNBK3 63x20		20	9.525	3	8530	23650	147
4VNBK3 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	187
6VNBK3 80x10				6	8120	32500	275
4VNBK3 80x12		12	7.938	4	7550	26120	189
6VNBK3 80x12				6	10700	39200	278
3VNBK3 80x16		16	9.525	3	7500	27450	187
4VNBK3 80x16				4	12850	42600	246
3VNBK3 80x20		20	9.525	3	9800	31900	187
4VNBK3 80x20				4	12850	42600	246

30

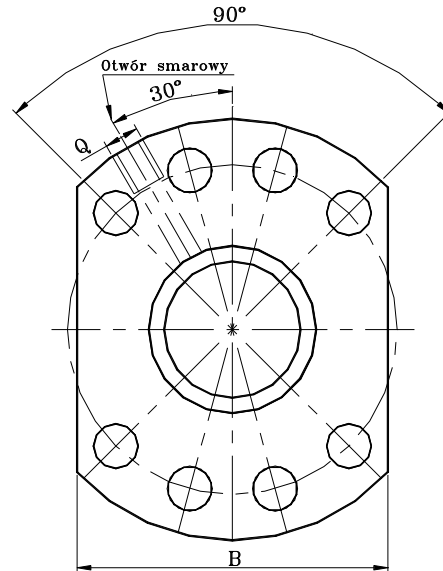
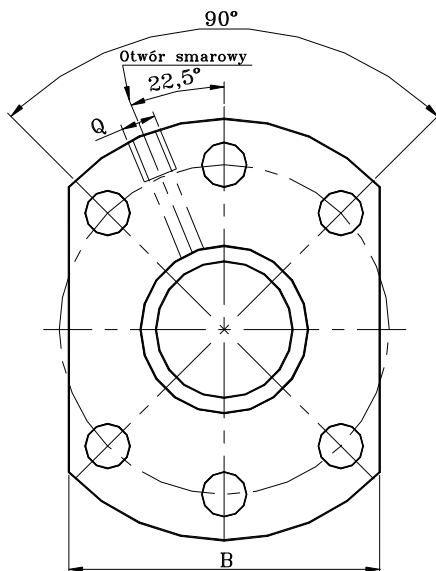
Typ K4


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. C [daN]	Nośność statycz. Co [daN]	Sztywność R [daN/ μ m]
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK4 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	20
3VNBK4 20x5	20	5	3.0	3	900	1780	39
4VNBK4 20x5				4	1140	2390	52
3VNBK4 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	49
4VNBK4 25x5				4	1290	3200	64
3VNBK4 25x6		6	3.969	3	1320	2820	48
4VNBK4 25x6				4	1680	3810	64
3VNBK4 25x10		10	3.969	3	1650	3260	49
3VNBK4 32x5	32	5	3.175	3	1140	3250	61
4VNBK4 32x5				4	1470	4240	80
6VNBK4 32x5				6	2100	6400	118
3VNBK4 32x6		6	3.969	3	1550	3890	62
4VNBK4 32x6				4	1950	5800	82
6VNBK4 32x6				6	2770	7900	121
3VNBK4 32x8		8	5.556	3	1890	4340	60
4VNBK4 32x8				4	2380	5680	79
3VNBK4 32x10		10	6.0	3	2680	5490	60
4VNBK4 32x10				4	3470	7180	79
4VNBK4 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	98
6VNBK4 40x5				6	2330	8020	144
4VNBK4 40x6		6	3.969	4	2170	6670	99
6VNBK4 40x6				6	3070	9700	146
4VNBK4 40x8		8	5.556	4	2760	7900	101
6VNBK4 40x8				6	3990	12600	148
3VNBK4 40x10		10	6.0	3	3100	7270	75
4VNBK4 40x10				4	3970	9650	99
3VNBK4 40x12		12	6.0	3	3100	7270	75
4VNBK4 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	119
6VNBK4 50x5				6	2530	11400	175
4VNBK4 50x6		6	3.969	4	2450	8370	121
6VNBK4 50x6				6	3480	13100	178
4VNBK4 50x8		8	5.556	4	3100	9650	121
6VNBK4 50x8				6	4350	14450	177


$$i = 6 \text{ dla } d_0 \leq 32 ; i = 8 \text{ dla } d_0 > 32$$

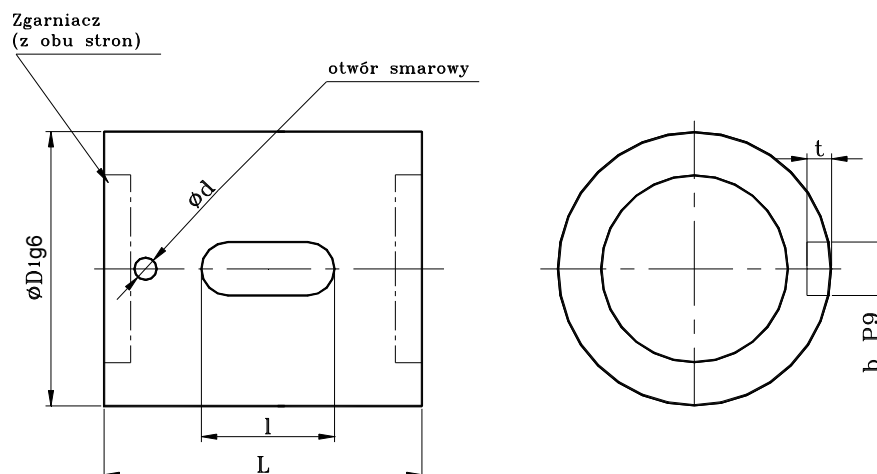
Typ K4


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[\text{daN}]$	Nośność statycz. $C_0[\text{daN}]$	Sztywność $R[\text{daN}/\mu\text{m}]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBK4 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	93
4VNBK4 50x10				4	4500	13700	122
6VNBK4 50x10				6	6400	18800	180
3VNBK4 50x12		12	6.0	3	3530	9450	92
4VNBK4 50x12				4	4500	13700	122
3VNBK4 50x20		20	7.938	3	4560	11200	92
4VNBK4 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	146
6VNBK4 63x6				6	3770	17000	215
4VNBK4 63x8		8	5.556	4	3540	13200	149
6VNBK4 63x8				6	4890	19020	220
4VNBK4 63x10		10	6.0	4	5070	17900	154
6VNBK4 63x10				6	7180	24900	226
4VNBK4 63x12		12	7.938	4	6640	20100	151
6VNBK4 63x12				6	9490	30600	222
3VNBK4 63x20		20	9.525	3	8530	23650	147
4VNBK4 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	187
6VNBK4 80x10				6	8120	32500	275
4VNBK4 80x12		12	7.938	4	7550	26120	189
6VNBK4 80x12				6	10700	39200	278
3VNBK4 80x16		16	9.525	3	7500	27450	187
4VNBK4 80x16				4	12850	42600	246
3VNBK4 80x20		20	9.525	3	9800	31900	187
4VNBK4 80x20				4	12850	42600	246

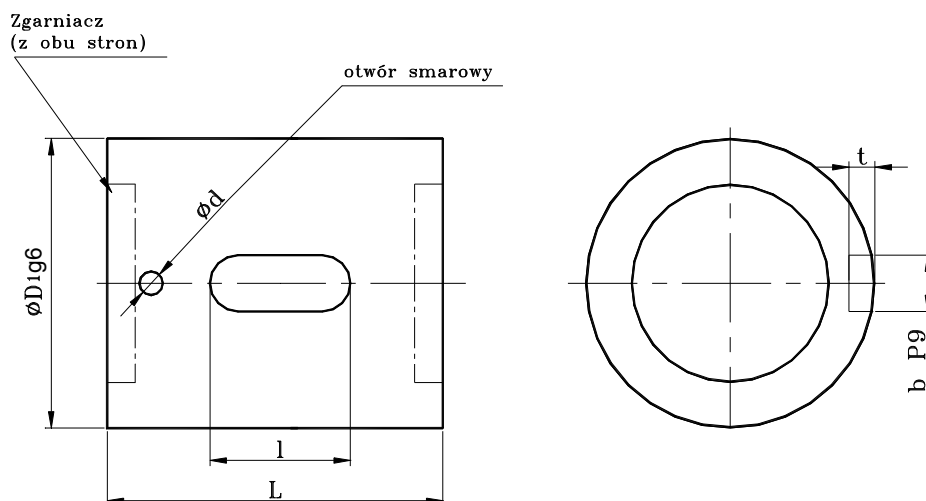


Nakrętka										Oznaczenie
D1	D2	D3	L	L2	L3	L4	i * X	B	Q	
75	93	110	139	16	16	58	11	85	M8x1	3VNBK4 50x10
			161			69				4VNBK4 50x10
			203			90				6VNBK4 50x10
75	93	110	158	16	18	68	11	85	M8x1	3VNBK4 50x12
			184			81				4VNBK4 50x12
75	93	110	230	16	20	106	11	85	M8x1	3VNBK4 50x20
90	108	125	118	18	12	47	11	95	M8x1	4VNBK4 63x6
			142			59				6VNBK4 63x6
90	108	125	140	18	14	58	11	95	M8x1	4VNBK4 63x8
			174			75				6VNBK4 63x8
90	108	125	163	18	16	69	11	95	M8x1	4VNBK4 63x10
			205			90				6VNBK4 63x10
90	108	125	186	18	18	81	11	95	M8x1	4VNBK4 63x12
			236			106				6VNBK4 63x12
95	115	135	234	20	25	102	13.5	100	M8x1	3VNBK4 63x20
105	125	145	165	20	16	69	13.5	110	M8x1	4VNBK4 80x10
			207			90				6VNBK4 80x10
105	125	145	188	20	18	81	13.5	110	M8x1	4VNBK4 80x12
			238			106				6VNBK4 80x12
125	145	165	215	25	22	92	13.5	130	M8x1	3VNBK4 80x16
			239			104				4VNBK4 80x16
125	145	165	241	25	25	104	13.5	130	M8x1	3VNBK4 80x20
			284			126				4VNBK4 80x20

$i = 6$ dla $d_0 \leq 32$; $i = 8$ dla $d_0 > 32$

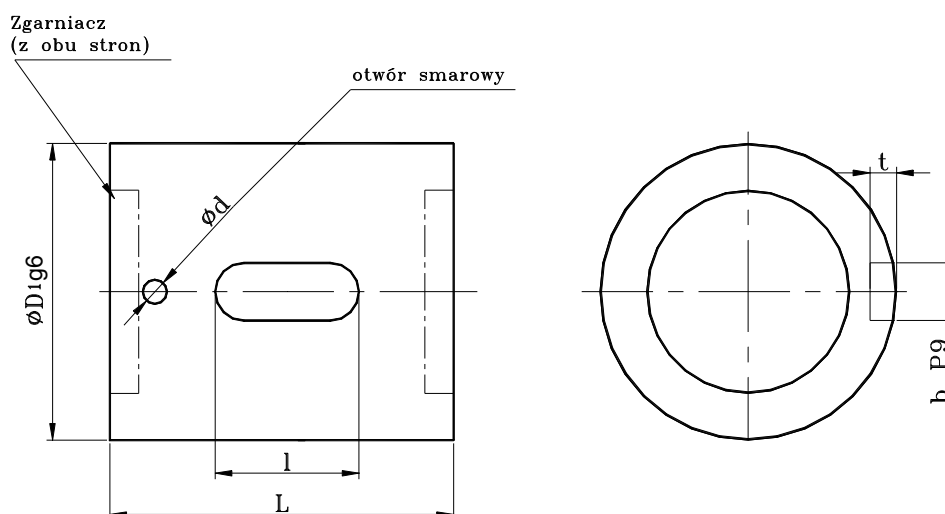
Typ C1


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D _k	Liczba Obiegów	Nośność dynam.	Nośność statycz.	Max. luz osiowy [mm]
	Średnica podział. d ₀	Skok p			C[daN]	Co[daN]	
3VNBC1 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	0.02
3VNBC1 20x5				3	900	1780	
4VNBC1 20x5				4	1140	2390	
3VNBC1 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	
4VNBC1 25x5				4	1290	3200	
3VNBC1 25x6		6	3.969	3	1320	2820	
4VNBC1 25x6				4	1680	3810	
3VNBC1 25x10		10	3.969	3	1650	3260	
3VNBC1 32x5	32	5	3.175	3	1140	3250	
4VNBC1 32x5				4	1470	4240	
6VNBC1 32x5				6	2100	6400	
3VNBC1 32x6		6	3.969	3	1550	3890	
4VNBC1 32x6				4	1950	5800	
6VNBC1 32x6				6	2770	7900	
3VNBC1 32x8		8	5.556	3	1890	4340	
4VNBC1 32x8				4	2380	5680	
3VNBC1 32x10		10	6.0	3	2680	5490	
4VNBC1 32x10				4	3470	7180	
4VNBC1 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	
6VNBC1 40x5				6	2330	8020	
4VNBC1 40x6		6	3.969	4	2170	6670	
6VNBC1 40x6				6	3070	9700	
4VNBC1 40x8		8	5.556	4	2760	7900	
6VNBC1 40x8				6	3990	12600	
3VNBC1 40x10		10	6.0	3	3100	7270	
4VNBC1 40x10				4	3970	9650	
3VNBC1 40x12		12		3	3100	7270	
4VNBC1 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	
6VNBC1 50x5				6	2530	11400	
4VNBC1 50x6		6	3.969	4	2450	8370	
6VNBC1 50x6				6	3480	13100	
4VNBC1 50x8		8	5.556	4	3100	9650	
6VNBC1 50x8				6	4350	14450	

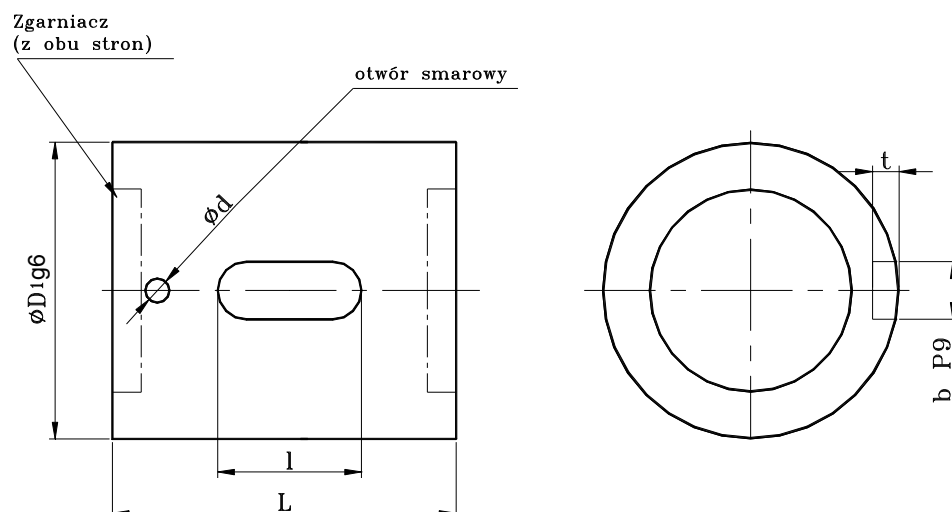


Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
36	38	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC1 16x5
36	38	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC1 20x5
	43			4VNBC1 20x5
40	39	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC1 25x5
	44			4VNBC1 25x5
40	44	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC1 25x6
	51			4VNBC1 25x6
40	61	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC1 25x10
50	40	4	5 * 3 * 12	3VNBC1 32x5
	45			4VNBC1 32x5
	56			6VNBC1 32x5
50	44	4	5 * 3 * 12	3VNBC1 32x6
	51			4VNBC1 32x6
	63			6VNBC1 32x6
50	54	4	5 * 3 * 20	3VNBC1 32x8
	62			4VNBC1 32x8
50	63	4	5 * 3 * 20	3VNBC1 32x10
	74			4VNBC1 32x10
63	47	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC1 40x5
	58			6VNBC1 40x5
63	53	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC1 40x6
	65			6VNBC1 40x6
63	64	4	6 * 3.5 * 25	4VNBC1 40x8
	81			6VNBC1 40x8
63	65	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC1 40x10
	76			4VNBC1 40x10
63	74	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC1 40x12
75	47	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC1 50x5
	58			6VNBC1 50x5
75	53	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC1 50x6
	65			6VNBC1 50x6
75	64	4	6 * 3.5 * 28	4VNBC1 50x8
	81			6VNBC1 50x8

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

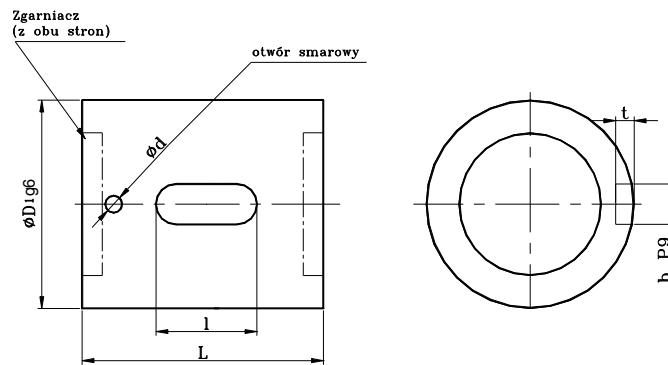
Typ C1


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Max. luz osiowy [mm]
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBC1 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	0.02
4VNBC1 50x10				4	4500	13700	
6VNBC1 50x10				6	6400	18800	
3VNBC1 50x12		12	6.0	3	3530	9450	
4VNBC1 50x12				4	4500	13700	
3VNBC1 50x20		20	7.938	3	4560	11200	
4VNBC1 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	
6VNBC1 63x6		8	5.556	6	3770	17000	
4VNBC1 63x8				4	3540	13200	
6VNBC1 63x8		10	6.0	6	4890	19020	
4VNBC1 63x10				4	5070	17900	
6VNBC1 63x10		12	7.938	6	7180	24900	
4VNBC1 63x12				4	6640	20100	
6VNBC1 63x12		20	9.525	6	9490	30600	
3VNBC1 63x20				3	8530	23650	
4VNBC1 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	
6VNBC1 80x10				6	8120	32500	
4VNBC1 80x12		12	7.938	4	7550	26120	
6VNBC1 80x12				6	10700	39200	
3VNBC1 80x16		16	9.525	3	7500	27450	
4VNBC1 80x16				4	12850	42600	
3VNBC1 80x20		20	9.525	3	9800	31900	
4VNBC1 80x20				4	12850	42600	

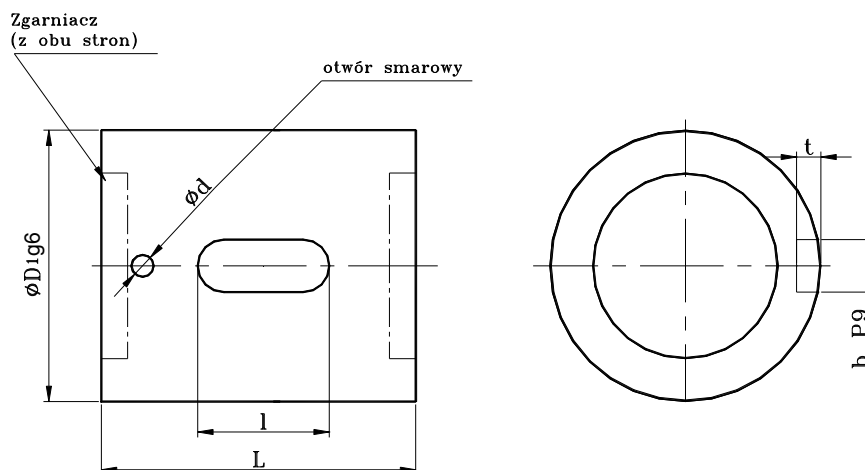


Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
75	65	4	6 * 3.5 * 28	3VNBC1 50x10
	76			4VNBC1 50x10
	97			6VNBC1 50x10
75	74	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC1 50x12
	87			4VNBC1 50x12
75	112	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC1 50x20
90	53	5	8 * 4 * 28	4VNBC1 63x6
	65			6VNBC1 63x6
90	64	5	8 * 4 * 28	4VNBC1 63x8
	81			6VNBC1 63x8
90	76	5	8 * 4 * 28	4VNBC1 63x10
	97			6VNBC1 63x10
90	87	5	8 * 4 * 32	4VNBC1 63x12
	112			6VNBC1 63x12
95	112	5	8 * 4 * 50	3VNBC1 63x20
105	76	5	10 * 4.5 * 28	4VNBC1 80x10
	97			6VNBC1 80x10
105	87	5	10 * 4.5 * 32	4VNBC1 80x12
	112			6VNBC1 80x12
125	98	5	10 * 4.5 * 40	3VNBC1 80x16
	110			4VNBC1 80x16
125	112	5	10 * 4.5 * 50	3VNBC1 80x20
	133			4VNBC1 80x20

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

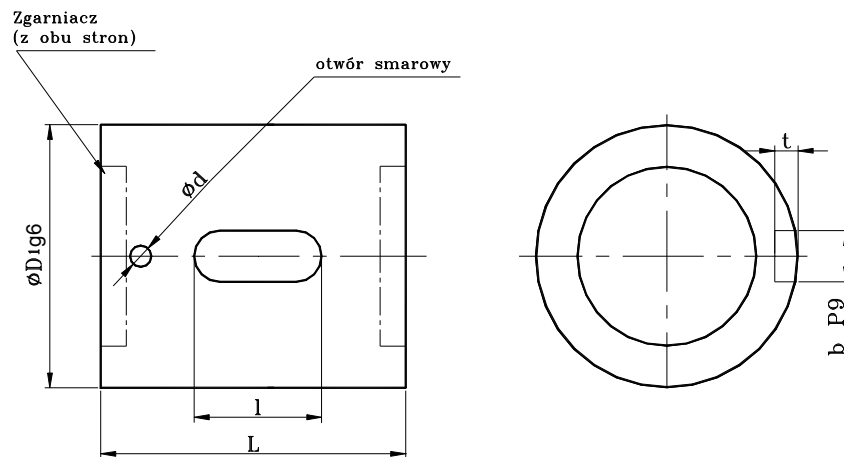
Typ C2


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba Obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Sztywność $R[daN/\mu m]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBC2 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	11
3VNBC2 20x5	20	5	3.0	3	900	1780	20
4VNBC2 20x5				4	1140	2390	27
3VNBC2 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	28
4VNBC2 25x5				4	1290	3200	37
3VNBC2 25x6		6	3.969	3	1320	2820	28
4VNBC2 25x6				4	1680	3810	37
3VNBC2 25x10	32	10	3.969	3	1650	3260	25
3VNBC2 32x5		5	3.175	3	1140	3250	33
4VNBC2 32x5				4	1470	4240	42
6VNBC2 32x5				6	2100	6400	63
3VNBC2 32x6		6	3.969	3	1550	3890	33
4VNBC2 32x6				4	1950	5800	43
6VNBC2 32x6				6	2770	7900	65
3VNBC2 32x8		8	5.556	3	1890	4340	35
4VNBC2 32x8				4	2380	5680	47
3VNBC2 32x10		10	6.0	3	2680	5490	35
4VNBC2 32x10				4	3470	7180	48
4VNBC2 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	50
6VNBC2 40x5				6	2330	8020	74
4VNBC2 40x6		6	3.969	4	2170	6670	50
6VNBC2 40x6				6	3070	9700	74
4VNBC2 40x8		8	5.556	4	2760	7900	52
6VNBC2 40x8				6	3990	12600	76
3VNBC2 40x10		10	6.0	3	3100	7270	40
4VNBC2 40x10				4	3970	9650	51
3VNBC2 40x12		12		3	3100	7270	40
4VNBC2 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	62
6VNBC2 50x5				6	2530	11400	91
4VNBC2 50x6		6	3.969	4	2450	8370	62
6VNBC2 50x6				6	3480	13100	93
4VNBC2 50x8		8	5.556	4	3100	9650	62
6VNBC2 50x8				6	4350	14450	92

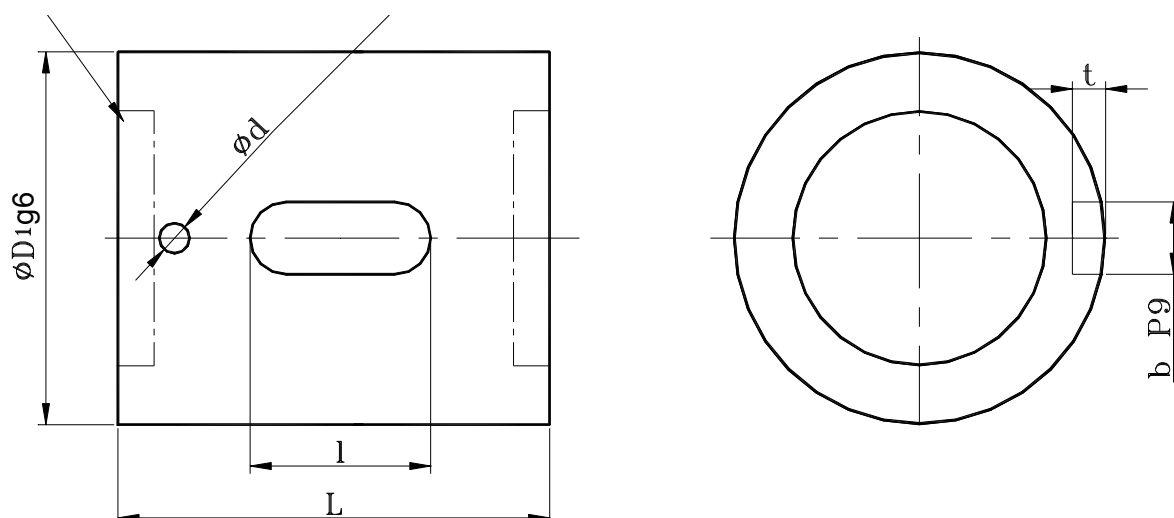


Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
36	38	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC2 16x5
36	38	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC2 20x5
	43			4VNBC2 20x5
40	39	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC2 25x5
	44			4VNBC2 25x5
40	44	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC2 25x6
	51			4VNBC2 25x6
40	61	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC2 25x10
50	40	4	5 * 3 * 12	3VNBC2 32x5
	45			4VNBC2 32x5
	56			6VNBC2 32x5
50	44	4	5 * 3 * 12	3VNBC2 32x6
	51			4VNBC2 32x6
	63			6VNBC2 32x6
50	54	4	5 * 3 * 20	3VNBC2 32x8
	62			4VNBC2 32x8
50	63	4	5 * 3 * 20	3VNBC2 32x10
	74			4VNBC2 32x10
63	47	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC2 40x5
	58			6VNBC2 40x5
63	53	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC2 40x6
	65			6VNBC2 40x6
63	64	4	6 * 3.5 * 25	4VNBC2 40x8
	81			6VNBC2 40x8
63	65	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC2 40x10
	76			4VNBC2 40x10
63	74	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC2 40x12
75	47	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC2 50x5
	58			6VNBC2 50x5
75	53	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC2 50x6
	65			6VNBC2 50x6
75	64	4	6 * 3.5 * 28	4VNBC2 50x8
	81			6VNBC2 50x8

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

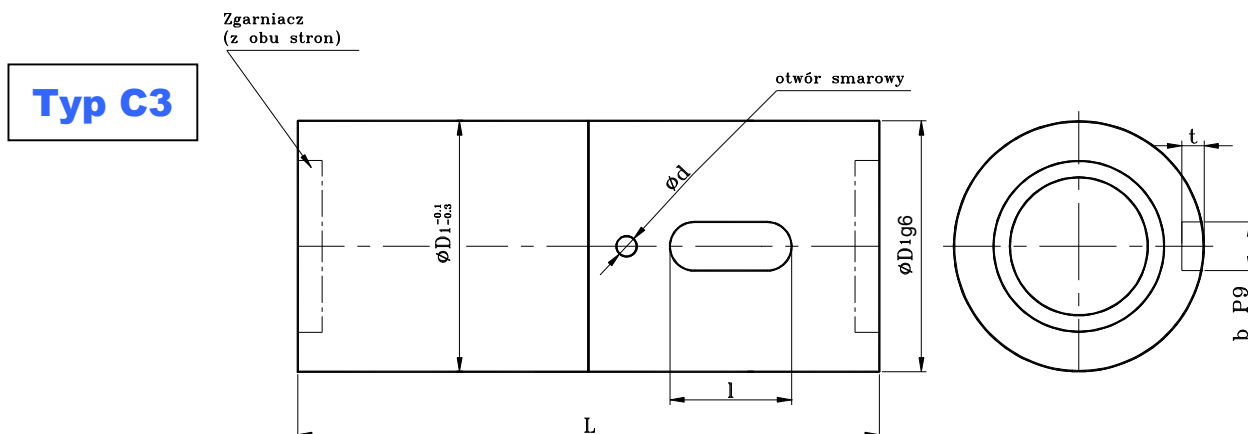
Typ C2


Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Sztywność $R[daN/\mu m]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBC2 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	50
4VNBC2 50x10				4	4500	13700	63
6VNBC2 50x10				6	6400	18800	94
3VNBC2 50x12		12	6.0	3	3530	9450	50
4VNBC2 50x12				4	4500	13700	63
3VNBC2 50x20		20	7.938	3	4560	11200	47
4VNBC2 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	75
6VNBC2 63x6				6	3770	17000	113
4VNBC2 63x8		8	5.556	4	3540	13200	77
6VNBC2 63x8				6	4890	19020	114
4VNBC2 63x10		10	6.0	4	5070	17900	79
6VNBC2 63x10				6	7180	24900	115
4VNBC2 63x12		12	7.938	4	6640	20100	78
6VNBC2 63x12				6	9490	30600	113
3VNBC2 63x20		20	9.525	3	8530	23650	75
4VNBC2 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	96
6VNBC2 80x10				6	8120	32500	140
4VNBC2 80x12		12	7.938	4	7550	26120	97
6VNBC2 80x12				6	10700	39200	141
3VNBC2 80x16		16	9.525	3	7500	27450	95
4VNBC2 80x16				4	12850	42600	130
3VNBC2 80x20		20	9.525	3	9800	31900	95
4VNBC2 80x20				4	12850	42600	125

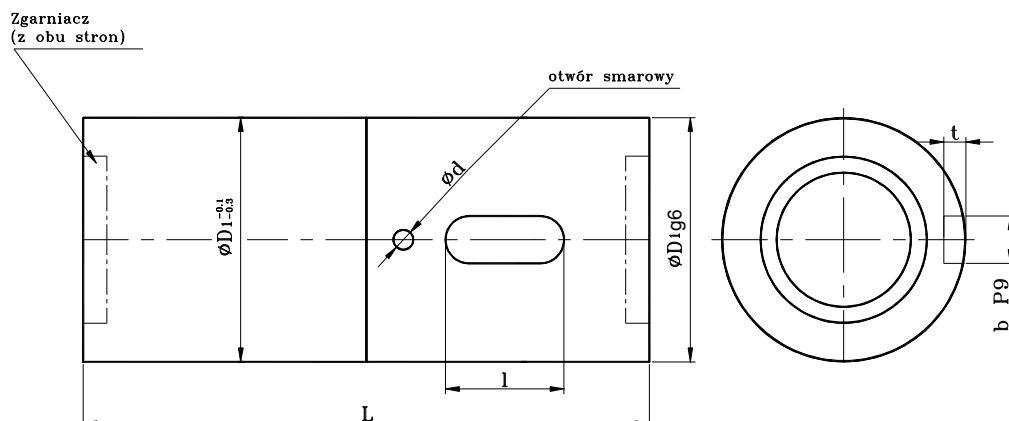


Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
75	65	4	6 * 3.5 * 28	3VNBC2 50x10
	76			4VNBC2 50x10
	97			6VNBC2 50x10
75	74	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC2 50x12
	87			4VNBC2 50x12
75	112	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC2 50x20
90	53	5	8 * 4 * 28	4VNBC2 63x6
	65			6VNBC2 63x6
90	64	5	8 * 4 * 28	4VNBC2 63x8
	81			6VNBC2 63x8
90	76	5	8 * 4 * 28	4VNBC2 63x10
	97			6VNBC2 63x10
90	87	5	8 * 4 * 32	4VNBC2 63x12
	112			6VNBC2 63x12
95	112	5	8 * 4 * 50	3VNBC2 63x20
105	76	5	10 * 4.5 * 28	4VNBC2 80x10
	97			6VNBC2 80x10
105	87	5	10 * 4.5 * 32	4VNBC2 80x12
	112			6VNBC2 80x12
125	98	5	10 * 4.5 * 40	3VNBC2 80x16
	110			4VNBC2 80x16
125	112	5	10 * 4.5 * 50	3VNBC2 80x20
	133			4VNBC2 80x20

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$



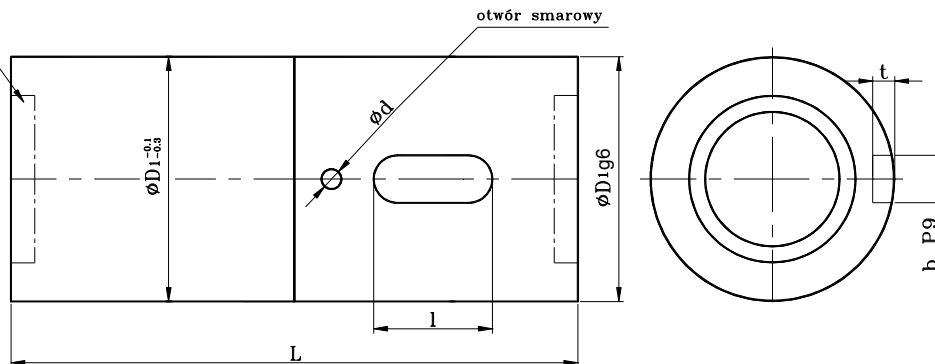
Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba Obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Sztywność $R[daN/\mu m]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBC3 16x5	16	5	3.0	3	740	1250	20
3VNBC3 20x5	20	5	3.0	3	900	1780	39
4VNBC3 20x5				4	1140	2390	52
3VNBC3 25x5	25	5	3.175	3	1100	2350	49
4VNBC3 25x5				4	1290	3200	64
3VNBC3 25x6		6	3.969	3	1320	2820	48
4VNBC3 25x6				4	1680	3810	64
3VNBC3 25x10		10	3.969	3	1650	3260	49
3VNBC3 32x5	32	5	3.175	3	1140	3250	61
4VNBC3 32x5				4	1470	4240	80
6VNBC3 32x5				6	2100	6400	118
3VNBC3 32x6		6	3.969	3	1550	3890	62
4VNBC3 32x6				4	1950	5800	82
6VNBC3 32x6				6	2770	7900	121
3VNBC3 32x8		8	5.556	3	1890	4340	60
4VNBC3 32x8				4	2380	5680	79
3VNBC3 32x10		10	6.0	3	2680	5490	60
4VNBC3 32x10				4	3470	7180	79
4VNBC3 40x5	40	5	3.175	4	1640	5380	98
6VNBC3 40x5				6	2330	8020	144
4VNBC3 40x6		6	3.969	4	2170	6670	99
6VNBC3 40x6				6	3070	9700	146
4VNBC3 40x8		8	5.556	4	2760	7900	101
6VNBC3 40x8				6	3990	12600	148
3VNBC3 40x10		10	6.0	3	3100	7270	75
4VNBC3 40x10				4	3970	9650	99
3VNBC3 40x12		12		3	3100	7270	75
4VNBC3 50x5	50	5	3.175	4	1780	7200	119
6VNBC3 50x5				6	2530	11400	175
4VNBC3 50x6		6	3.969	4	2450	8370	121
6VNBC3 50x6				6	3480	13100	178
4VNBC3 50x8		8	5.556	4	3100	9650	121
6VNBC3 50x8				6	4350	14450	177



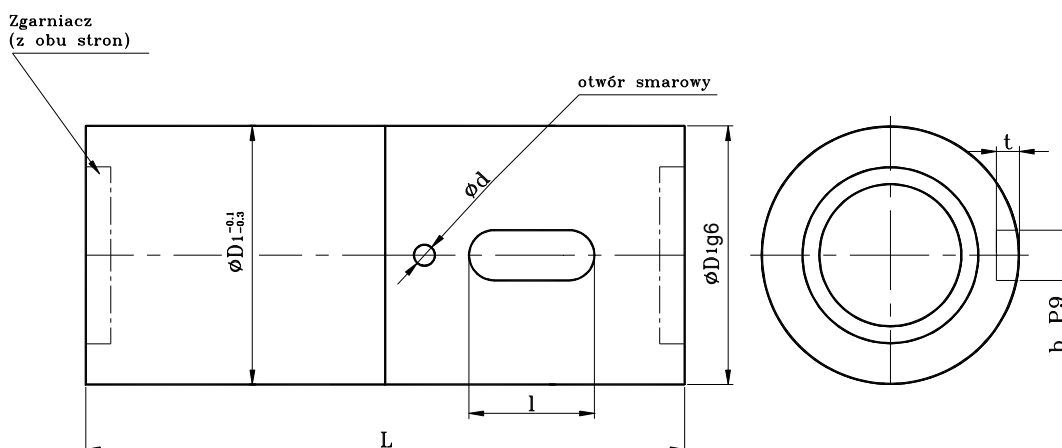
Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
36	76	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC3 16x5
36	76	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC3 20x5
	86			4VNBC3 20x5
40	78	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC3 25x5
	88			4VNBC3 25x5
40	88	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC3 25x6
	102			4VNBC3 25x6
40	122	3	4 * 2.5 * 12	3VNBC3 25x10
50	80	4	5 * 3 * 12	3VNBC3 32x5
	90			4VNBC3 32x5
	112			6VNBC3 32x5
50	88	4	5 * 3 * 12	3VNBC3 32x6
	102			4VNBC3 32x6
	126			6VNBC3 32x6
50	108	4	5 * 3 * 20	3VNBC3 32x8
	124			4VNBC3 32x8
50	126	4	5 * 3 * 20	3VNBC3 32x10
	148			4VNBC3 32x10
63	94	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC3 40x5
	116			6VNBC3 40x5
63	106	4	6 * 3.5 * 16	4VNBC3 40x6
	130			6VNBC3 40x6
63	128	4	6 * 3.5 * 25	4VNBC3 40x8
	162			6VNBC3 40x8
63	130	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC3 40x10
	152			4VNBC3 40x10
63	148	4	6 * 3.5 * 25	3VNBC3 40x12
75	94	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC3 50x5
	116			6VNBC3 50x5
75	106	4	6 * 3.5 * 18	4VNBC3 50x6
	130			6VNBC3 50x6
75	128	4	6 * 3.5 * 28	4VNBC3 50x8
	162			6VNBC3 50x8

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$

Typ C3

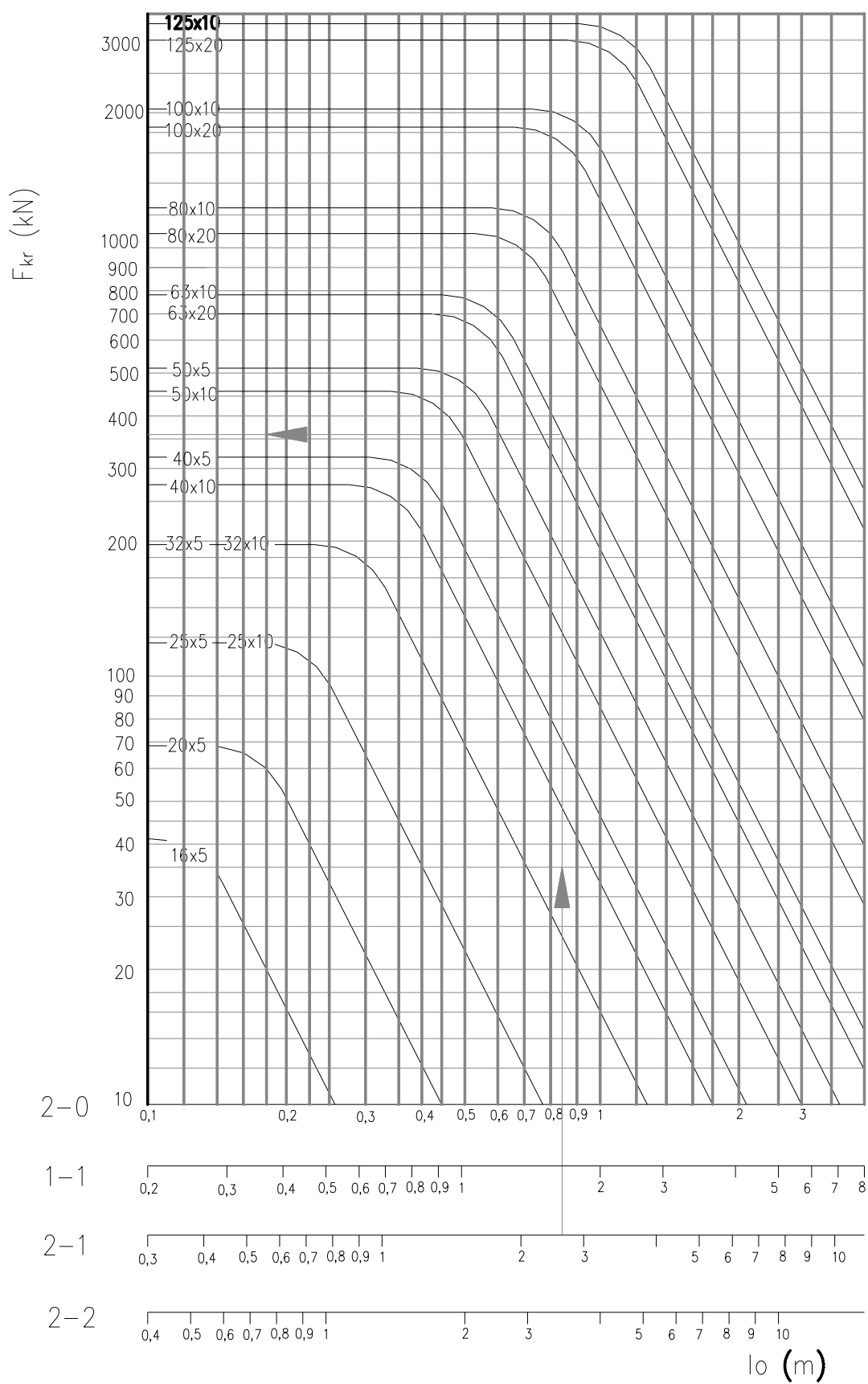
 Zgarniacz
(z obu stron)


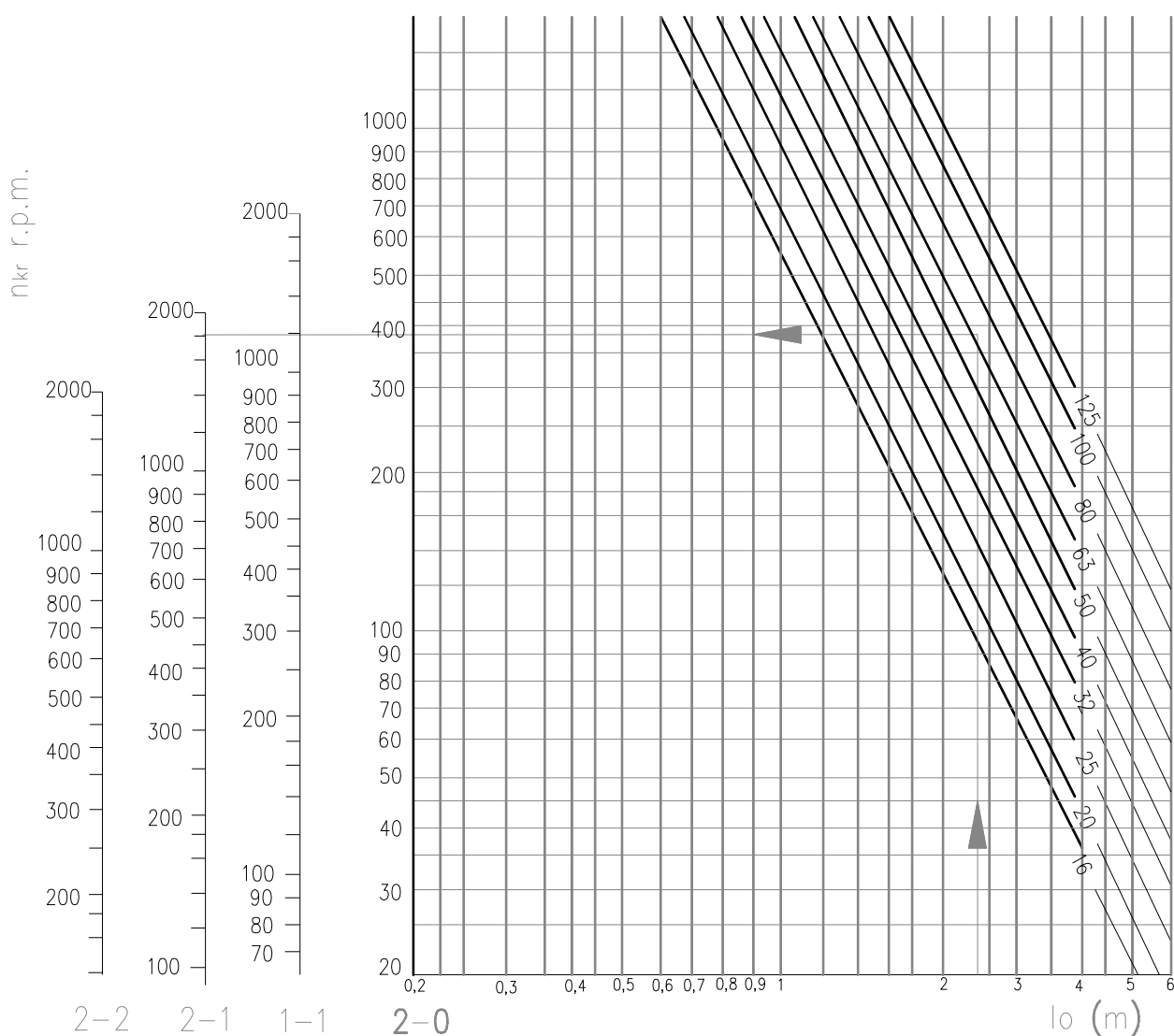
Oznaczenie	Wymiary gwintu		Średnica kulki D_k	Liczba obiegów	Nośność dynam. $C[daN]$	Nośność statycz. $Co[daN]$	Sztywność $R[daN/\mu m]$
	Średnica podział. d_0	Skok p					
3VNBC3 50x10	50	10	6.0	3	3530	9450	93
4VNBC3 50x10				4	4500	13700	122
6VNBC3 50x10				6	6400	18800	180
3VNBC3 50x12		12	6.0	3	3530	9450	92
4VNBC3 50x12				4	4500	13700	122
3VNBC3 50x20		20	7.938	3	4560	11200	92
4VNBC3 63x6	63	6	3.969	4	2660	10800	146
6VNBC3 63x6				6	3770	17000	215
4VNBC3 63x8		8	5.556	4	3540	13200	149
6VNBC3 63x8				6	4890	19020	220
4VNBC3 63x10		10	6.0	4	5070	17900	154
6VNBC3 63x10				6	7180	24900	226
4VNBC3 63x12		12	7.938	4	6640	20100	151
6VNBC3 63x12				6	9490	30600	222
3VNBC3 63x20		20	9.525	3	8530	23650	147
4VNBC3 80x10	80	10	6.0	4	5740	22200	187
6VNBC3 80x10				6	8120	32500	275
4VNBC3 80x12		12	7.938	4	7550	26120	189
6VNBC3 80x12				6	10700	39200	278
3VNBC3 80x16		16	9.525	3	7500	27450	187
4VNBC3 80x16				4	12850	42600	246
3VNBC3 80x20		20	9.525	3	9800	31900	187
4VNBC3 80x20				4	12850	42600	246



Nakrętka				Oznaczenie
D1	L	d	b * t * l	
75	130	4	6 * 3.5 * 28	3VNBC3 50x10
	152			4VNBC3 50x10
	194			6VNBC3 50x10
75	148	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC3 50x12
	174			4VNBC3 50x12
75	224	4	6 * 3.5 * 32	3VNBC3 50x20
90	106	5	8 * 4 * 28	4VNBC3 63x6
	130			6VNBC3 63x6
90	128	5	8 * 4 * 28	4VNBC3 63x8
	162			6VNBC3 63x8
90	152	5	8 * 4 * 28	4VNBC3 63x10
	194			6VNBC3 63x10
90	174	5	8 * 4 * 32	4VNBC3 63x12
	224			6VNBC3 63x12
95	224	5	8 * 4 * 50	3VNBC3 63x20
105	152	5	10 * 4.5 * 28	4VNBC3 80x10
	194			6VNBC3 80x10
105	174	5	10 * 4.5 * 32	4VNBC3 80x12
	224			6VNBC3 80x12
125	196	5	10 * 4.5 * 40	3VNBC3 80x16
	220			4VNBC3 80x16
125	224	5	10 * 4.5 * 50	3VNBC3 80x20
	266			4VNBC3 80x20

i = 6 dla $d_0 \leq 32$; i = 8 dla $d_0 > 32$





Example:

Nominal Dia. = 63 mm

Theoretical length of screw = 2,4 m.

Bearing configuration - 2-1

$$n_{kr} = 1850 \text{ r.p.m.}$$

$$n_{dop} = 1850 * 0,8 = 1480 \text{ r.p.m.}$$