

# PRZEGLĄD PROWADNIC LINIOWYCH

## Prowadnice ślizgowe.

Są konstrukcyjnie najprostsze, co nie oznacza, że ich właściwe wykonanie jest łatwe lub tanie. Dla stworzenia możliwych najlepszych warunków pracy konieczna jest bowiem bardzo precyzyjna obróbka i montaż oraz umiejętny dobór samych materiałów.

Ze wszystkich typów prowadnic charakteryzują się – w okresie swego prawidłowego działania – największą sztywnością, tj. najmniejszym ugięciem pod działaniem obciążenia.

Największą z kolei ich wadę stanowi duży i nierównomierny opór ruchu, wymagający kosztownych jednostek napędowych o dużej mocy oraz powodujący szybkie zużywanie się współpracujących elementów.

Dla zapewnienia odpowiedniego rozkładu sił na powierzchni ślizgowej – prowadnice te muszą mieć także stosunkowo znaczne gabaryty.

W odróżnieniu od powierzchni ślizgowych łożysk tocznych - prowadnice są najczęściej odkryte i narażone na zanieczyszczenie. Można co prawda skonstruować osłony prowadnic, jednak komplikują one budowę mechanizmu i jeszcze bardziej powiększają jego wymiary. Dlatego - z wyjątkiem prowadnic zamkniętych w szczelnych obudowach - nie można liczyć na istotne zmniejszenie tarcia przez smarowanie.

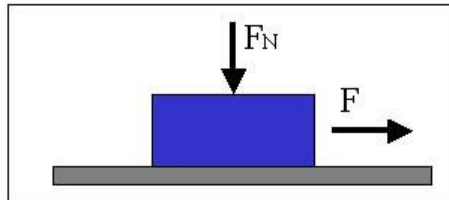
Orientacyjne wartości współczynników tarcia spoczynkowego prowadnic ślizgowych niesmarowanych, starannie wykonanych wahają się dla metali po metalach w granicach  $0,15 \div 0,22$ , a po tworzywach sztucznych  $0,20 \div 0,30$ .

Inne problemy związane ze stosowaniem prowadnic ślizgowych to:

- Drgania cienne i niszczenie podczas montażu oraz docierania
- Bicie, zarysowania, szybkie zniszczenie – konieczność względnie częstej, kosztownej i czasochłonnej wymiany
- Krótka żywotność pod wysokim obciążeniem
- Krótka żywotność oraz niedostateczne smarowanie wynikające z wilgotności środowiska
- Korozja cienna.



## Tarcie



(prowadnica ślizgowa)

1. Tarcie statyczne  $F_{R0} = F_N * \mu_0$  ( $\mu_0 = 0,1$  stal po stali)

2. Tarcie dynamiczne  $F_R = F_N * \mu$  ( $\mu = 0,05$  stal po stali)

3. Opór ruchu  $F = \mu * F_N + f$

$\mu = 0,001 \div 0,003$  (prowadnica toczna)

$f$  = siła oporu uszczelnień i smaru, zależna m.in. od typu  
i wielkości prowadnicy(N)

## Przykład oporów ruchu prowadnicy ślizgowej i kulkowej tocznej o tej samej nośności:

Prowadnica toczna THK SNR45LR (nośność dopuszczalna na 1 wózek  $C_0=288 \text{ kN}$ )

$F_N = 36 \text{ kN}$  (obciążenie robocze -współczynnik bezpieczeństwa  $f_s=8$ )

$f = 16 \text{ N}$  (opór uszczelnienia i smaru)

współczynnik tarcia tocznego 0,003

$F_{\text{wózek}} = 0,003 * 36000 \text{ N} + 16 \text{ N} = 124 \text{ N}$

6 wózków:  $F = 6 * 124 \text{ N} = 0,744 \text{ kN}$

**Obciążenie łączne FNG = 216 kN**

**OPORY PRZESUWU:**

**Prowadnica toczna  $F = 0,74 \text{ kN}$**

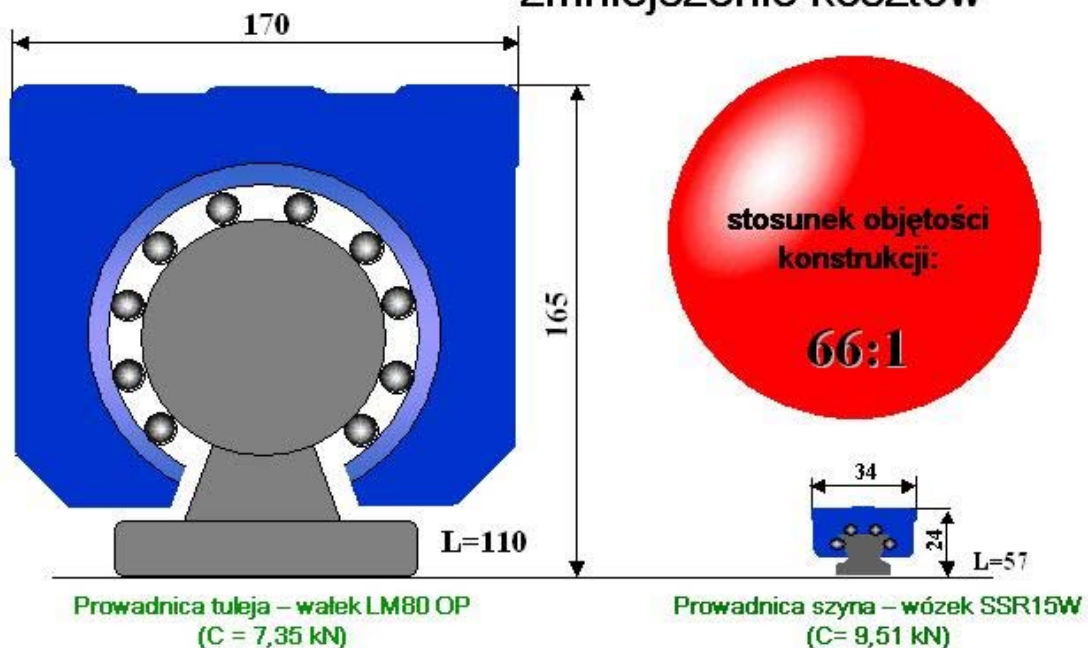
**Prowadnica ślizgowa  $F = 10,8 \text{ kN}$**

## Prowadnice toczne tulejowo – wałkowe.

Nie mają już wad prowadnic ślizgowych i są bardzo rozpowszechnione w mniej wymagających zastosowaniach, lecz z kolei trudno jest przy ich pomocy zapewnić dużą dokładność, sztywność i żywotność konstrukcji – szczególnie przy większych długościach skoku i obciążeniach.

Co istotne – i związane zarówno z wielkością jak kosztami konstrukcji – prowadnice tego typu muszą mieć przy danym obciążeniu nieporównywalnie większe gabaryty od kolejnej generacji: prowadnic tocznych szynowo – wózkowych:

**Zwarta konstrukcja:** - redukcja wielkości i ciężaru  
- zmniejszenie kosztów



## Prowadnice toczne szyna – wózek.

Stanowią obecnie najbardziej uniwersalną i zaawansowaną technicznie grupę prowadnic. Pierwsze na świecie prowadnice tej konstrukcji wyprodukował koncern THK Japan – typ LSR w roku 1971 zaś NSR-BC dwa lata później.



Od tego czasu w budowie prowadnic typu szyna-wózek zaszły ogromne zmiany, jednakże nadal wiodącym ich producentem jest THK.

Firma ta zdecydowała się na stosunkowo wąską specjalizację: wytwarza zasadniczo wyłącznie mechaniczne elementy techniki liniowej, zatrudniając na całym świecie ponad 5 000 pracowników.

THK ma w swej dziedzinie najdłuższe doświadczenie (istnieje od kwietnia 1971 r.), zatem dysponuje największą ilością wniosków z praktycznych zastosowań swoich wyrobów.

Dzięki zaś wspomnianej specjalizacji – całość funduszy THK przeznaczanych na badania i rozwój produktu inwestowana jest wyłącznie w obszar techniki liniowej.

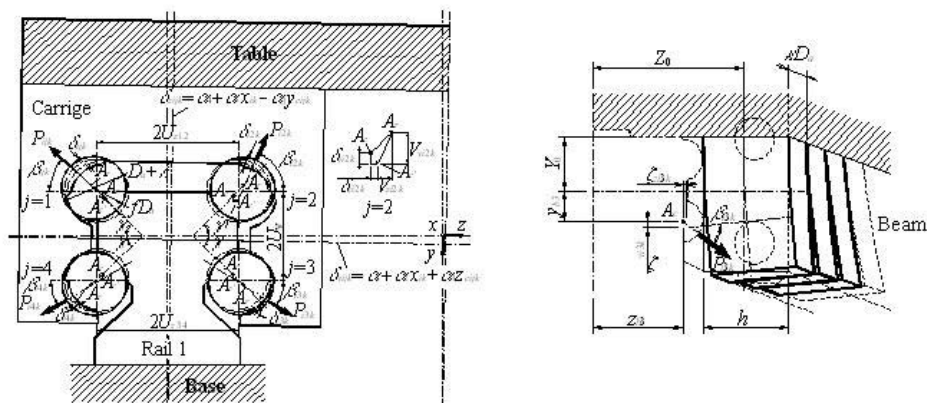
Dotyczy to zagadnień od badań podstawowych (teoretycznych, materiałoznawczych itp.) poprzez nowe konstrukcje i technologie do rozwoju zadaniowych centrów obróbkowych na własne potrzeby, organizacji produkcji i systemów jakości.

THK z japońską perfekcją dba o renomę swej marki: na każdym etapie powstawania wyrobu stosowane są najnowocześniejsze dostępne w danym momencie rozwiązania. 100% produkcji przechodzi ścisłą końcową kontrolę jakości niezależnie od firmowego Systemu Zarządzania Jakością działającego na każdym etapie produkcji.

W szczególności zautomatyzowane procesy pomiarowe i wyznaczone progi sortowania powodują, że wszelkie oficjalne dane katalogowe są świadomie zaniżane ! Czy to wielkości geometryczne czy wytrzymałościowe – należy traktować jako wartości dopuszczalne ... najbardziej niekorzystne.

Tak na przykład 80% prowadnic sprzedawanych w normalnej klasie dokładności („N”), praktycznie spełnia wymagania podane w katalogach już dla klasy o stopień wyższej („H”).

Badana laboratoryjnie nośność i żywotność prowadnic jest dla 96% prowadnic wyższa od wartości podawanych w katalogach – nawet o 15%.



fragment pracy prof. Shigeo Shimizu i Minoru Isawy dot. odkształceń sprężystych prowadnic

## Zakłady produkcyjne THK w świecie: 281.752m<sup>2</sup> (2005 r.)



Kofu Plant



Yamagata Plant



Yamaguchi Plant



THK Manufacturing Asia Co., Ltd.



PGM Ballscrews Ireland Limited



THK Yasuda Co., LTD.



THK Manufacturing of Europe S.A.S.



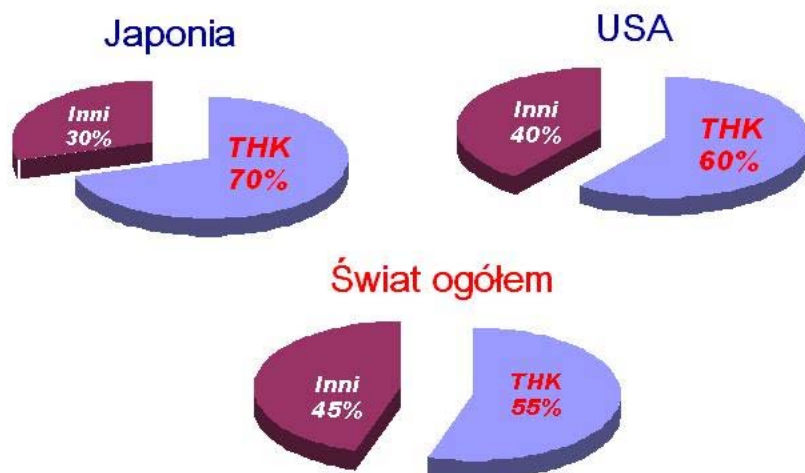
THK Manufacturing of America



Mie Plant

W chwili obecnej THK jest właścicielem ponad ośmiuset patentów o zasięgu światowym: rozwiązania nimi objęte czynią najnowsze wyroby THK „klasą samą dla siebie” – technicznie nieporównywalną z funkcjonalnie podobnymi wyrobami innych producentów.

Nie jest przypadkiem tak znaczny udział THK w rynku branżowym, i to szczególnie w regionach wysokorozwiniętych, mimo działania kilkuset firm produkujących podobne elementy (dane z roku 2004):



Dla osób szczególnie zainteresowanych firmą THK – informacje o jej historii i współczesności dostępne są między innymi w postaci plików video online: [http://www.thk.co.jp/en/streaming\\_en.html](http://www.thk.co.jp/en/streaming_en.html)

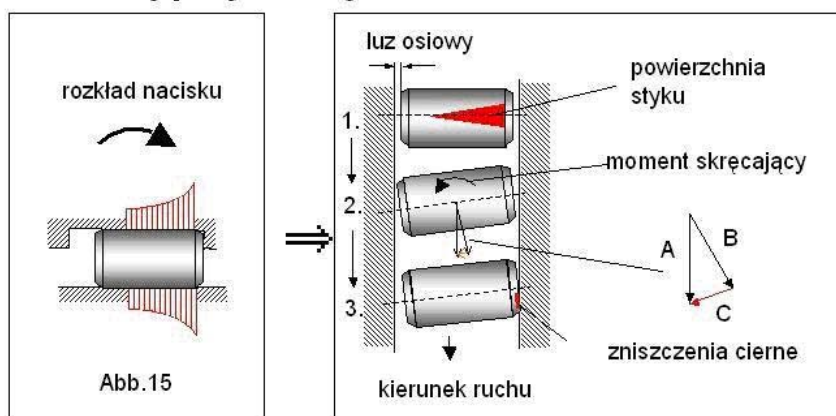
Prowadnice toczne szyna – wózek dzielą się na zasadnicze dwie grupy: rolkowe i kulkowe, zależnie od formy elementu tocznego.

Techniczne porównanie tych grup jest dość skomplikowane, bardzo krótko – ze względu na liczne wątpliwości – warto tu wyjaśnić, że *teoretycznie* prowadnica rolkowa ma większą nośność i sztywność przy zbliżonych wymiarach. Jednakże *praktyczne* warunki pracy rolek w znacznym stopniu różnice te niwelują, zaś żywotność prowadnicy rolkowej może być znacznie krótsza; cena jej jest oczywiście zawsze wyższa niż kulkowej.

Stosowanie prowadnic rolkowych zaleca się w konstrukcjach, gdzie decydującym parametrem jest maksymalna sztywność (czyli minimalne ugięcie pod obciążeniem) a siły działające na prowadnicę mają głównie charakter czysto osiowy - pionowy docisk wózka do szyny. (Należy pamiętać o odpowiedniej sztywności całej konstrukcji, by nie zaprzepaścić sztywności samej prowadnicy !).

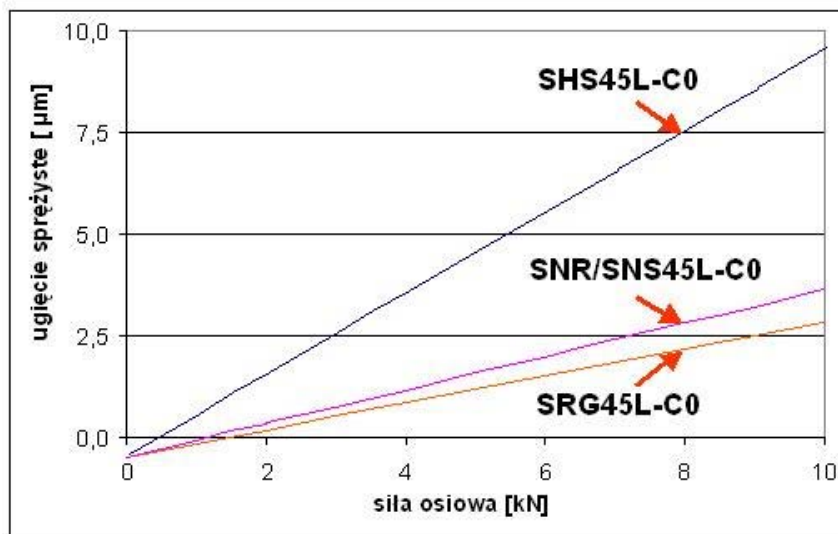
We wszystkich innych układach znacznie lepsze cechy techniczne mają prowadnice kulkowe najnowszej generacji – szczególnie typy SNR i SNS produkcji THK, zaprojektowane w wyniku analiz sprężystości różnych układów kulek specjalnie do zastępowania prowadnic rolkowych w obrabiarkach. Charakteryzują się sztywnością zbliżoną do prowadnic rolkowych, co widać na wykresie, przy zachowaniu wszystkich zalet prowadnic kulkowych.

## Rzeczywiste warunki pracy prowadnicy rolkowej przy obciążeniu momentem sił



nierównomierny nacisk  $\Rightarrow$  przekoszenie  $\Rightarrow$  tarcie mieszane  
 $\Rightarrow$  wzrost i wahania oporu ruchu; zacinanie

## Porównanie sztywności osiowej

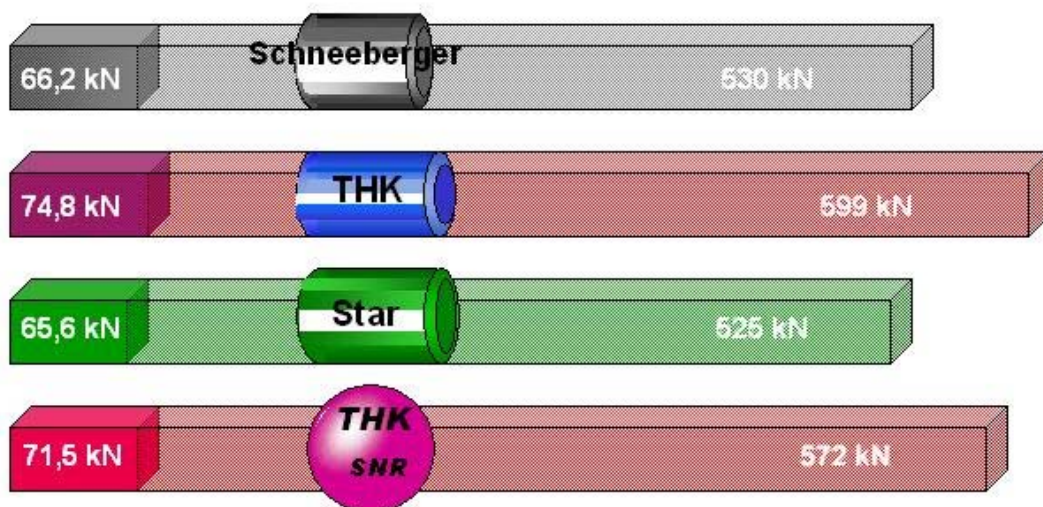


Sztywność prowadnic SNR/SNS jest zbliżona do rolkowych SRG i znacząco większa od innych kulkowych – np. SHS

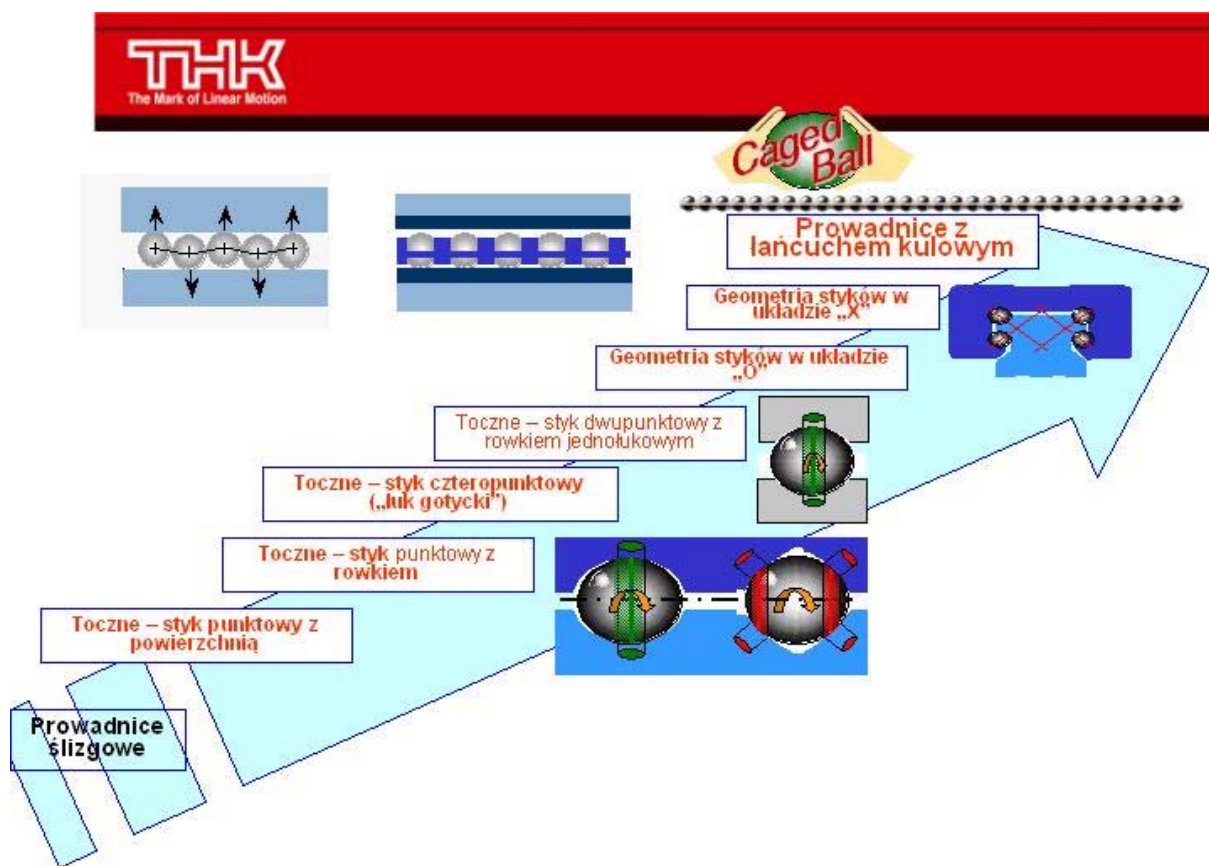


dopuszczalna nośność statyczna  $C_0$  i praktyczne obciążenie maksymalne  $P_{\max}$  prowadnic wielkości „65” pod obciążeniem osiowym (przy współczynniku bezpieczeństwa  $f_s \sim 8$ )

Prowadnica KULKOWA THK typ SNR przewyższa ROLKOWE innych wytwórców



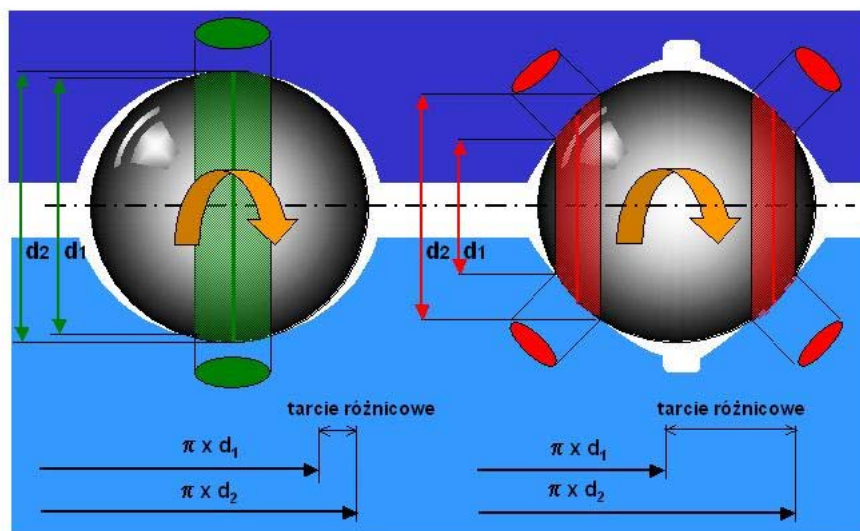
Historyczno – techniczny rozwój prowadnic dostępnych dziś na rynku ilustruje poniższy schemat; dobierając prowadnice warto mieć świadomość w jakim segmencie poruszamy się:



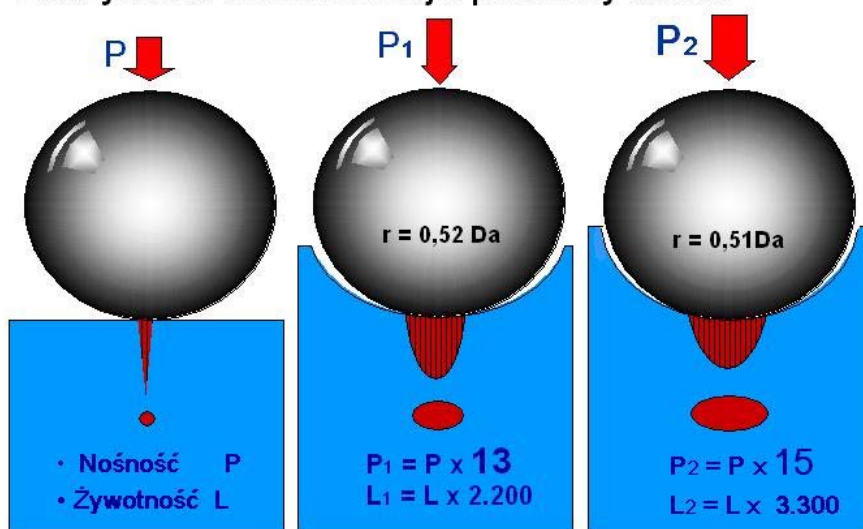
Na tle powyższej linii rozwoju prowadnic – aktualnie oferowane produkty THK wyróżniają się zastosowaniem elementów najnowocześniejszych i najkorzystniejszych z punktu widzenia kompleksowo rozumianych parametrów eksploatacyjnych. Po pierwsze, ma w nich miejsce jednopunktowy styk kulek z rowkiem prowadzącym. W odróżnieniu od prowadnic opartych na rowku dwułukowym („łuk gotycki”) zapewnia to dwukrotnie mniejsze tarcie, za czym naturalnie idzie przedłużona żywotność, mniejszy opór ruchu (a więc niższa wymagana moc napędu) i cichsza praca. Ponadto stosunek promieni kulki i rowka dobierany jest różnie (optymalnie) w prowadnicach przeznaczonych do pracy pod różnymi rozkładami obciążeń.

### Łuk kołowy

### Łuk gotycki



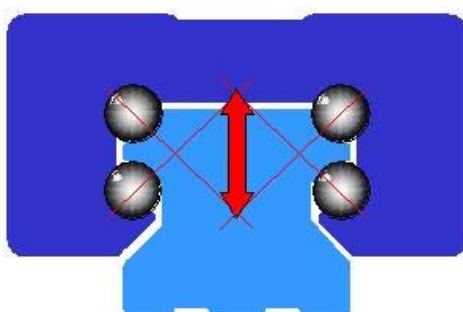
### Zakrzywienie bieżni łukowej a parametry układu



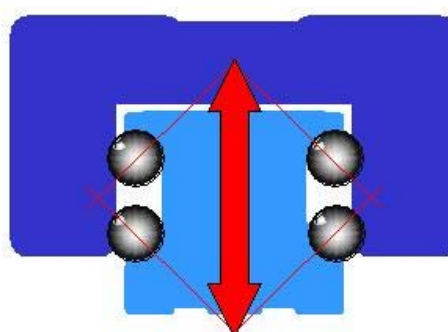
Kolejny istotny element wyróżniający prowadnice THK to geometria ułożenia rowków prowadzących w układzie szyna – wózek. We wszystkich praktycznie typach prowadnic kulkowych THK, gdzie tylko jest to fizycznie możliwe – stosuje się dziś układ „X”. W układzie tym występują mniejsze ramiona sił wewnętrznych (ilustracja) a zatem generuje on – w przeciwieństwie do tradycyjnego układu „O” – znacznie mniejsze momenty wewnętrzne w układzie szyna-wózek. Przedłuża to żywotność prowadnic i czyni je do 5 razy bardziej odpornymi na niedokładność obróbki powierzchni montażowych. Wobec czasochłonności kosztów dokładnej obróbki – ten drugi aspekt ma szczególnie istotne znaczenie ekonomiczne.



### Porównanie geometrii w układzie „X” i „O”



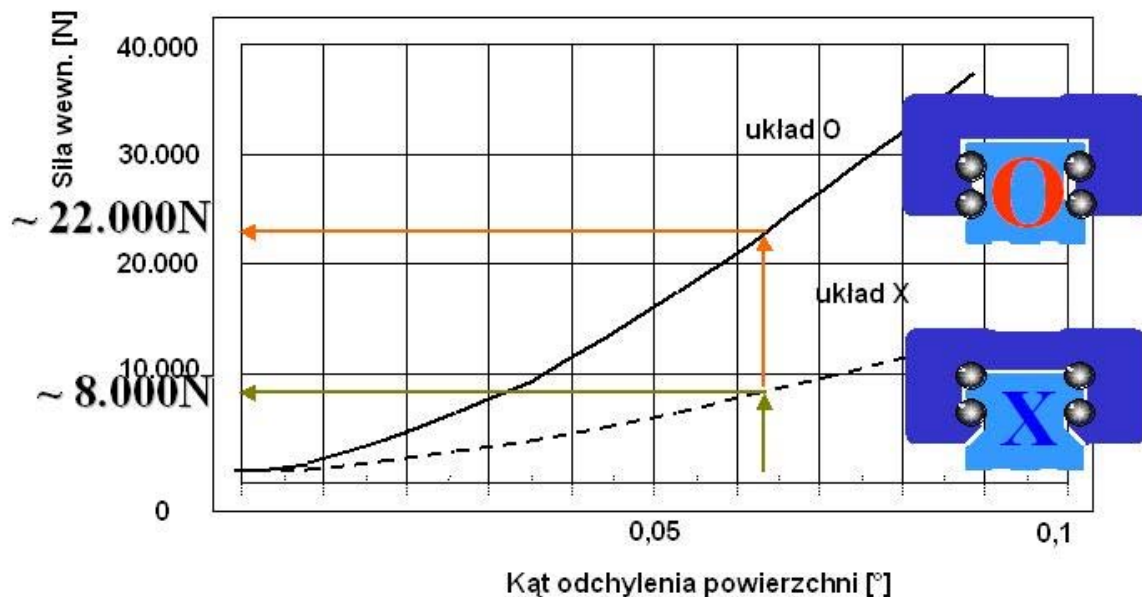
Prowadnica liniowa z geometrią rowków „X”



Prowadnica liniowa z geometrią rowków „O”

## Porównanie układów bieżni X – O

Sily wewnętrzne jako funkcja  
niedokładności montażu



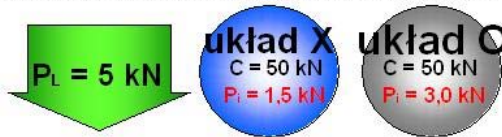
## Porównanie odporności na błędy montażowe

układ X	układ O	100 $\mu\text{m}$	
	THK SHS35	210 $\mu\text{m}$	x 2,1
	THK SSR35	300 $\mu\text{m}$	x 3
	THK GSR35	480 $\mu\text{m}$	x 4,8

dopuszczalny błąd wysokości przy odstępnie szyn 500 mm

## Wpływ siły wewnętrznej $P_i$ na żywotność rzeczywistą prowadnic $L_R$

Siła zewnętrzna  $P_L = 5 \text{ kN}$ , błąd wysokości 0,349 mm, odstęp szyn 1000 mm



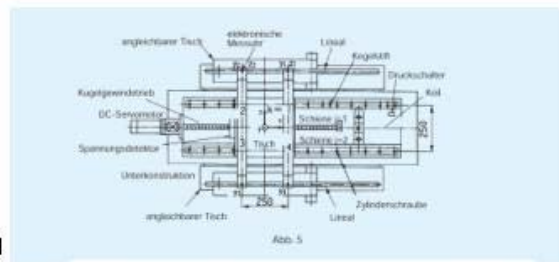
$$L_R = \left( \frac{C}{P_L + P_i} \right)^3 \times 100$$



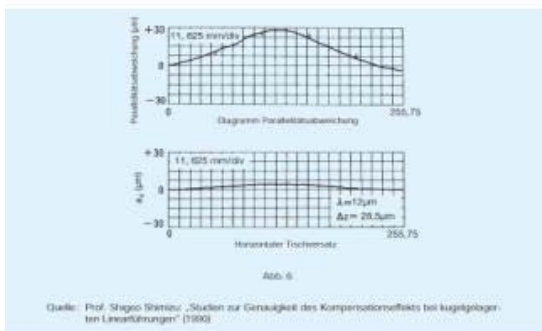
Cechą charakterystyczną układu X jest mniejsza w porównaniu z układem O sztywność zespołu szyna-wózek. Ponieważ – jak powiedziano wcześniej – do zastosowań wymagających wysokiej sztywności THK produkuje prowadnice SNR/SNS (o zupełnie innej geometrii), owa mniejsza sztywność przy standardowych prowadnicach zapewnia kolejną bardzo korzystną cechę: samokompensację błędów wykonawczych i montażowych. Poniższy przykład pokazuje jak znacząco rośnie dokładność ruchu stołu opartego na układzie dwóch szyn i czterech wózków w stosunku do dokładności ruchu pojedynczego wózka po szynie. Jest to właśnie efekt samokompensacji wynikającej z odkształceń sprężystych kulek prowadzonych w geometrii X. Samokompensacja pozwala na stosowanie niższych klas dokładności prowadnic (a więc znacznie tańszych), a mimo to uzyskanie wysokiej dokładności wypadkowej ruchu całej prowadzonej konstrukcji.

## Istotny wzrost dokładności ruchu dzięki samokompensacji

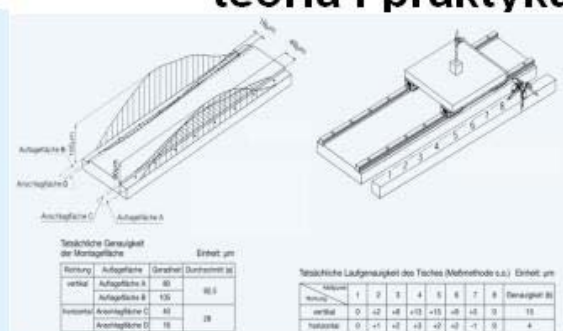
Przykład poprawy dokładności ruchu stołu  
pionowo: o ca. 83%      poziomo: o ca. 85%



## Samokompensacja – teoria i praktyka



Quelle: Prof. Shigeo Shimizu, „Stufen zur Genauigkeit des Kompensationseffekts bei kugelförmigen Linearführungen“ (1990)



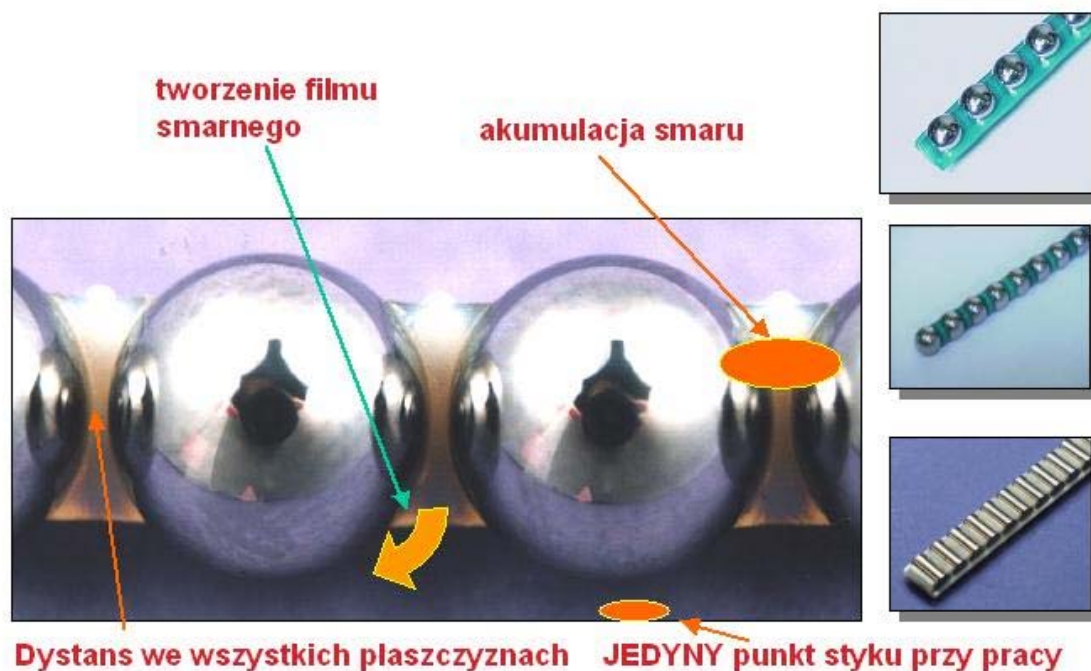
Kolejnym – i być może najważniejszym - elementem wyróżniającym produkty THK jest zastosowanie unikalnych, opatentowanych łańcuchów prowadzących kulki wewnątrz kanałów.

Mimo podobnego nazewnictwa - żaden inny producent nie proponuje rozwiązania o faktycznie porównywalnych cechach.

Elementy toczne THK są umieszczone w łańcuchu ze specjalnie opracowanego tworzywa sztucznego, który izoluje je od siebie (tworząc dodatkowo mikrozrezerwuary smaru) oraz utrzymuje ich wzajemne właściwe położenie we wszystkich płaszczyznach. Łańcuch sam z kolei prowadzony jest względem korpusu – dzięki czemu rzeczywisty tor ruchu kulek jest prawie idealnie zgodny z teoretycznym.



## Technika łańcuchów prowadzących THK - od 1996!



Rozwiązanie takie ma szereg zalet

- łatwość montażu,
- cicha praca,
- minimalny opór ruchu,
- maksymalna równomierność ruchu,
- wzrost nośności,
- małe zużycie smaru,
- znaczący wzrost prędkości roboczej.

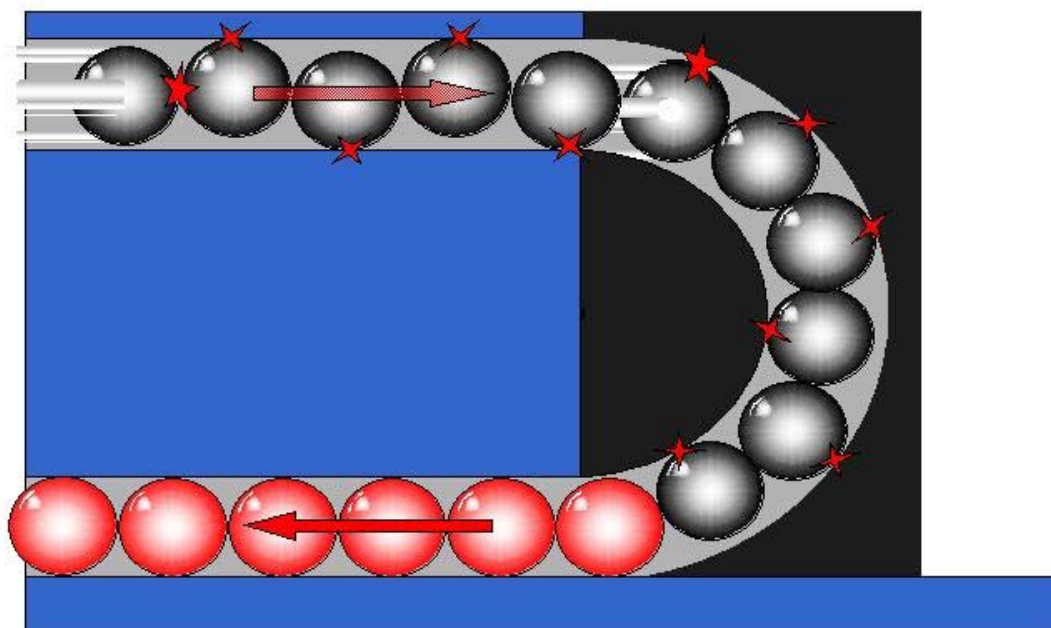
W konkretnym zastosowaniu każda z nich może okazać się technicznie rozstrzygająca.

Można też sprowadzić owe pojedyncze efekty do jednej zalety wynikowej, decydującej:

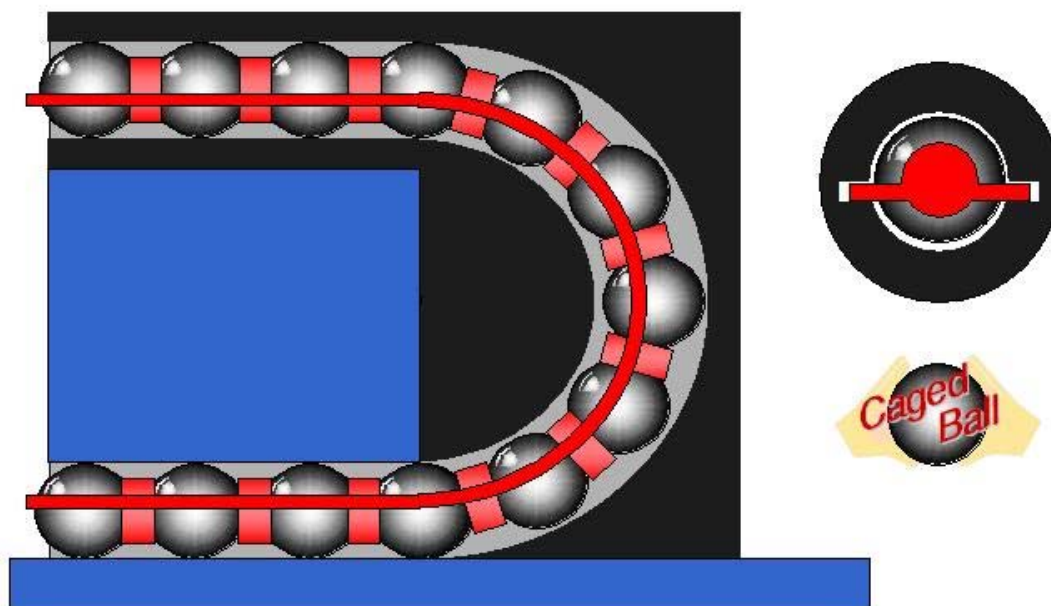
**Prowadnica THK nowej generacji z łańcuchem prowadzącym Caged Ball® ma co najmniej trzykrotnie dłuższą żywotność od jakiegokolwiek innej w tych samych warunkach pracy.**

**Należy o tym pamiętać podejmując decyzje ekonomiczne – oznacza to w praktyce konieczność co najmniej trzykrotnego „odkupienia” innej prowadnicy w tym czasie, w którym element THK z łańcuchem prowadzącym będzie nadal pracował prawidłowo.**

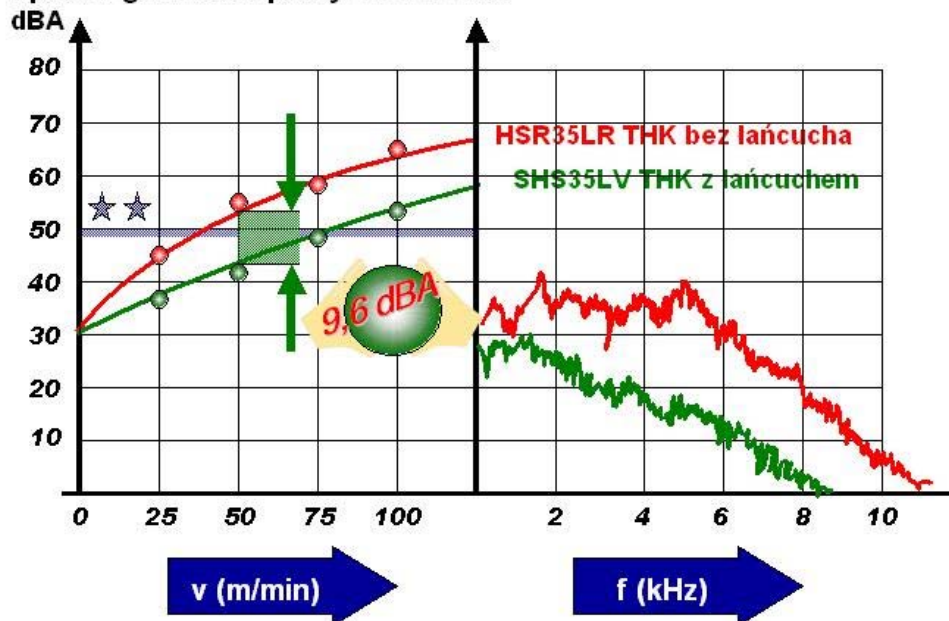
## Prowadnica z kulkami swobodnymi



## Prowadnica z łańcuchem kulkowym THK



Spadek głośności pracy do ok. 50%

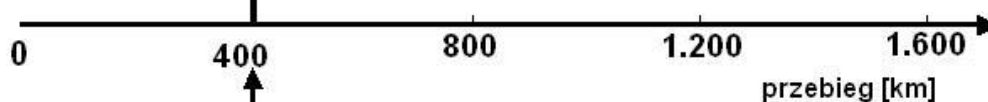


Wyniki testu żywotności prowadnic wielkości „25”:

THK SHS25 z łańcuchem kulowym



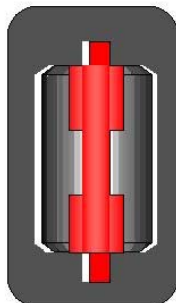
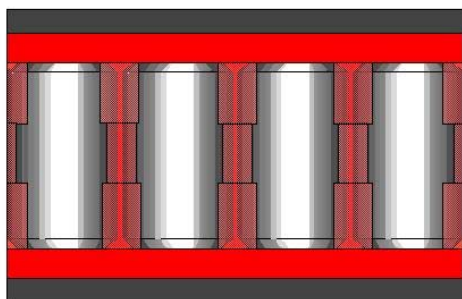
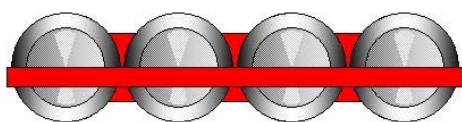
THK HSR25 bez łańcucha kulowego



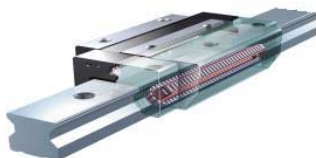
żywotność wyliczona teoretycznie:  $L_{10} = 400 \text{ km}$

Warto wspomnieć, że - dzięki szczególnym właściwościom materiału - łańcuchy prowadzące THK zmęczeniowo wytrzymują cały obliczeniowy czas pracy elementu (także przy bardzo małych promieniach krzywizny profilu kanałów: łańcuchy są stosowane już przy prowadnicach rozmiaru „7” !). Zastosowanie ich w produktach THK - z oczywistymi, analogicznymi konsekwencjami technicznymi - nie ogranicza się do prowadnic kulkowych szyna-wózek:

Łańcuch prowadzący THK do prowadnic rolkowych



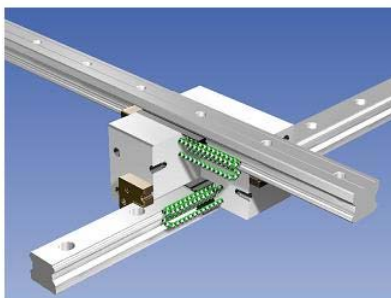
Prowadnice THK z łańcuchem rolkowym



- długi okres międzyobsługowy
- największa sztywność
- optymalne własności ruchowe
- stały opór ruchu
- długotrwale zachowanie dokładności

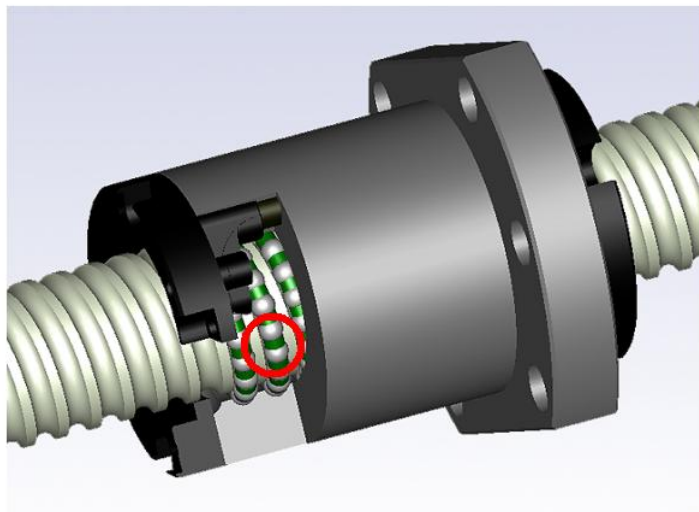


**Stół krzyżowy THK SCR z technologią łańcuchową**





## Śruby kulowe THK z łańcuchem prowadzącym



Oś liniowa THK typu SKR z łańcuchem kulowym



Prowadnica wałkowa THK typ SLS/SLF z łańcuchem kulowym



Dla codziennych zastosowań mniej może ciekawe będą wyroby THK o przeznaczeniu ekstremalnym. Warto jednak zapamiętać, że w THK - i tylko w THK, ze względu na ogromny asortyment i potencjał produkcji - można poszukiwać rozwiązań zagadnień z zakresu techniki liniowej praktycznie do każdych okoliczności.

Będą to np. elementy prowadzące

- odporne na wysokie albo niskie temperatury
- do ekstremalnych przyspieszeń i prędkości
- do cykli roboczych bardziej przypominających oscylacje niż przesuw
- odporne na korozję
- samonośne
- do pracy w próżni lub przeciwnie – w otoczeniu bardzo zanieczyszczonym
- ceramiczne
- łukowe
- łączone łukowo- prostoliniowe
- miniaturowe albo przeciwnie – wielkogabarytowe o ekstremalnej nośności

i wiele innych.

**Co ważne – wszystkie jednostki i przedstawicielstwa THK oferują daleko idącą pomoc merytoryczną swych specjalistów osobom i firmom zainteresowanym rozwiązaniem zagadnień z zakresu techniki liniowej.**

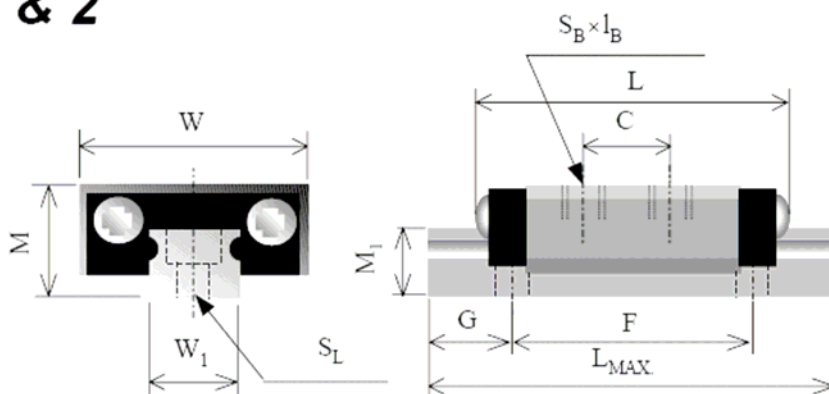
**Warto tu bowiem dodać podstawową, niezwykle istotną informację. Nowoczesne prowadnice toczne są elementami skomplikowanymi; podstawę ich właściwej pracy stanowi prawidłowy dobór typu, wielkości i opcji wykonania oraz rzetelne obliczenia nośności i żywotności.**

Dobór na zasadzie „co oko lubi to i wytrzymałość lubi” jest w tym przypadku zawodny i to w obie strony. Weźmy jako przykład najmniejszą produkowaną na świecie prowadnicę toczną – THK RSR1M:



## Micro LM Guide

### RSR 1 & 2



Model No.	M	W	L	C	W <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	F	G	L <sub>MAX</sub>	S <sub>B</sub> x I <sub>B</sub>	S <sub>L</sub>	Load Rating	
												C (N)	Co (N)
RSR1M	2.5	4	6.2	---	1	1.4	---	---	100	M1 x 1	---	37	58

Jak widać – przy wymiarach wózka 4 x 6,2 mm i szerokości szyny 1 mm ma ona osiową nośność 58 N czyli 5,9 kg masy. Optycznie wydaje się nieprawdopodobne, że tak mały element toczny (!) uniesie odważnik 5 kg – zwłaszcza gdy widzi się tę prowadnicę w rzeczywistości:

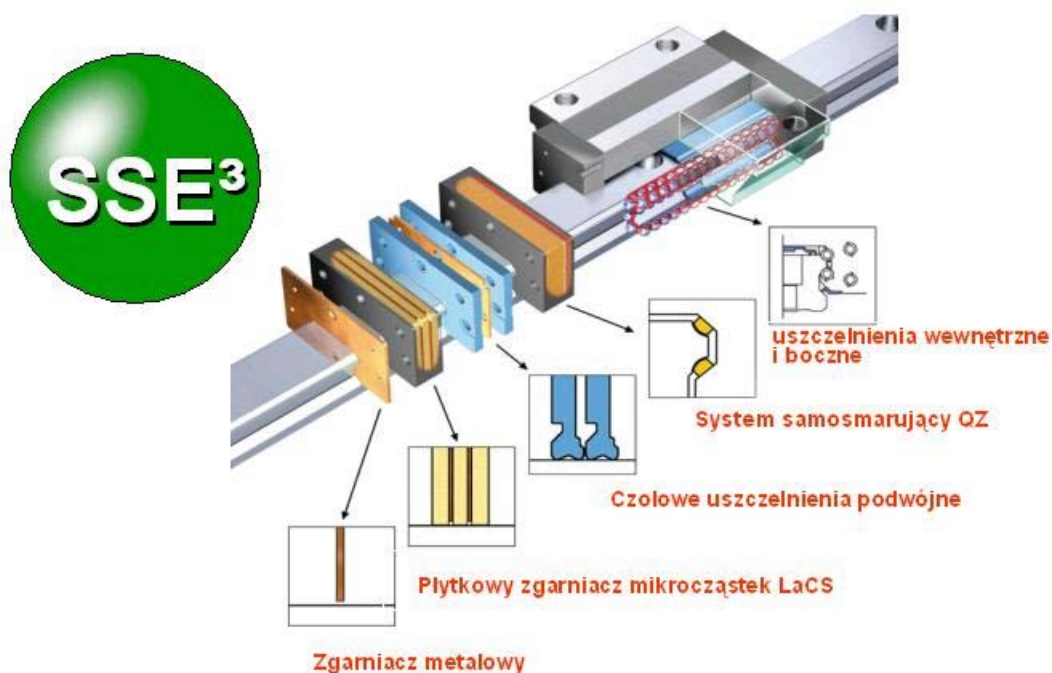


Z drugiej strony doradztwo techniczne spotyka się często ze stwierdzeniem „tam praktycznie nie ma obciążenia, najwyżej jakieś 5 kg, produkujecie takie miniaturowe – to ja bym zamówił, no może nie „1” ale „5”...”.

Po kilku pytaniach okazuje się jednak, że owe 5 kg ... przemieszczone jest o pół metra od osi prowadnicy i rusza z przyspieszeniem 3g. Obliczenia pokazują, że na „takie” 5 kg ledwie wystarczy prowadnica wielkości „25” !

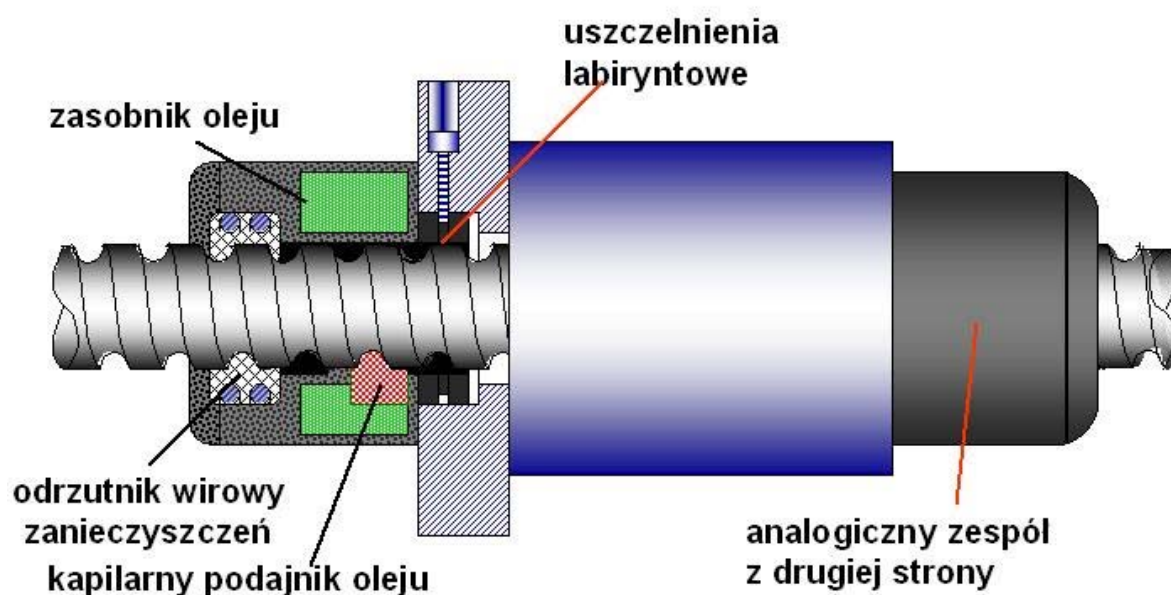
THK oferuje także niespotykane szeroki wachlarz opcjonalnych wariantów wykonania oraz modułów wyposażenia dodatkowego, stworzonych z myślą o jak najdłuższej prawidłowej eksploatacji bez obsługi. Część z nich to również rozwiązania opatentowane, nie mające funkcjonalnych odpowiedników w wyrobach innych firm.

Chodzi tu przede wszystkim o kapilarne kasety samosmarujące QZ i zgarniacze płytkowe LaCS:



## System smarowania QZ

Do realizacji maksymalnych okresów międzyobsługowych prowadnic

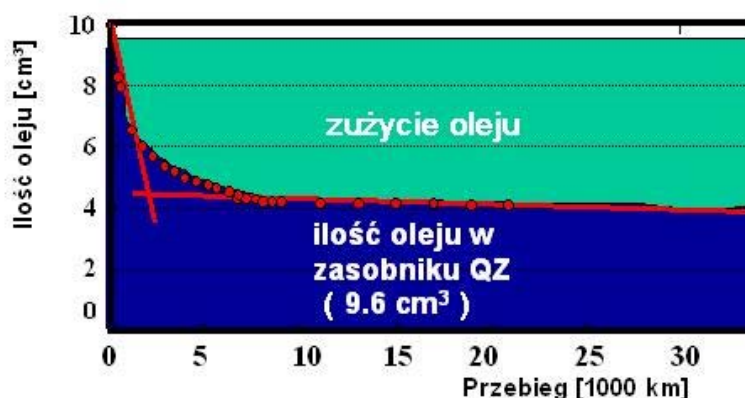


**Test: trwałość smarowania kaseta QZ**

**przewodnica THK typ  
SNR45LR1QZSS+3000LP**



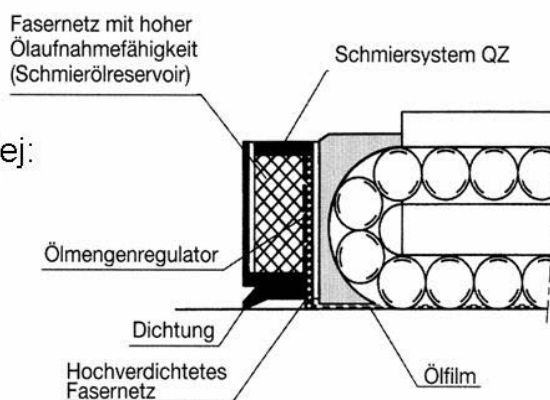
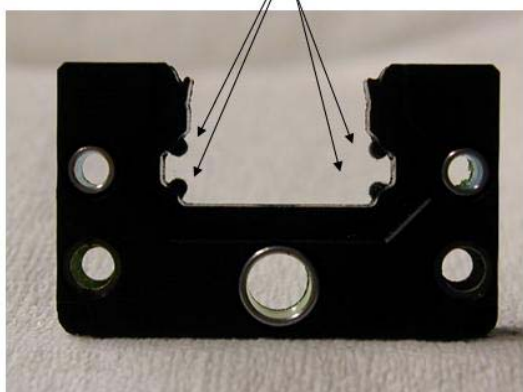
**prędkość 300 m/min; skok 2600 mm; test bez przerw**



**QZ-System zawiera ca. 4 cm³ oleju po 30.000 km - nadal dobrze napelniony !**

## Kasety smarujące QZ

Cztery dysze kapilarne podające olej:  
po 1 na każdą bieżnię

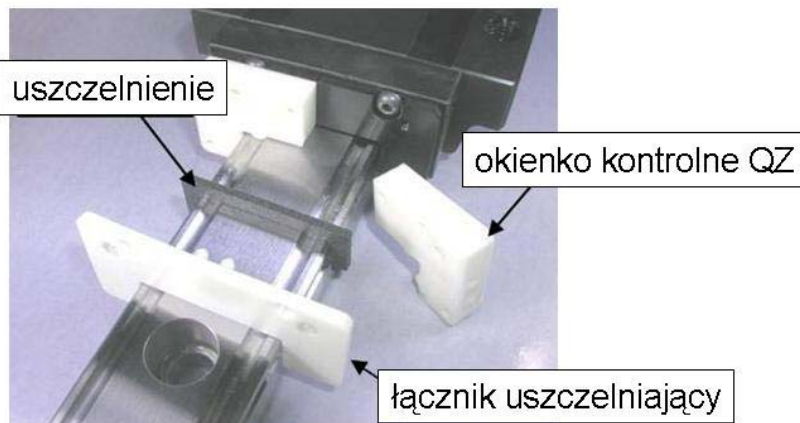


### **Smarowanie kapilarne:**

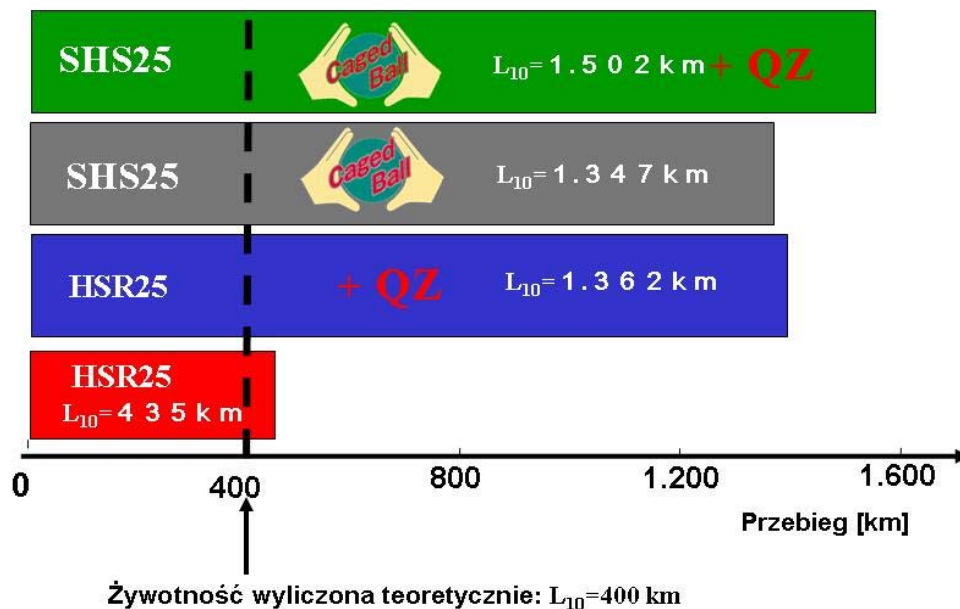
- dzięki różnicy lepkości – tylko na „suchą” powierzchnię
- tylko podczas ruchu
- tylko w niezbędnej ilości
- wyłącznie na bieżnie toczne

## Nowa wersja kaset QZ - natychmiastowa wymiana bez demontażu prowadnic

Istotna oszczędność  
czasu przestoju



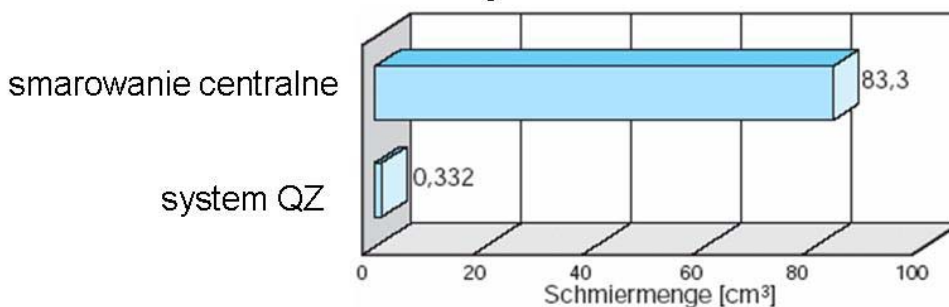
Wyniki testów wpływu systemu smarowania QZ na żywotność prowadnic  
THK HSR (bez łańcucha kulowego)  
oraz THK SHS z łańcuchem kulowym



## Wpływ systemu QZ na zużycie oleju smarnego

przewodnica THK SHW21

- wyłącznie z systemem QZ
- ze smarowaniem centralnym



Zużyta ilość oleju po 5.000 km przebiegu:

smarowanie centralne = 83,3cm<sup>3</sup>

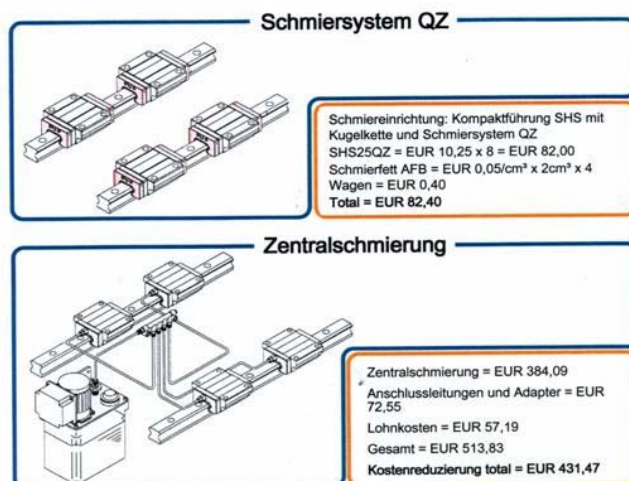
system QZ = 0,332cm<sup>3</sup> – a zatem 250 razy mniej

Przykład z konkretnej firmy niemieckiej – same dane liczbowe nie muszą być aktualne, natomiast wzajemny stosunek wyników – tak !

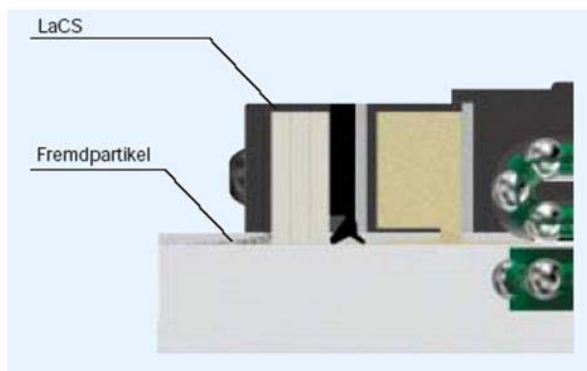
Budowa i eksploatacja analogicznego systemu przewodnic

▪ze smarowaniem centralnym kosztowała 513,83 EUR

▪z systemem THK QZ kosztowała 82,40 EUR



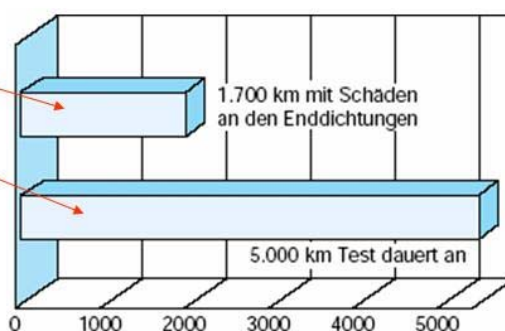
## Zgarniacz płytkowy LaCS



Wymienna kasetka z zestawami specjalnych płytek zgarniających i dystansowych, dopasowana do profilu szyny.  
Zatrzymuje najdrobniejsze zanieczyszczenia, znacznie zwiększając żywotność prowadnicy

## Zgarniacz LaCS a żywotność prowadnic

- Prowadnica THK SHS45 tylko z uszczelnieniem czołowym
- Prowadnica THK SHS45 z uszczelnieniem czołowym i LaCS



Oddziaływania: zanieczyszczenia i chłodziwo obrabiankowe

**Bez kasety LaCS po 1700 km przebiegu widoczne uszkodzenia uszczelnień.**

**Z kasetą LaCS po 5000 km brak objawów zużycia, test trwa nadal.**

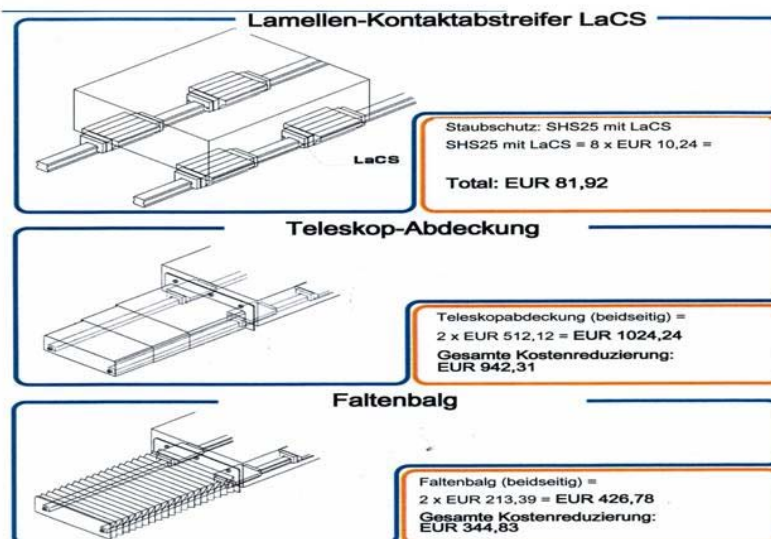
Przykład z konkretnej firmy niemieckiej – same dane liczbowe nie muszą być aktualne, natomiast wzajemny stosunek wyników – tak !

Budowa analogicznego funkcjonalnie systemu prowadnic do pracy w trudnych warunkach

▪Z osłonami teleskopowymi: 942,31 EUR

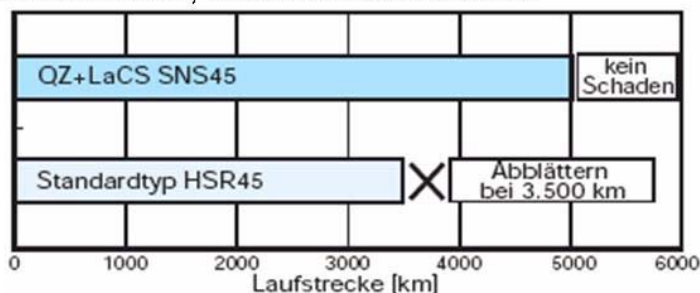
▪Z mieszkaniami osłonowymi: 344,83 EUR

▪Z systemem THK LaCS: 81,90 EUR



## Wpływ nowych rozwiązań THK na trwałość prowadnic w trudnych warunkach pracy

- prowadnica THK SNS45 z łańcuchem kulowym, QZ i LaCS
- prowadnica THK HSR45 bez łańcucha kulowego, uszczelnienia standardowe, smarowanie centralne



Warunki pracy: pył żeliwny (<125µm), chłodziwo maszynowe

W wersji „klasycznej” widoczne uszkodzenia po 3500 km.

W nowej generacji – po 5000 km stan idealny, test trwa nadal.

Produkty THK stosowane są we wszelkich dziedzinach techniki na całym świecie – od zastosowań amatorskich po badania kosmiczne.

Szczególnym uznaniem cieszą się wśród wiodących producentów obrabiarek

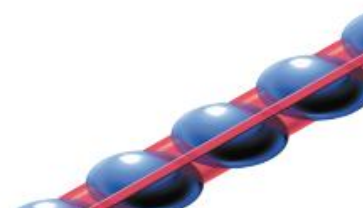


Walter AG  
Tübingen (Niemcy)  
SZLIFIERKA NARZĘDZIOWA

oś X: SHS30R2SSHHC1+800LP-II

oś Y: SHS30R2SSHHC1+560LP-II

oś Z: SHS30R2SSHHC1+960LP-II



Chiron-Werke GmbH & Co. KG  
Tuttlingen (Niemcy)

CENTRUM OBRÓBCZE

oś X: SNR45LCH2QZKKHHC0S+3120LHS-II

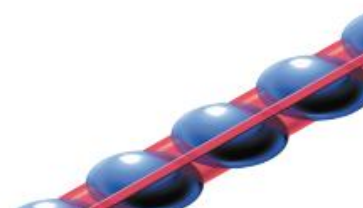
+ śruba SBK5030S-7.6QZWW+2686LC5

oś Y: SNR45LCH2QZKKHHC0S+1458LHS-II

+ śruba SBK4020S-7.6QZWW+953LC5

oś Z: SNS45RH2QZKKHHC0S+1468LHS-II

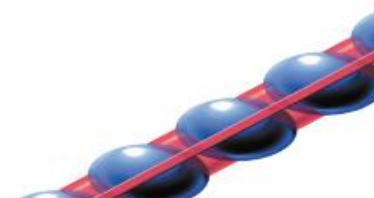
+ śruba SBK4020S-7.6QZWW+1050LC5





**Bridgeport Machines Ltd.**  
**Leicester (Wielka Brytania)**  
**CENTRUM OBRÓBCZE**

oś X: SNR45LA2SSC0+1200LP-II  
oś Y: SNR45LA2SSC0+960LP-II  
oś Z: SNR45LA2SSC0+680LP-II



**Cincinnati Machine UK Ltd.**  
**Birmingham (Wielka Brytania)**  
**PIONOWE CENTRUM OBRÓBCZE**

oś X: SRG55LC3QZZZHHC0E+4015LPT-II  
+ śruba BIF5020-5RRG0S+3167LC5E  
oś Y: SRG55LC2QZZZHHC0E+1935LP-II  
+ śruba BIF5020-5QZWWG0S+1470LC5E  
oś Z: SRG45LC2QZZZHHC0E+1620LP-II  
+ śruba DIF4016-6QZWWG0S+1104LC5E

