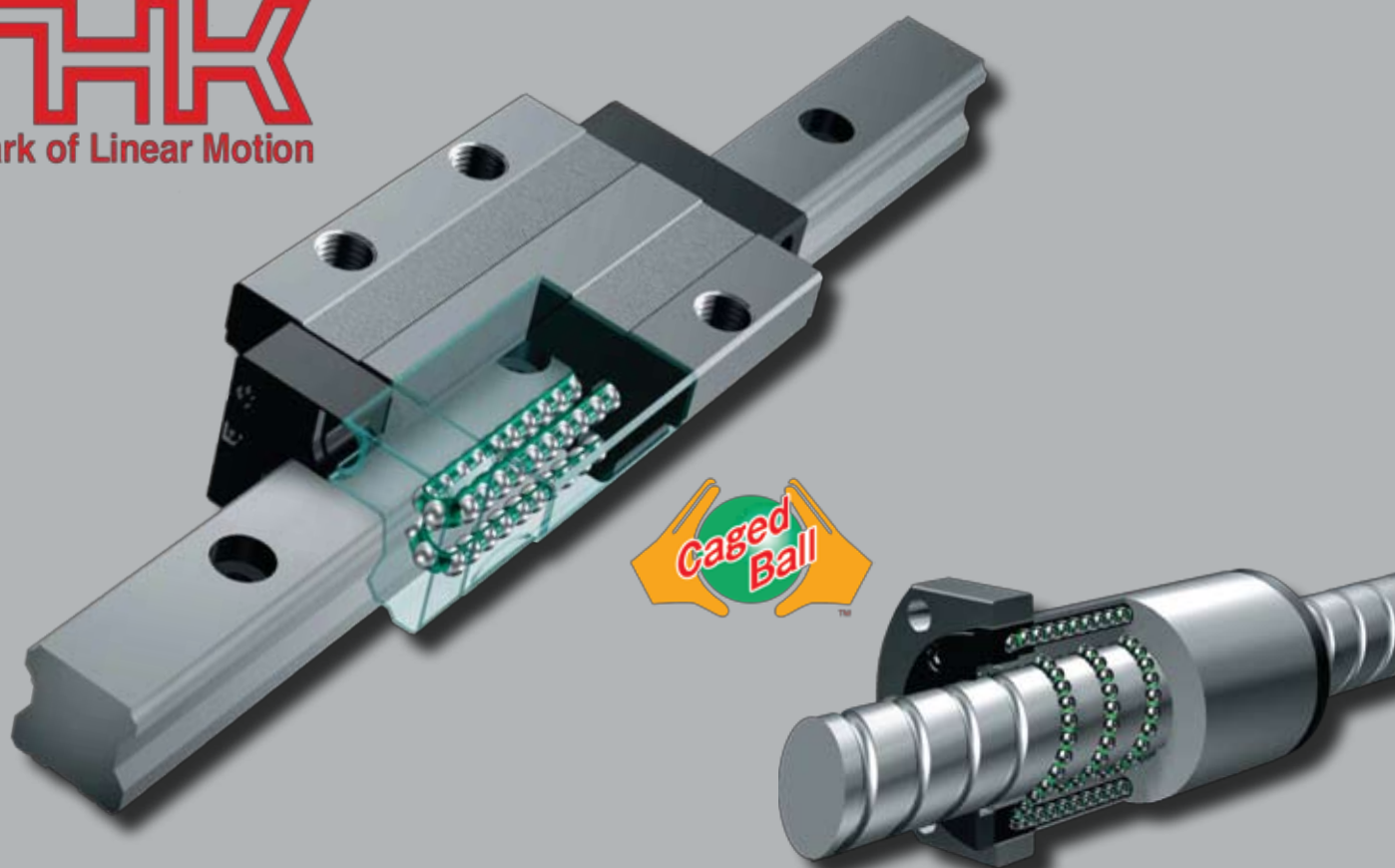




**HENNLICH**

HENNLICH d.o.o. • Podnart 33, 4244 Podnart • tel.: 04/532 05 • faks: 04/532 06 20 • lin-tech@hennlich.si • www.hennlich.si

**THK**  
The Mark of Linear Motion



# TEHNOLOGIJA KLETKE

urejeno gibanje

- MANJ HRUPA
- MANJ VZDRŽEVANJA
- VEČJE HITROSTI
- TRAJA DLJE



## UVOD

Prvi kroglični ležaji so imeli proste kroglice brez kletke in so zato imeli sledeče slabosti

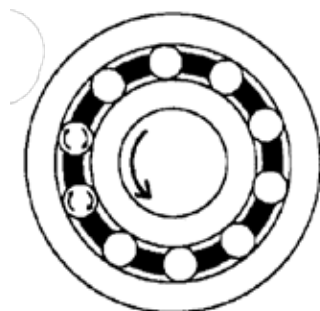
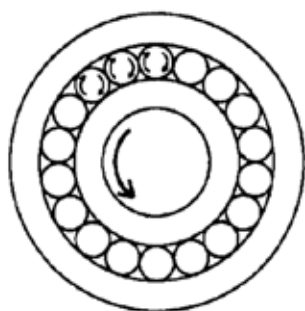
- visok nivo glasnosti
- kratko življensko dobo
- bili so neprimerni za visoke vrtljaje

Z uporabo kroglične kletke, to je kletke za vodenje kroglic, se je zmanjšala glasnost teka in povečala rotacijska hitrost.

Življenska doba ležajev se je povečala kljub večji hitrosti in manjšemu številu kroglic v ležaju.

THK je prvi v svetu razvil linearno kroglično vodilo in tudi prvi predstavil vodeni voziček s kotalno kletko, kar je precej povečalo prednost THK rešitev pred konvencionalno izvedbo s prostimi kroglicami.

Linearna vodila s kletko za vodenje kroglic imajo daljšo življensko dobo in se odlično obnesejo pri velikih hitrostih. Enako velja za valjčke vodene v kletki. Pogostost vzdrževalnih posegov se izrazito zmanjša.



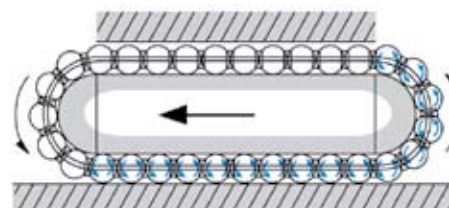
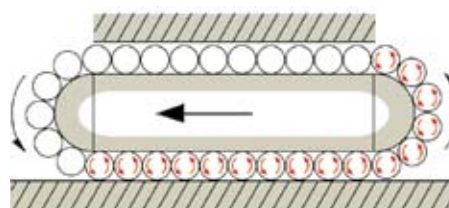
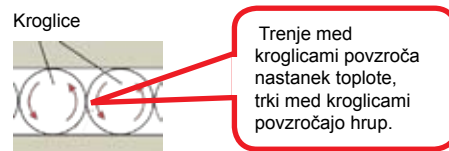
### PRVOTNA IZVEDBA (PROSTE KROGLICE)

- trki in kovinski kontakt med kroglicami
- skrajša se čas zadrževanja masti v ležaju
- manjše število obratov
- večje segrevanje
- pogostejši interval mazanja
- krajša življenska doba

### DANAŠNJA IZVEDBA (LEŽAJ S KLETKO)

- kroglice si sledijo v predpisani razdalji
- kletka zadržuje mast med kroglicami
- daljša življenska doba ob večjem številu obratov
- manj segrevanja ležaja
- manj hrupa
- miren tek ležaja

## KROGLIČNI LEŽAJI

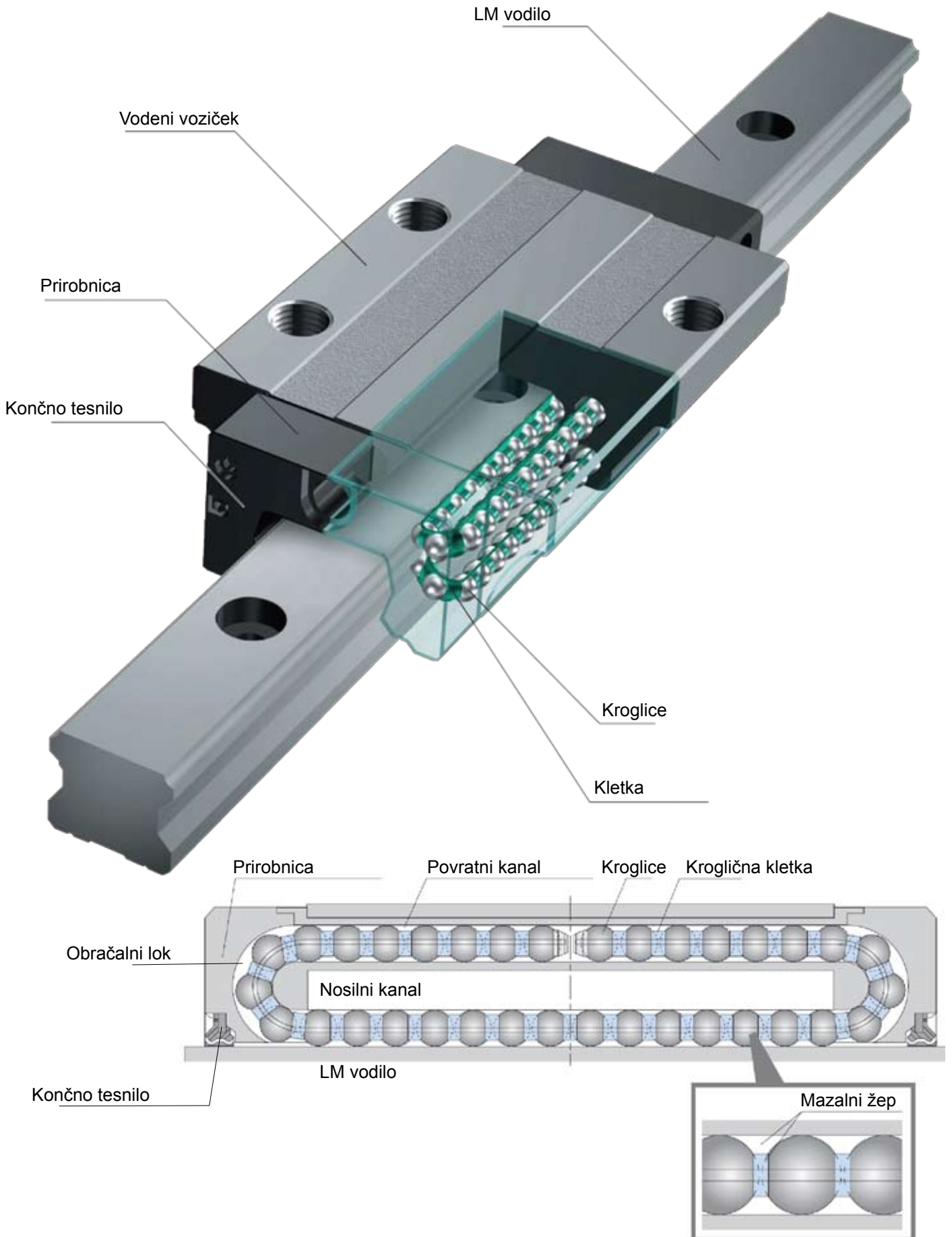




# LM LINEARNE ENOTE

S kroglicami vodenimi v kletki

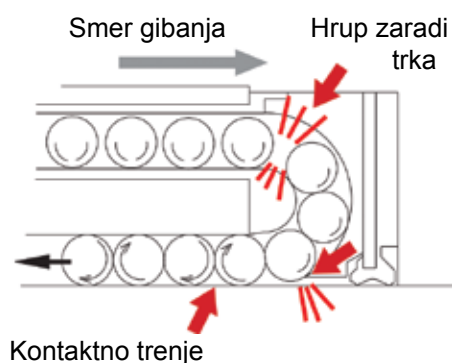
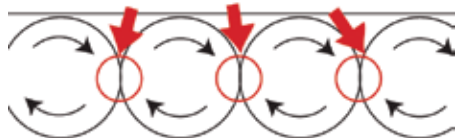
HENNLICH d.o.o. • Podnart 33, 4244 Podnart • tel.: 04/532 06 05 • faks: 04/532 06 20 • lin-tech@hennlich.si • www.hennlich.si





## PREDNOST 1: POL MANJ HRUPA

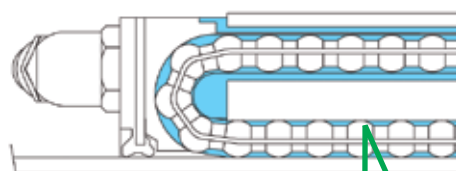
Kontakt med kroglicami ustvarja hrup



Kontaktno trenje

Kletka preprečuje trke med kroglicami. S tem onemogoča nastanek zvoka in zagotavlja miren tek. Kroglica ima kovinski stik le s tekalno površino, kar zmanjšuje nastanek hrupa na minimum.

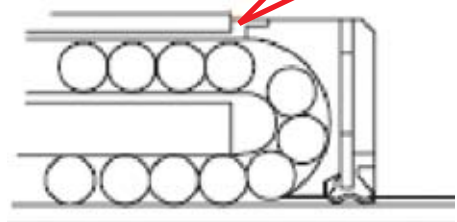
Kletka omogoča mazanje kroglic



Nastanek hrupa je zmanjšan, ker je kovinski stik med kroglicami in podlago prisoten samo na tekalni coni

## PREDNOST 2: OPTIMALNE TEKALNE LASTNOSTI

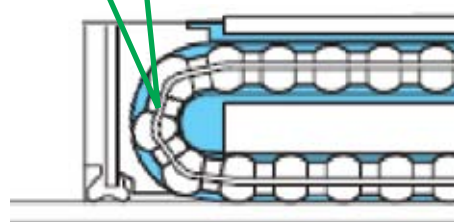
V primeru prostih kroglic prihaja do nenadnega zagozdenja in neurejenega gibanja kroglic.



Običajni tip - proste kroglice

Urejeno in usmerjeno gibanje kroglic omogoča plastična kletka, ki drži kroglice v formaciji. To omogoča enakomerno kroženje v vozičku. Kletka preprečuje zagozdenje kroglic kot posledico nenadnega trenja in zagotavlja enakomerno gibanje.

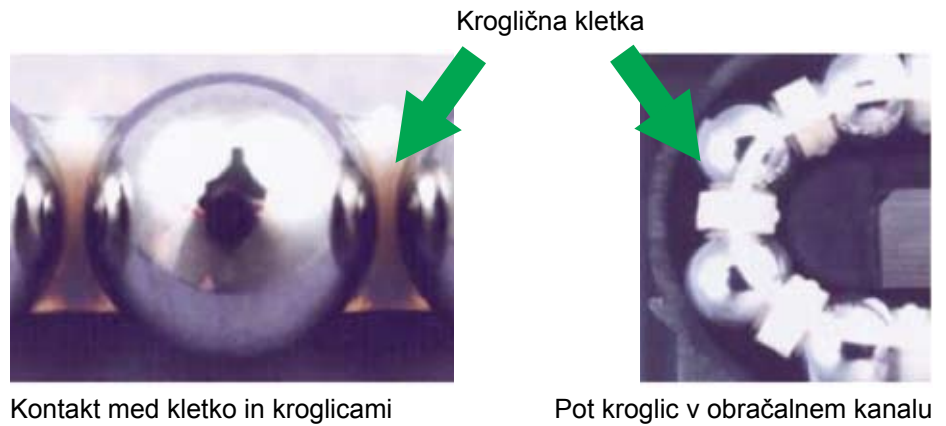
Kletka vodi kroglice v brezkončni urejeni vrsti in omogoča kroženje kroglic in miren tek.



Kroglice vodene v verigi

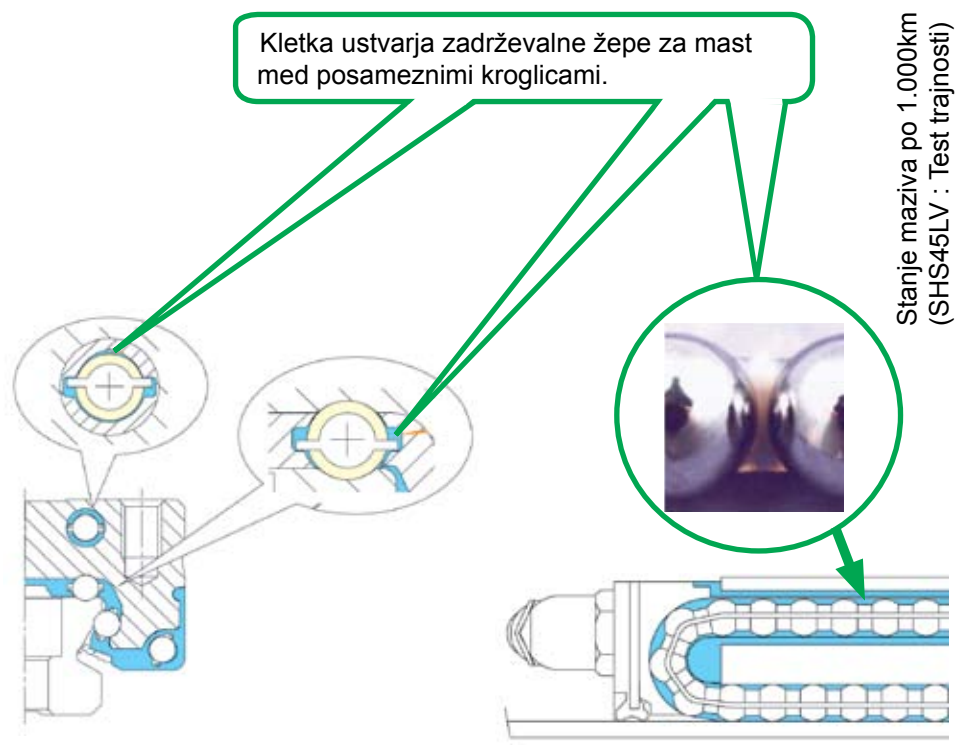
## PREDNOST 3: NADPOVPREČNA HITROST GIBANJA

Uporaba kletke preprečuje nastanek toplote kot posledice trenja med kroglicami in tako omogoča velike hitrosti gibanja.



## PREDNOST 4: DOLGOROČNO BREZ VZDRŽEVANJA OB DOLGI ŽIVLJENJSKI DOBI

Kletka je oblikovana tako, da med kroglicami nastanejo žepi v katerih se zadržuje mast. Le ta nepretrgoma maže kroglice, kar omogoča dolg interval med podmazovalnimi cikli in dolgo življenjsko dobo.

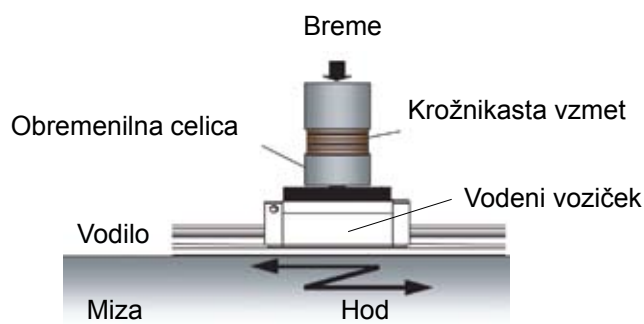




## DALJŠA ŽIVLJENJSKA DOBA S KROGLIČNO KLETKO

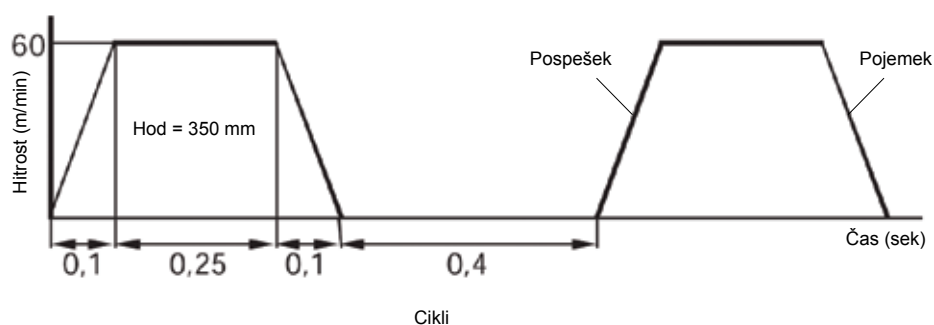
Kroglična kletka ne le, da omogoča linearnim vodilom dolgotrajno delovanje brez vzdrževalnih posegov, ampak tudi znatno podaljša življenjsko dobo celotnega sistema. Sledeči opis kaže postopek testiranja življenjske dobe linearnih vodil.

### A) OPREMA ZA TESTIRANJE



### B) TESTNI PARAMETRI

Parameter	Vrednost
Tip	SHS25V1SS+580LP
Število	32 kos
Obremenitev	11,1 kN/voziček (0,35C)
Površinski pritisk	2,664 MPa
Pospešek	10 m/s <sup>2</sup>
Mazanje	Litijeva mast št. 2 (samo začetno)

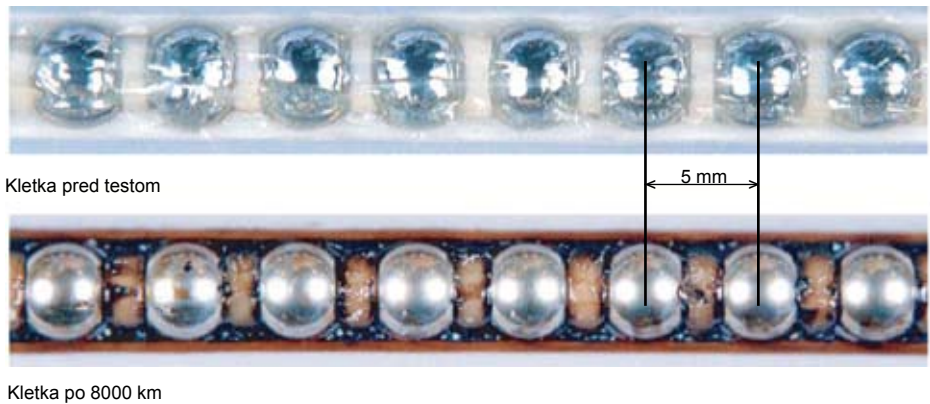


### 3. REZULTATI TESTIRANJA - STANJE KROGLIC

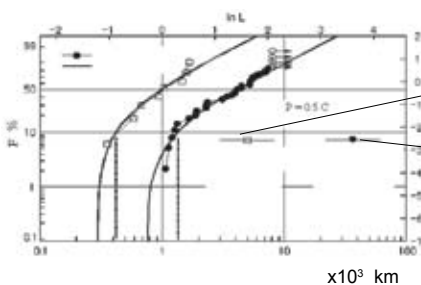
Stanje ostanka masti po trajnostnem testu.

Nominalna življenska doba  
 $L_{10} = 400$  km.

Po opravljenem testu je v kletki še vedno dovolj masti.



### D) PRIMERJAVA TRAJNE DINAMIČNE NOSILNOSTI



HSR25A  
 Mazanje na 100km

SHS25V  
 Samo začetno mazanje

Diagram prikazuje primerjavo trajne dinamične nosilnosti za linearno vodilo s prostimi kroglicami in vodilo s kroglično kletko.

Trajnostni test je pokazal daljšo življensko dobo za linearno enoto s kroglicami vodenimi v kletki v primerjavi z običajno izvedbo. Iz tega logično sledi višja dinamična nosilnost pri enotah s kroglično kletko.

### E) RAČUNSKI PRIMER

Trajna dinamična nosilnost (C)

Linearni sistem s kletko	Tip SHS25L	C=36,8 kN	$F_c = \frac{36,8}{27,2} = 1,3\text{-krat}$
Linearni sistem brez kletke	Tip HSR25L	C=27,2 kN	

Čas do prvega servisa (L)

Linearni sistem s kletko	Tip SHS25L	$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \times 50$	$L = \left(\frac{36,8}{13,6}\right)^3 \times 50 = 990$ km	$F_L = \frac{990}{400} = 2,4\text{-krat}^*$
Linearni sistem brez kletke	Tip HSR25L			

\*Preračune za različne pogoje uporabe glejte v Glavnem THK katalogu.



## PODATKI ZA LM ENOTE S KROGLICAMI V KLETKI

### MERITVE KOTALNEGA UPORA

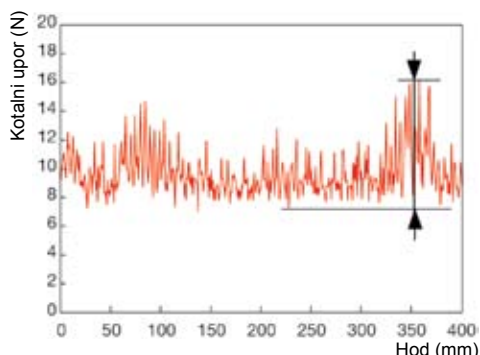


Diagram poteka nihanja kotalnega upora vodila brez kletke HSR25LR (pri 10 mm/sek)

Kroglična kletka zagotavlja usmerjeno gibanje in preprečuje grupiranje kroglic pri vstopu v povratni kanal vodenega vozička. To zagotavlja miren tek v vseh položajih vgradnje vodil. Majhna nihanja vrednosti kotalnega upora so rezultat velike natančnosti izdelave vodil.

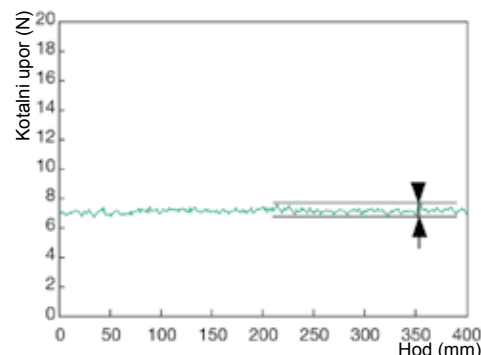
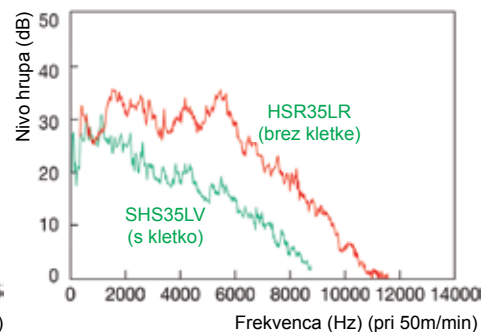
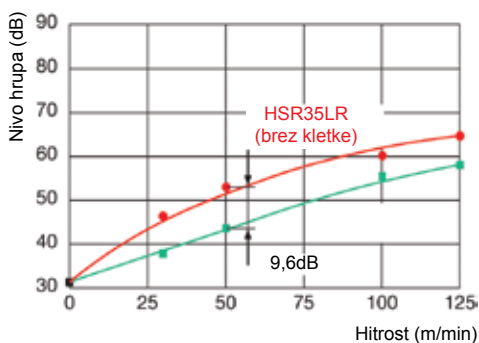


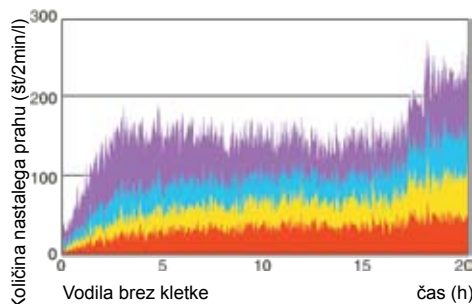
Diagram kotalnega upora vodila s kletko SHS25LV (pri 10 mm/sek)

### MERITVE NIVOJA HRUPA

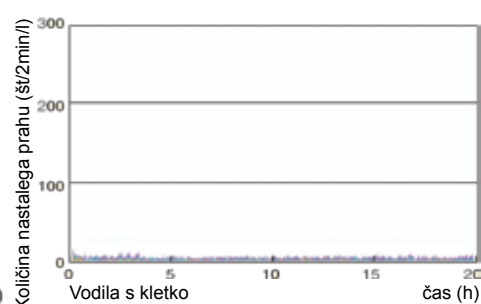
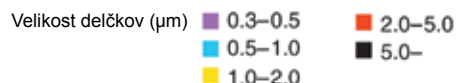
Primerjava hrupnosti vodi SHS35LV in HSR35LR



### MERITVE TVORBE PRAŠNIH DELCEV

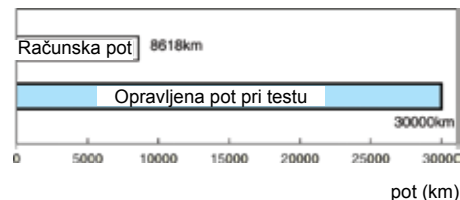


Uporaba kroglične kletke preprečuje trenja med kroglicami in s tem zmanjša obrabo kovinskih delov. To posredno zmanjša tvorbo prašnih delcev tudi preko 95% v primerjavi s konvencionalnimi linearnimi vodili.



### MERITVE TRAJNOSTI

Parameter	Vrednost
Tip	SHS65LVSS
Hitrost	200 m/min
Hod	2500 mm
Mazanje	samo začetno
Obremenitev	34,5 kN
Pospešek	15 m/s <sup>2</sup>

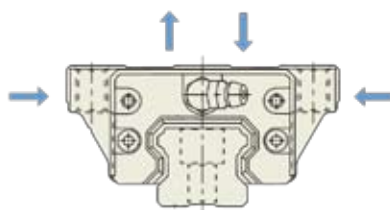


Po testu ni opaznih sprememb kletke, mast je še vedno prisotna med kroglicami.



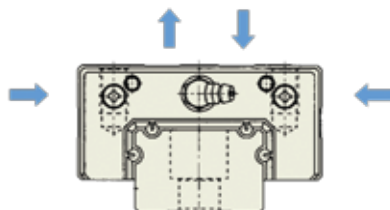
## TIPI IN PODROČJA UPORABE

Standard v svetu  
Tip SHS



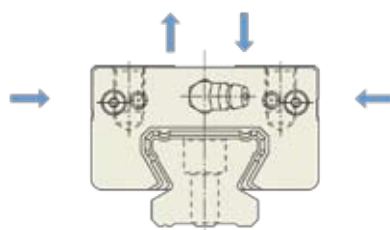
Obdelovalni centri  
NC- stružnice  
Vrtalni stroji  
Stroji za elektroerodijo  
Pogonski sklopi

Izvedba za velike obremenitve  
Tip SNR/SNS



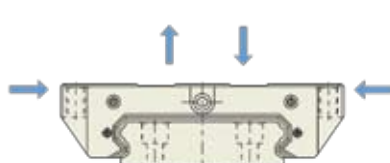
Obdelovalni centri  
NC stružnice  
Brusilniki  
5-osni obdelovalni centri

Radialna izvedba  
Tip SSR



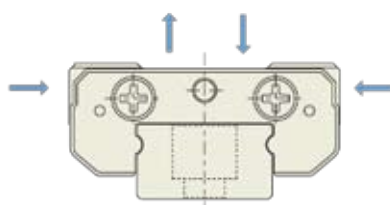
Brusilniki  
Oprema za proizvodnjo polprevodnikov  
Stroji za vrtanje tiskanih vezij  
3-osni merilniki  
Stroji za montažo čipov  
Medicinska oprema

Nizka/široka izvedba  
Tip SHW



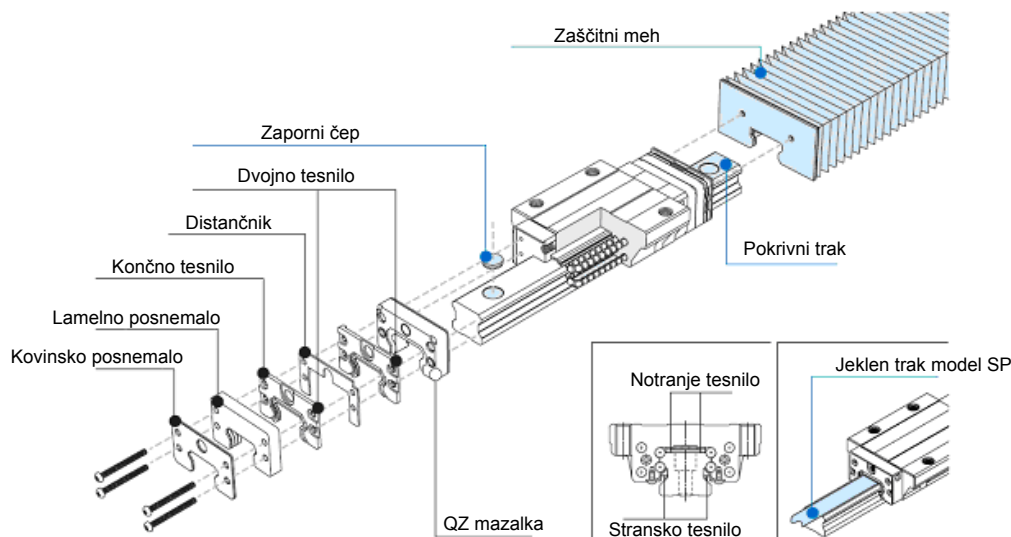
Stroji za vrtanje tiskanih vezij  
Oprema za izdelavo polprevodnikov  
Stroji za elektroerodijo  
Transportni sistemi  
Optične križne mize

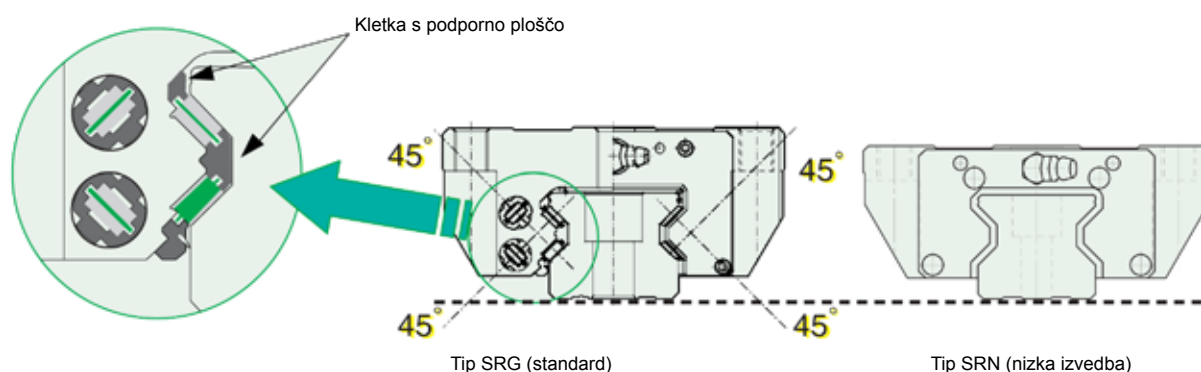
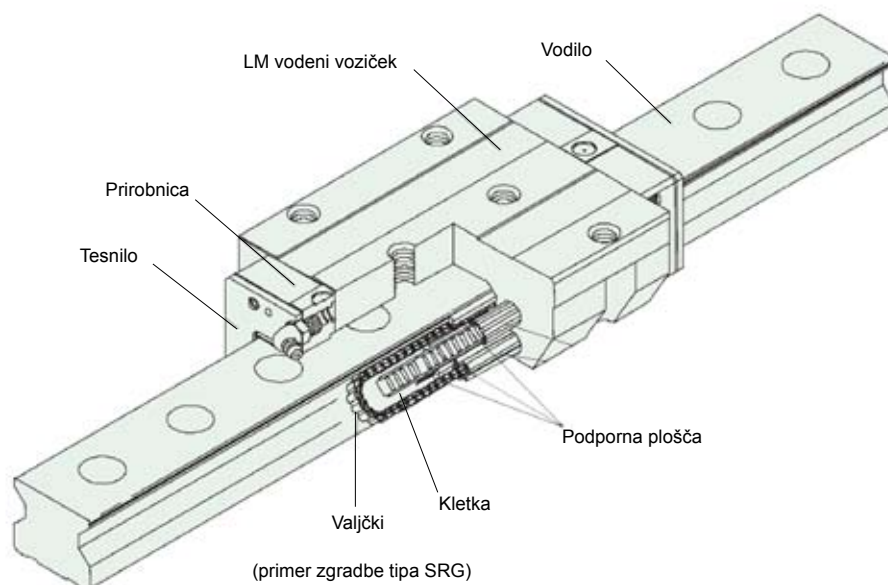
Lahka izvedba  
Tip SRS



Oprema za izdelavo polprevodnikov  
Optične križne mize  
Medicinska oprema  
Oprema za izdelavo tiskanih vezij

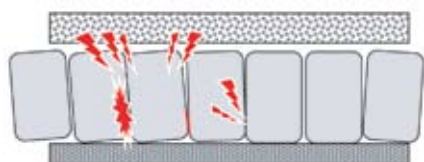
## DODATNA OPREMA



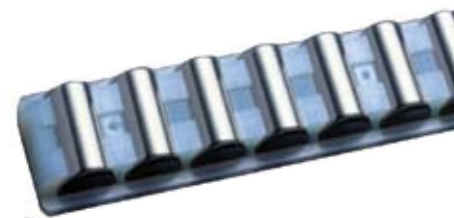


## POSEBNOSTI VALJČKOV VODENIH V KLETKI

### ONEMOGOČENO JE ZAGOZDENJE VALJČKOV



Uporaba kletke za vodenje valjčkov zagotavlja poravnano vrsto valjčkov. Onemogočeno je zagozdenje valjčkov in nihanje kotalnega upora. Kotalni upor se zmanjša in zagotovljen je miren tek.



### DOLG INTERVAL DELOVANJA

Uporaba valjčne kletke prepreči trenja med valčki in zagotovi zadrževanje maziva v žepih med valčki. Tako je stalno zagotovljena potrebna količina maziva na mestu, kjer je le ta najbolj potreben. Interval delovanja do prvega servisa je zelo dolg.

### IZJEMNA TOGOST VODIL

Ekstremno togost (npr tip SRG) zagotavlja uporaba valjčkov, ki imajo majhno tlačno deformabilnost zaradi optimalnega razmerja med premerom in dolžino. Valjčki so nameščeni pod kotom 45° in tako omogočajo enako togost v vseh smereh obremenitve.

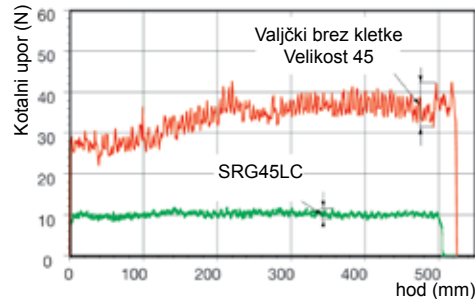
### STANDARDNE MERE

Ključne mere linearnih enot so skladne z merami tipa HSR. THK je kot pionir linearnih vodil s tipom HSR v svetu postavil globalni standard na tem področju.

## PODATKI ZA LM ENOTE S VALJČKI V KLETKI

### KOTALNI UPOR

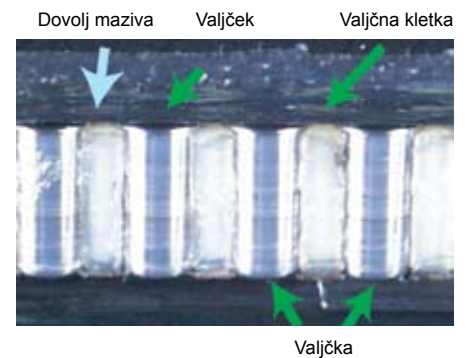
Uporaba valjčne kletke preprečuje trenje med valjčki in omogoča urejeno kroženje valjčkov brez zatikanja pri vstopu v obračalni lok.



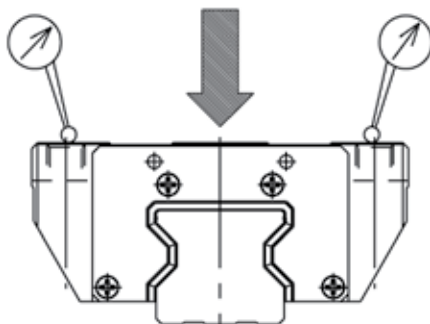
### DOLG INTERVAL BREZ VZDRŽEVANJA

Valjčna kletka omogoča, da mast ostaja v žepih med valjčki in med obratovanjem valjčke stalno maže po vsej tekalni dolžini.

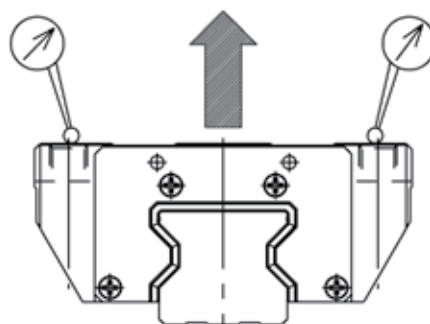
Parameter	Vrednost
Tip	SRG45LCC0
Hitrost	180 m/min
Pospešek	15 m/s <sup>2</sup>
Prednapetje	C0 točnost
Hod	2300 mm
Mazanje	samo začetno



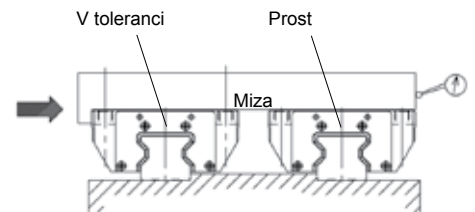
### ANALIZA IN VREDNOTENJE TOGOSTI



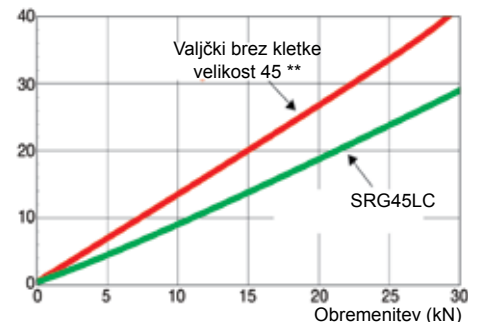
Osno



Povratno



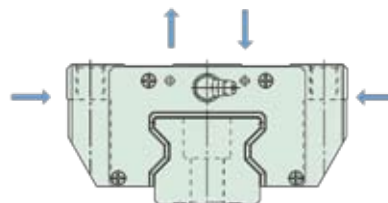
Prečno



\*prednapetje: C0  
\*\* prednapetje primerljivo z C0

## TIPI IN PODROČJA UPORABE

Vodila velike togosti  
Tip SRG/SRN



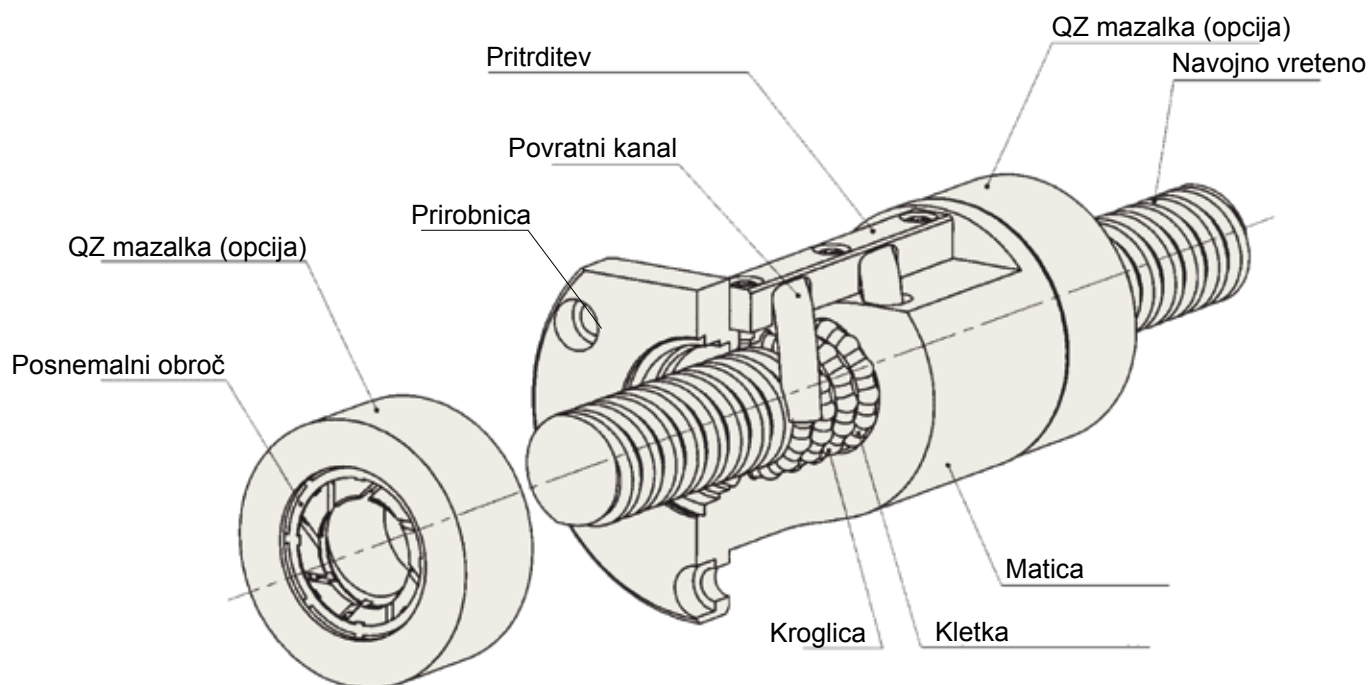
5-osni obdelovalni centri  
Visokoprecizni obdelovalni centri  
Strojna orodja za rezanje v težkih pogojih  
Visokoprecizne stružnice  
Orodjarski vrtnali stroji



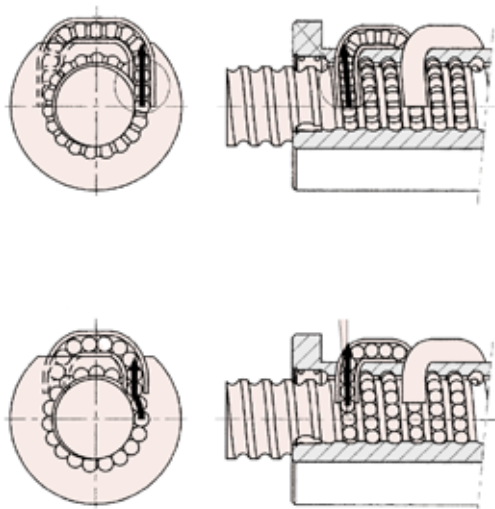
# NAVOJNA VRETENA

S kroglicami vodenimi v kletki

HENNLICH d.o.o.



## OPTIMALNO ZA VELIKE HITROSTI



Kroglična kletka omogoča vstop kroglic v obračalni lok tangencialno glede na vreteno in tako omogoča delovanje pri visokih hitrostih. Pri tipu SBK je vrednost DN (obod x število obratov) do 130.000. Tako tip SBK zagotavlja 2,2 krat večje hitrosti kot konvencionalne izvedbe vreten.



Struktura kroglične kletke

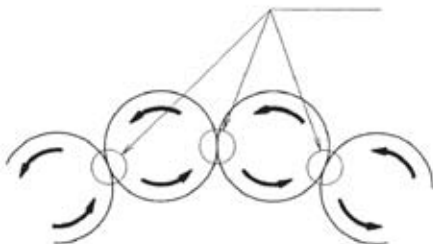
### TIHO DELOVANJE

Kroglična kletka preprečuje trke med kroglicami. Poleg tega kroglice tangencialno natekajo v obračalni lok, kar še dodatno prispeva h glatkemu in tihemu teku.

### DOLGO BREZ VZDRŽEVANJA

V vrzelih med kroglicami se formirajo žepi masti, ki omogočajo zadrževanje masti in tako zagotovijo dolg interval delovanja do prvega vzdrževalnega posega tudi v slučaju prisotnosti nečistoč in kemikalij v okolju. Že tako dolg interval do prvega vzdrževalnega posega lahko v primeru prisotnosti nečistoč ali kemikalij podaljšamo z uporabo dodatnega posnemala ali QZ mazalne enote.

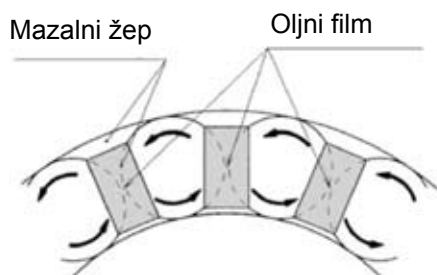
Točkovni kovinski kontakt



Konvencionalna struktura

### ENAKOMERNI VRTILNI MOMENT

Kletka zagotavlja kontrolirano in gladko gibanje kroglic. Pri tem se izboljša vrtilni moment krogelnega vretena. Prav tako se zelo zmanjša nihanje vrtilnega momenta in sunkovitost delovanja pogona ter pojavljanje lomnega momenta.



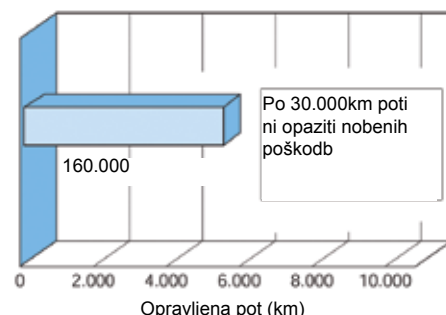
Nastanek mazalnega žepa



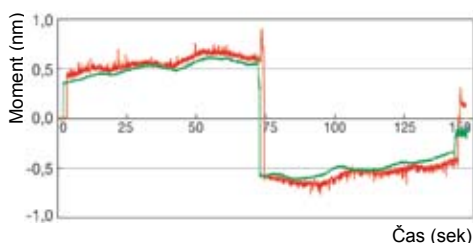
## TESTIRANJE ŽIVLJENJSKE DOBE

Testiranje življenjske dobe je bilo izvedeno z vretenom model SBK z mazalnim sistemom QZ. Operativni cikel je izbran z DN vrednostjo do 130.000 in sicer samo z enkratnim začetnim vnosom maziva !!

Parameter	Vrednost
Tip	SBK3620-7.6
Št. vzorcev	3
Maks. št. obratov	4200/min (DN vred. 160000)
Pospešek	10 m/s <sup>2</sup>
Hod	400 mm
Obremenitev	1,87 kN (samo prednapetje)
Mazanje	Multemp HRL mast (samo začetno)
Količina masti	8 cm <sup>3</sup>



## NIHANJE VRTILNEGA MOMENTA



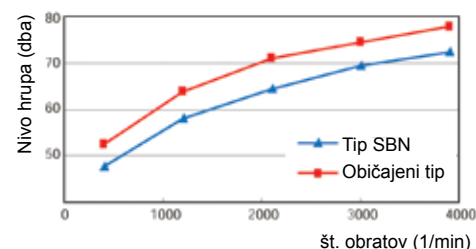
Parameter	Vrednost
Premer/korak	32/10 mm
Št. obratov	60/min
Hitrost	10 m/s
Hod	700 mm
Mazivo	Mobil Vactra št.2 olje

Kletka zagotavlja enakomerno hitrost pomikov in s tem točno pozicioniranje tudi pri majhnih hitrostih.

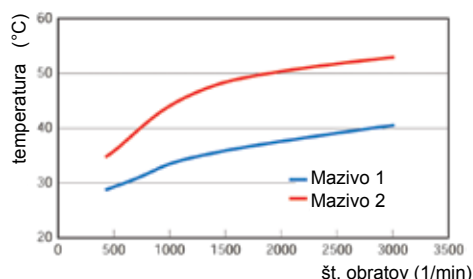
## GLASNOST DELOVANJA

Uporaba kroglične kletke zmanjša trenje med kroglicami in zagotavlja tiho delovanje.

Parameter	Vrednost
Premer/korak	32/10 mm
Hod	1000 mm
Mazivo	THK AFG mast



## SEGREVANJE MATICE IN VRETENA

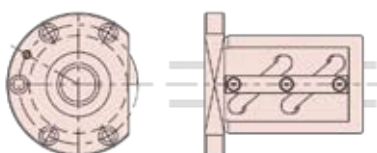


Parameter	Vrednost
Premer/korak	32/10 mm
Št. obratov	400-3000/min
Hod	400 mm
Mazivo 1	THK AFG mast
Mazivo 2	THK standardna mast

Uporaba kroglične kletke odpravi trenje med kroglicami in občutno zmanjša segrevanje tudi pri velikih hitrostih delovanja. Že tako majhno segrevanje je možno še dodatno zmanjšati z uporabo specialne masti tip AFG.

## TIPI IN PODROČJA UPORABE

Kroglična vretena za velike hitrosti  
Tip SBN/SBK



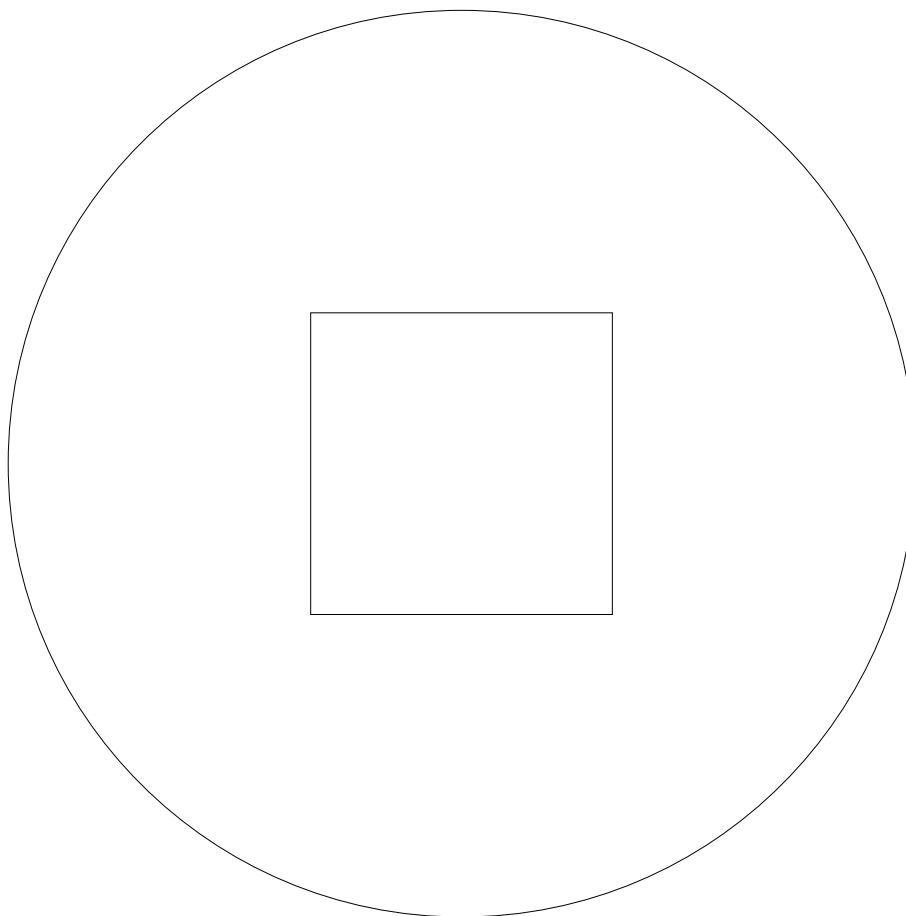
Obdelovalni centri za velike hitrosti obdelave  
Stroji za montažo čipov  
Stroji za vrtanje plošč tiskanih vezij  
Transportni sistemi s pomiki velikih hitrosti

## CD S KATALOGI IN RISBAMI

Na priloženem CD boste našli glavni THK tehnični katalog na 560 straneh in še 32 brošur z dodatnimi opisi posameznih skupin proizvodov.

Priložena so tudi navodila za montažo. Visoka točnost in dolga življenjska doba THK vodil sta zagotovljeni šele ob hkratni pravilni montaži.

Pomagali si boste lahko z datotekami 2D DXF ali si inštalirali 3D CAD knjižnico.



## INFORMACIJE NA SPLETU

Nekaj koristnih informacij lahko najdete na spletni strani našega podjetja [www.hennlich.si](http://www.hennlich.si), veliko več boste našli na [www.thk.eu](http://www.thk.eu)

Na voljo vam je tudi stran <https://tech.thk.com> z obsežno bazo informacij o izdelkih, tehničnih znanj in preračunov





**HENNLICH**



**HENNLICH** d.o.o.  
Podnart 33, 4244 Podnart  
tel.: 04/532 06 05  
faks: 04/532 06 20  
lin-tech@hennlich.si

www.hennlich.si