

+ Lineární vedení



# Lineární vedení – základní rozdělení

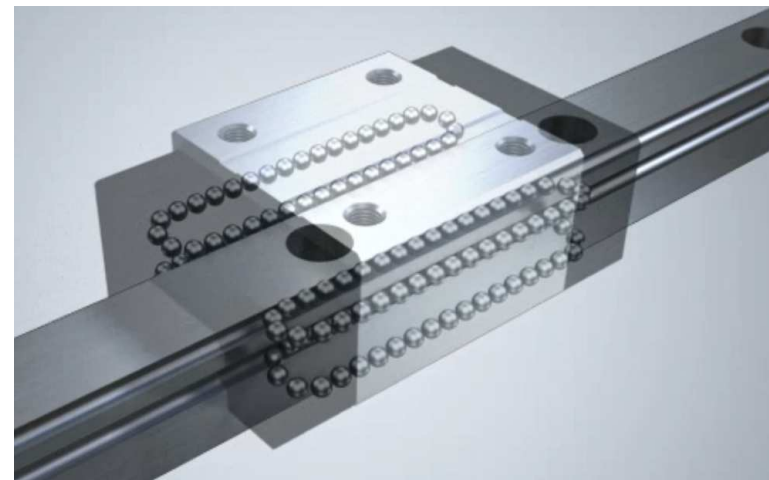
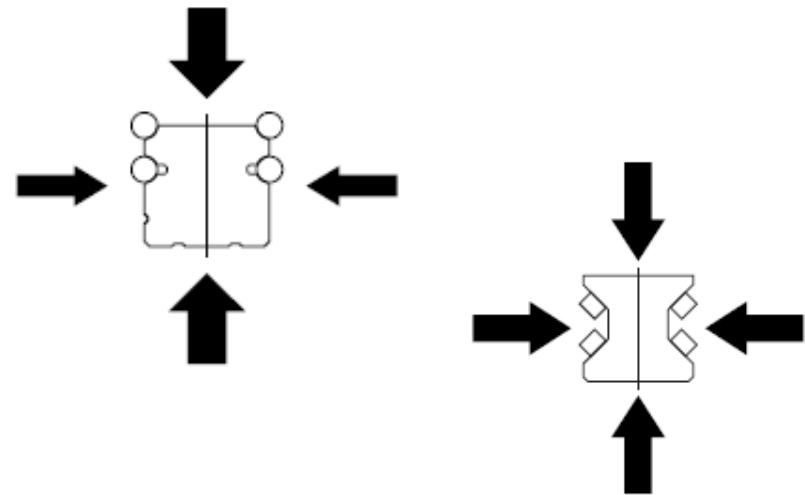
## Valivé lineární vedení a jeho základní rozdělení

Dle typu nosného elementu

- 1/ Kuličkové
- 2/ Válečkové

Dle možnosti „zaměnitelnosti“

- 1/ Zaměnitelné (vozík a kolejnice)
- 2/ Nezaměnitelné (sestava)



---

# Lineární vedení - dobré vědět

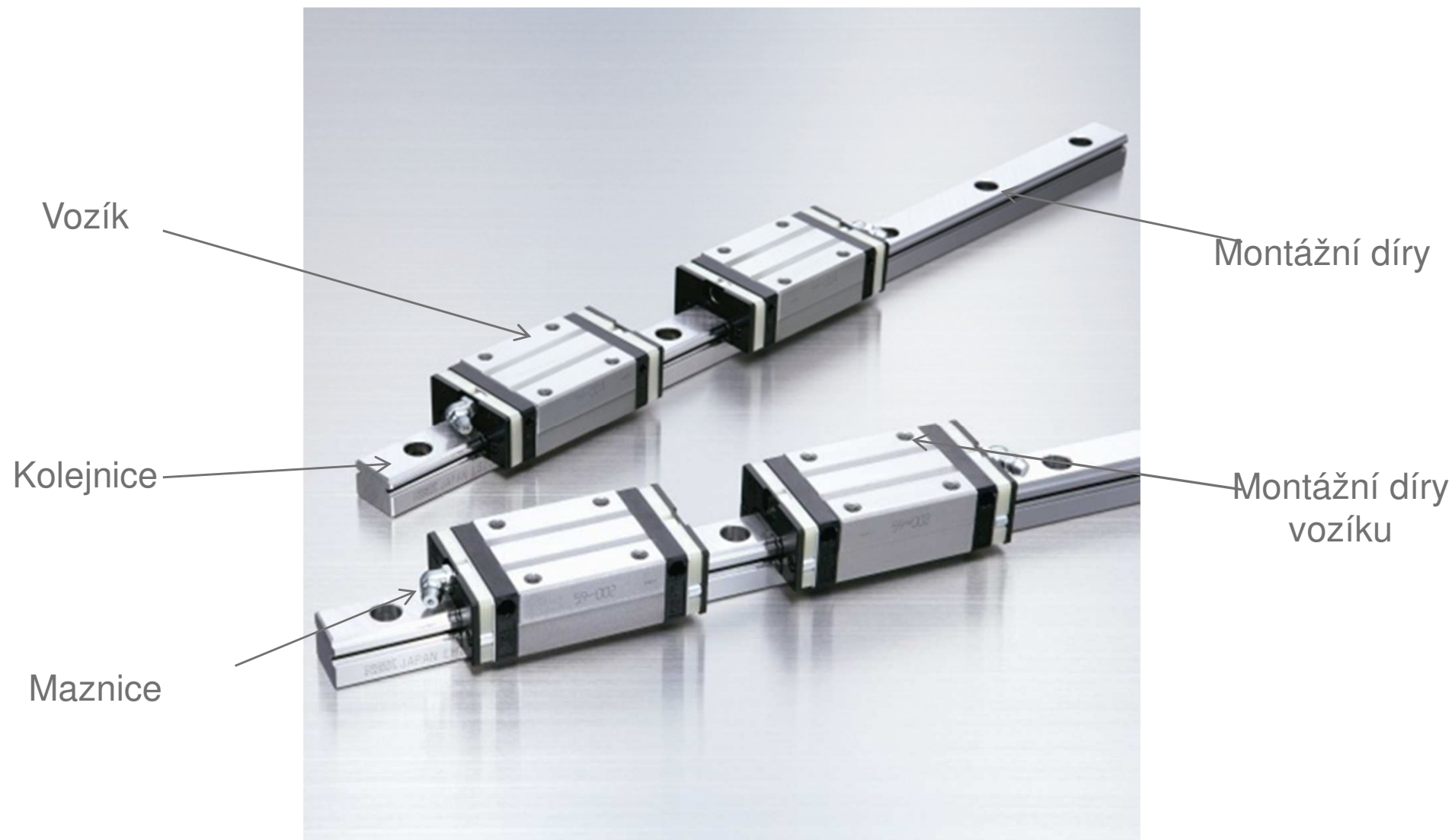
---

## Charakteristika:

- › Maximální přesnost pohybu
- › Vysoká únosnost
- › Vysoké rychlosti
- › Nízká hlučnost
- › Dlouhá životnost
- › Široká škála dostupných typů a řad
- › Vysoká přesnost

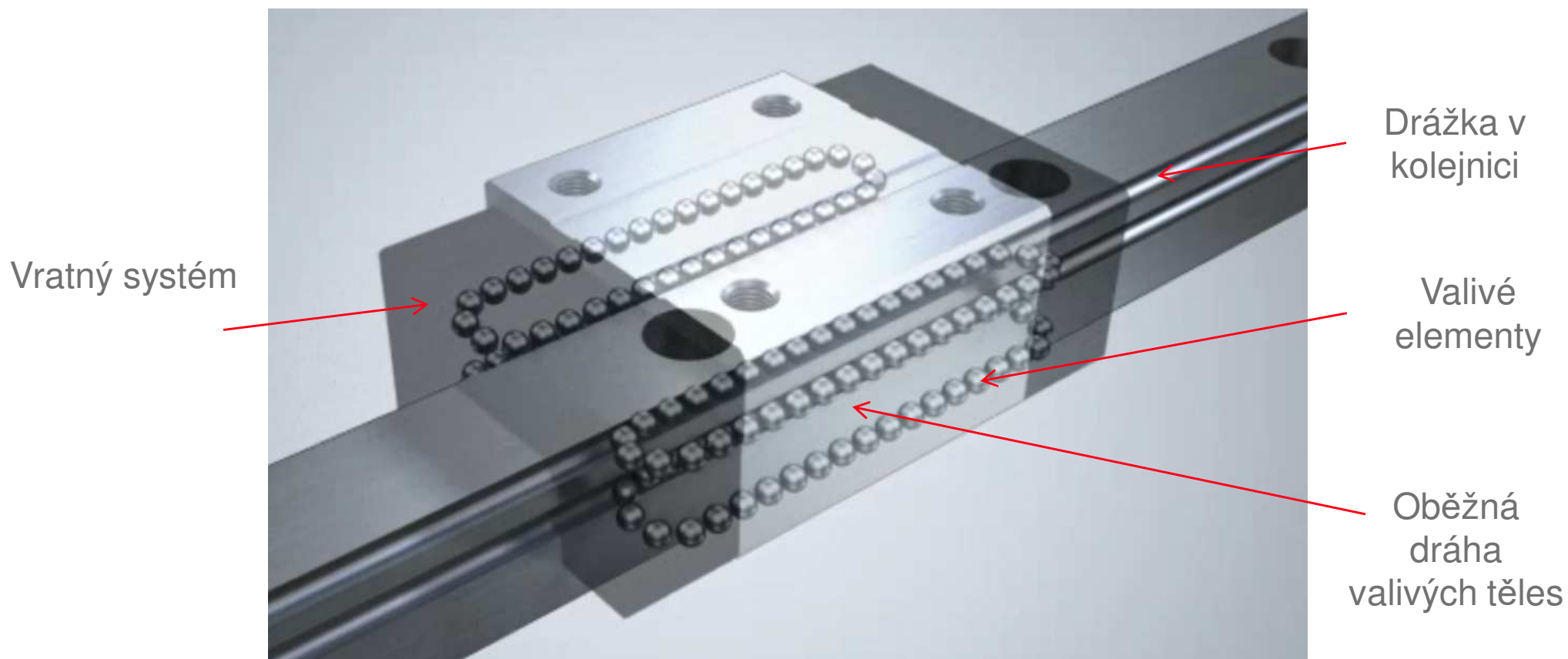


## Lineární vedení – komponenty



## Lineární vedení – jak pracuje?

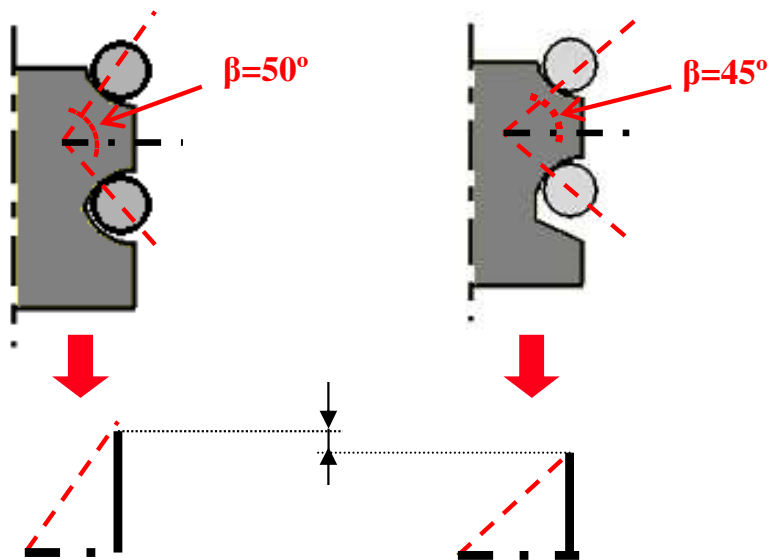
Funkce lineárního vedení spočívá v pohybu valivých těles, která zajišťují volný pohyb vozíku vzhledem ke kolejnici.



# Lineární vedení – konstrukce

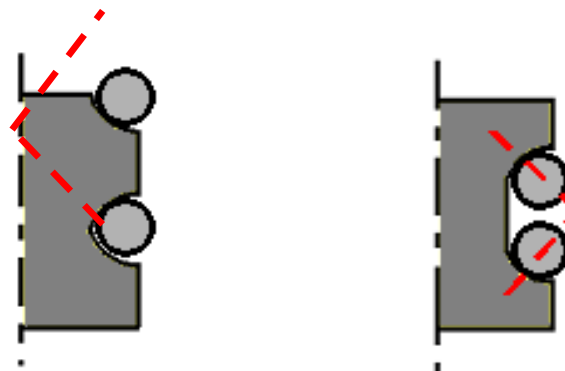
## Stykový úhel

**NSK**



- › Větší stykový úhel = vyšší vertikální únosnost

**NSK**



DF konfigurace (X) DB konfigurace (O)

- › DF konfigurace (X) má lepší naklápěcí schopnost
- › DF konfigurace (X) má vyšší tuhost

## Lineární vedení – požadavky na lineární vedení

| Požadavky na průmyslové stroje   | Požadavky na lineární vedení                              |
|----------------------------------|---|
| Provoz při vyšších rychlostech   | Vysokorychlostní vratný systém                            |
| Vyšší produktivita               | Delší posuvy při vyšších zatíženích                       |
| Delší životnost                  | Odolnost v náročných podmínkách                           |
| Menší rozměry strojních zařízení | Menší velikost vedení při zachování životnosti a zatížení |

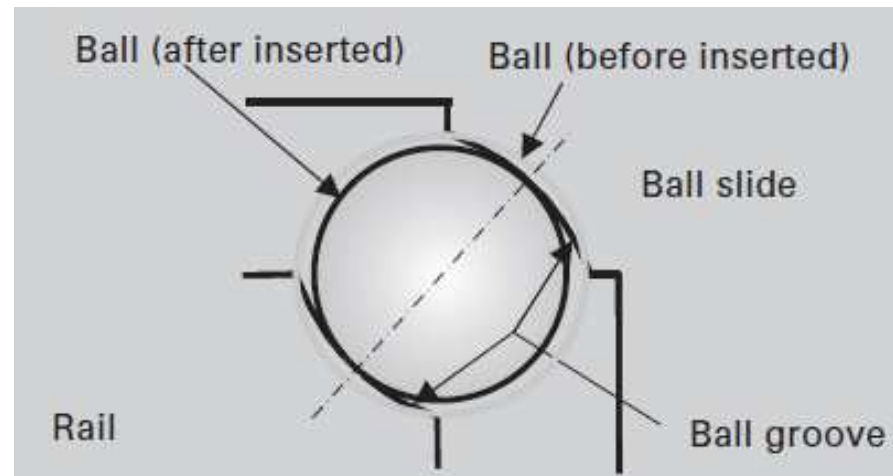
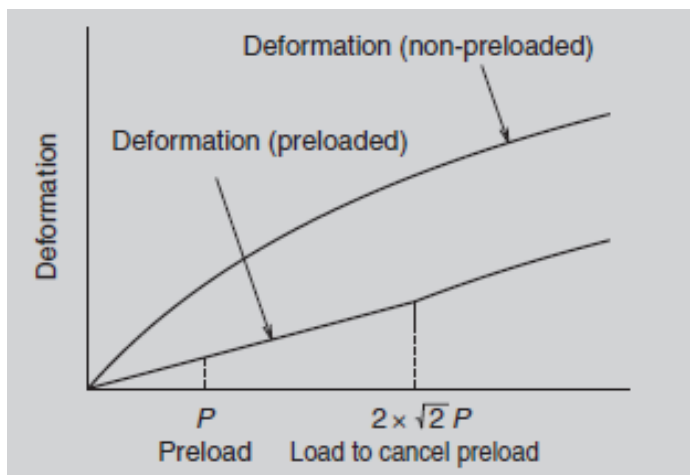
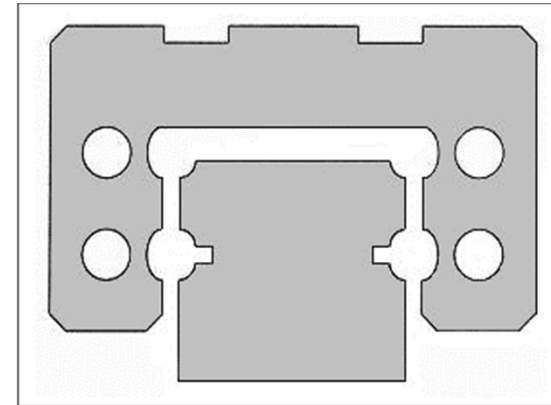
### Požadavek na lineární vedení s delší životností než u starších typů

- › Lineární vedení s výrazně delší životností
- › Lineární vedení pro vysoké rychlosti
- › Kompatibilní s předchozími řadami

# Lineární vedení - Předepnutí

## Co je předepnutí:

- › Eliminace vůle mezi nosným elementem a dráhou
- › Velikost předpětí se vyvozuje velikostí kuliček
- › Kuličky jsou větší než reálný prostor mezi dvěma drahami
- › Zvýšení celkové tuhosti systému x vyšší odpor systému
- › Eliminace plastických deformací



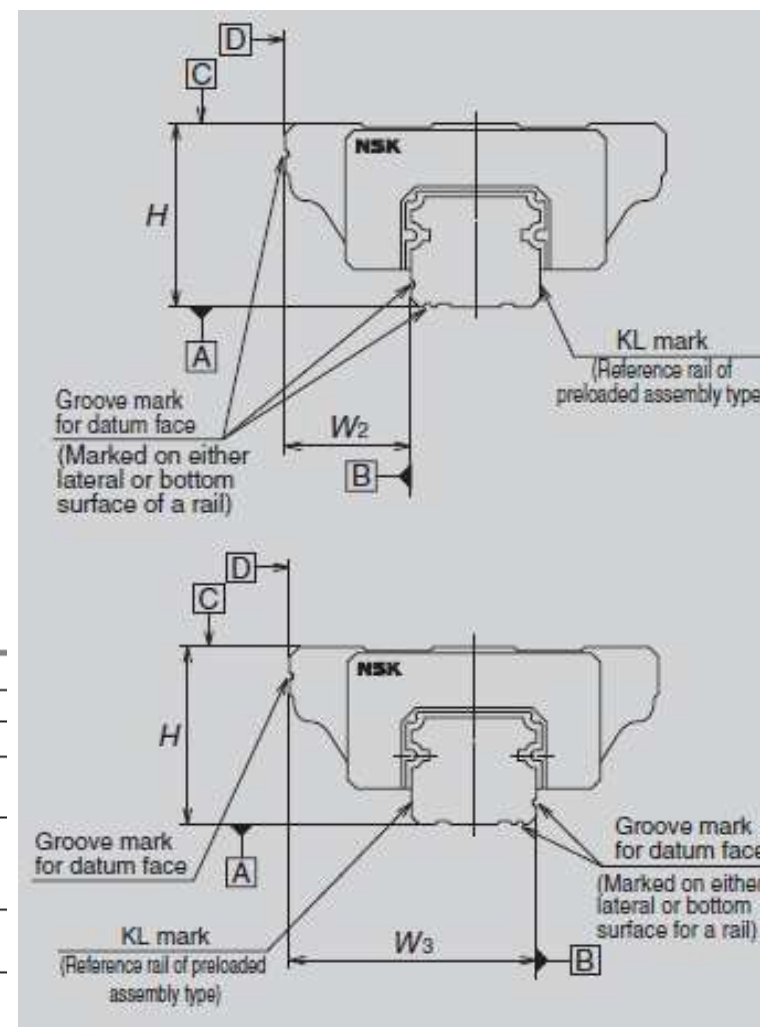


# Lineární vedení - Přesnost

## Co je přesnost:

- › Každá série je specifikována zvlášť
- › Třídy přesnosti
- › Normální = PC, PN
- › Přesná = P6
- › Vysoce přesná = P5
- › Super přesná = P4
- › Ultra přesná = P3

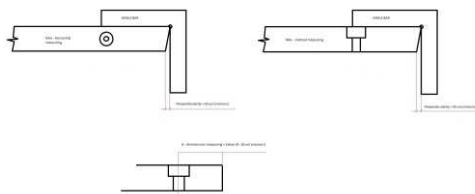
| Characteristics                                | Definition (Figures 4.1 and 4.2)   |
|--|--|
| Mounting height $H$                            | Distance from A (rail bottom datum face) to C (slide top face)   |
| Variation of $H$                               | Variation of $H$ in slides assembled to the rails of a set of linear guides  |
| Mounting width $W_2$ or $W_3$                  | Distance from B (rail side datum face) to D (slide side datum face).<br>Applicable only to the reference linear guide.                                       |
| Variation of $W_2$ or $W_3$                    | Difference of the width ( $W_2$ or $W_3$ ) between the assembled slides which are installed in the same rail. Applicable only to the reference linear guide. |
| Running parallelism of slide, face C to face A | Variation of C (slide top face) to A (rail bottom datum face) when slide is moving.  |
| Running parallelism of slide, face D to face B | Variation of D (slide side datum face) to B (rail side datum face) when a slide is moving.   |



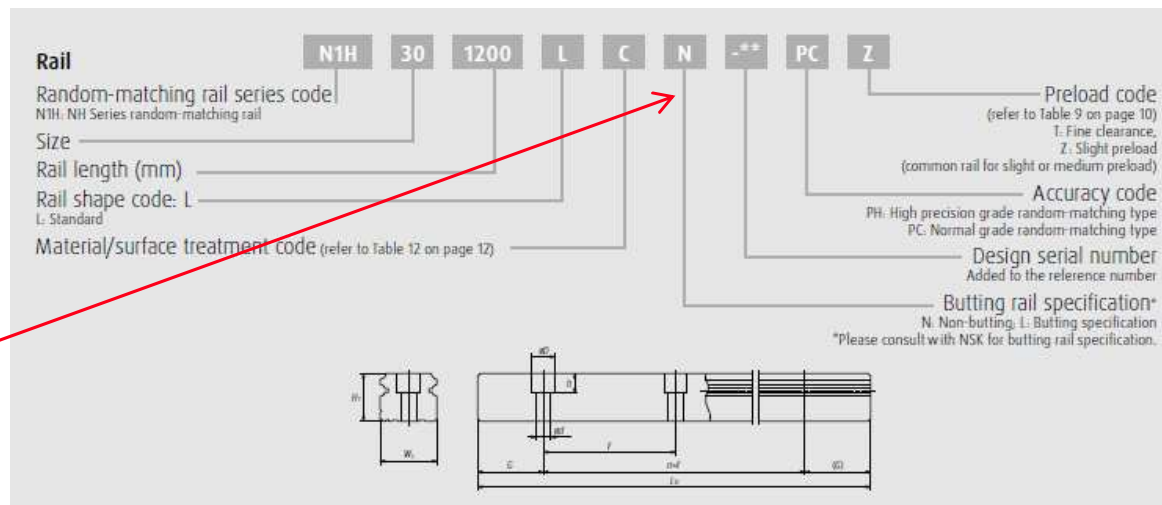
# Lineární vedení – Délka kolejnice

## Délka kolejnice – jak na to?

- ›Každý typ má omezenou maximální délku kolejnice
- ›Pokud potřebuji delší vedení než je maximální délka, musím to v objednávce uvést a specifikovat. Jak?



L = Butting



| Series | Material                  | Size |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        |                           | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 45   | 55   | 65   |
| NH     | Special high carbon Steel | 2980 | 3960 | 3960 | 4000 | 4000 | 3990 | 3960 | 3900 |
|        | Stainless steel           | 1800 | 3500 | 3500 | 3500 |      |      |      |      |
| NS     | Special high carbon steel | 2920 | 3960 | 3960 | 4000 | 4000 |      |      |      |
|        | Stainless steel           | 1700 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |      |      |      |

---

# Lineární vedení – Statická únosnost Co

---

## Co je statická únosnost:

- › Základní hodnota statické únosnosti je veličina daná velikostí statického zatížení, při kterém nastává **trvalá plastická deformace o velikosti 0,0001** násobku průměru valivého tělesa.
- › Maximální statické zatížení působící na lineární vedení nesmí převýšit základní statickou zatížitelnost. Pro lineární vedení, které není v pohybu, je nutno toto statické zatížení kontrolovat a je nutné brát v úvahu i bezpečnostní faktor, který závisí na provozních podmínkách.
- › Hodnoty pro statickou únosnost jsou uvedeny v rozměrových tabulkách.
- › Trvalé deformace = hluk, vibrace = výrazné snížení životnosti
- › Čím je větší statické únosnost, tím větší je odolnost lineárního vedení proti náhlým a nárazovým silám

# Lineární vedení – Dynamická únosnost C

## Co je dynamická únosnost?

- › Dynamická únosnost je zatížení, které se nemění ve směru ani velikosti a výsledkem je nominální životnost 50 km provozu u kuličkového a 100 km provozu u válečkového lineárního vedení.
- › Hodnoty pro dynamickou únosnost každého lineárního vedení jsou uvedeny v rozměrových tabulkách.
- › Jedná se o hodnotu, kterou používáme pro výpočet životnosti lineárního vedení.

$$\text{For balls as rolling element : } L = 50 \times \left( \frac{C}{F} \right)^3$$

$$\text{For rollers as rolling element : } L = 50 \times \left( \frac{C}{F} \right)^{\frac{10}{3}}$$

$L$  : Rating fatigue life (km)

$C$  : Basic dynamic load rating (N) (50 km)

$F$  : Load to a slide (N)  
(dynamic equivalent load)

---

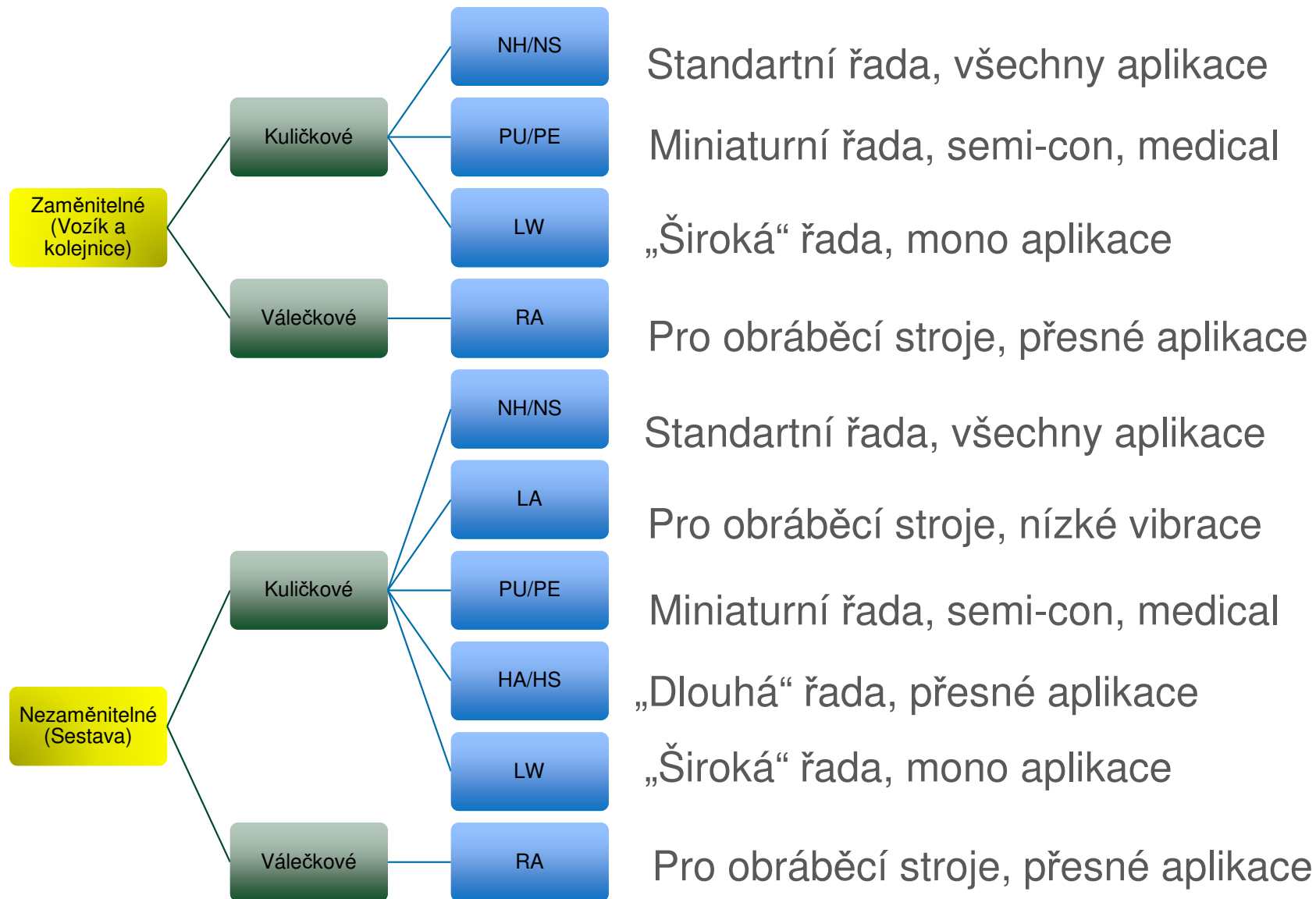
# Lineární vedení – Dynamická únosnost C a vliv na životnost

---

## Jaký je vliv C na životnost lineárního vedení?

- › Dynamická únosnost souvisí pouze se životností vedení, čím větší je hodnota dynamické únosnosti, tím větší je očekávaná životnost vedení
- › Dvojnásobné zvýšení C = 8 x větší životnost
- › 26 % zvýšení C = 2 x větší životnost
- › Snížení zatížení na 50 % = 8 x větší životnost
- › **Pro správně navržené lineární vedení by životnost měla vždy překročit 5 let provozu nebo 3 000 km.**

# Lineární vedení – Výrobní řady



# Lineární vedení – řada NH/NS

## > **Koncept**

- > Prodloužení životnosti předchozí řady LH/LS
- > Zvýšení únosnosti díky vylepšené vnitřní konstrukci
- > Vyšší rychlosti - materiálová a konstrukční inovace vratného systému

## > Charakteristiky

### Životnost

Delší provozní životnost díky zvýšené dynamické únosnosti

### Miniaturizace

Menší rozměry při zachování životnosti

### Zaměnitelnost

Zástavbové rozměry identické s LH/LS

### Variabilita

Mazací jednotka "NSK K1" a těsnění

### Integrace typů vozíků

Pouze univerzální provedení přírubových vozíků



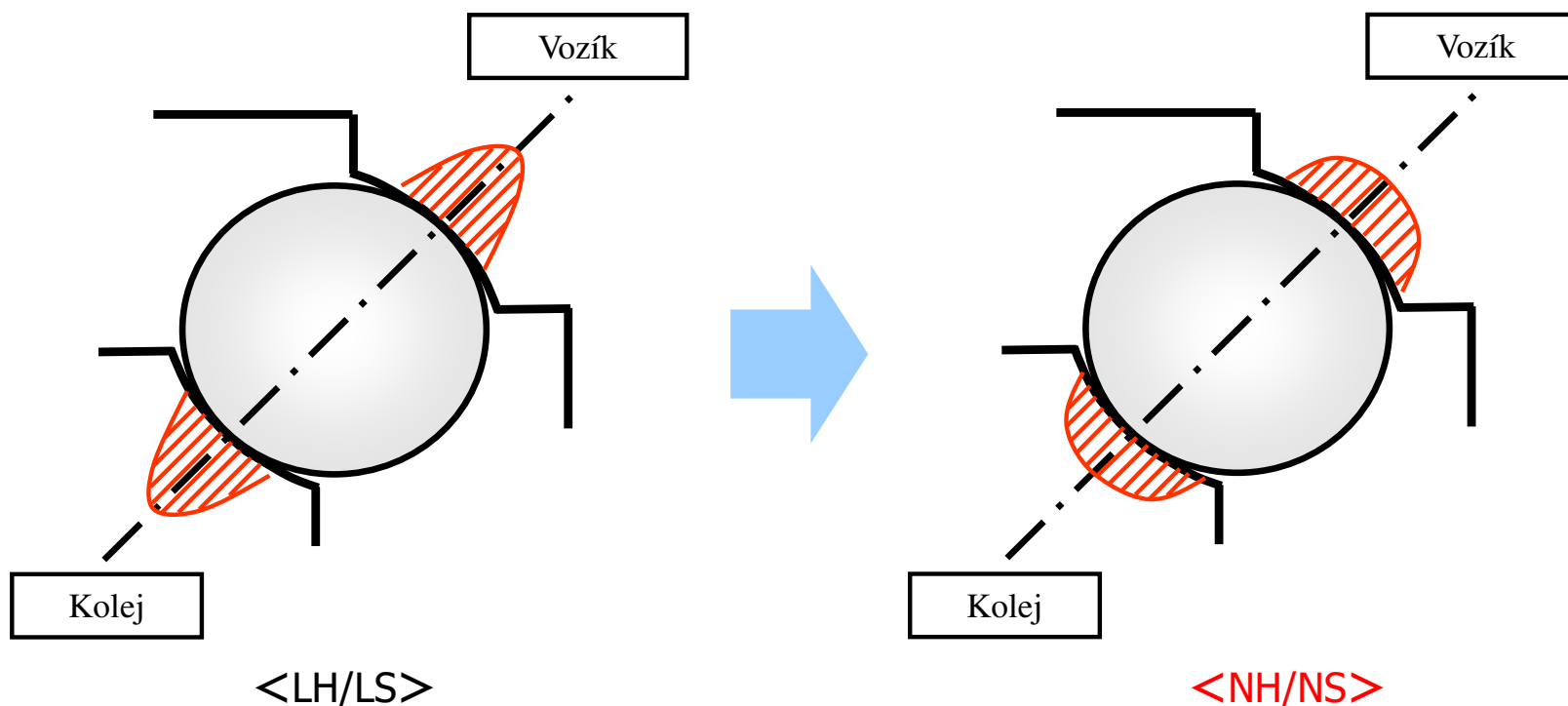
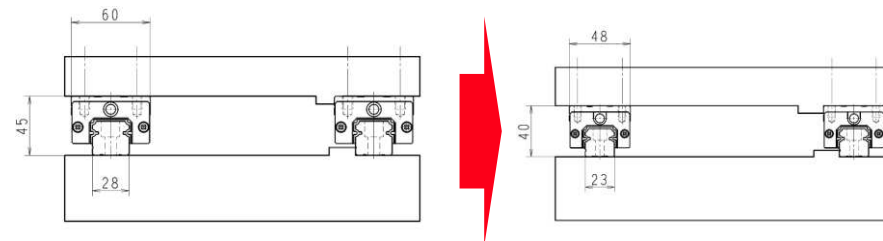
## > Rozměry

| Series    | Size                                   |
|-----------|--|
| <b>NH</b> | #15, #20, #25, #30, #35, #45, #55, #65 |
| <b>NS</b> | #15, #20, #25, #30, #35                |

# Lineární vedení – řada NH/NS

## Inovace

- › Zvýšení dynamické únosnosti
- › Nová geometrie drážky v koleji a vozíku
- › Snížení napětí na nosné ploše =



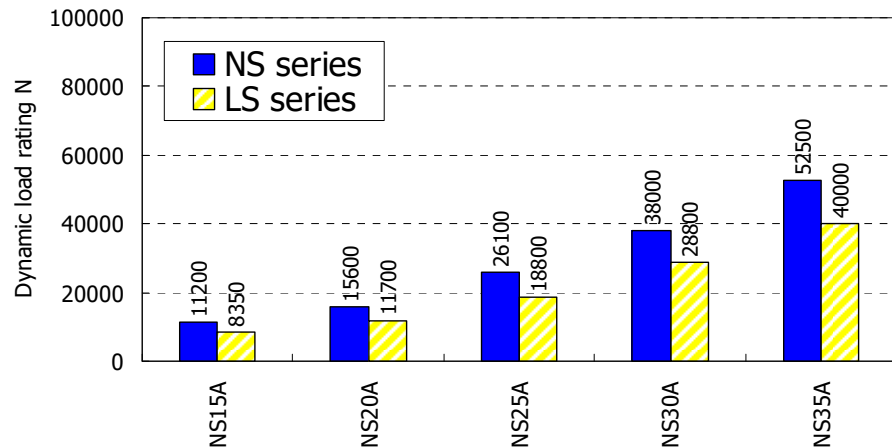
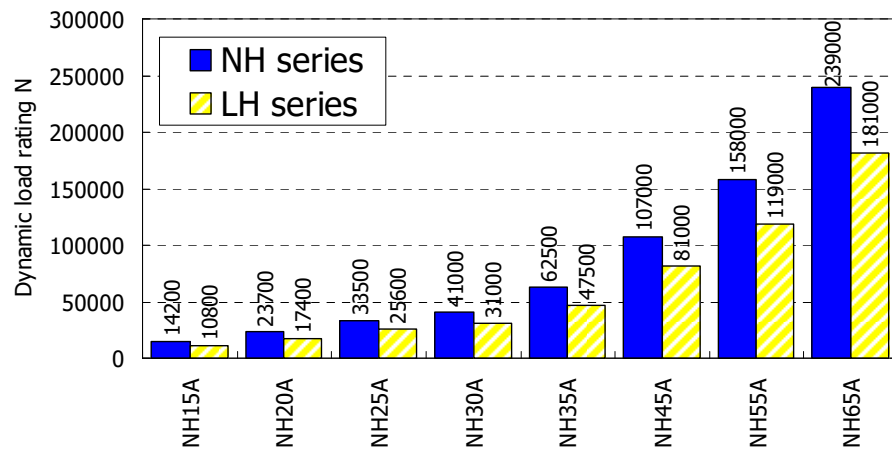


# Lineární vedení – Nahrazení řad LH/LS řadami NH/NS

## Dynamická únosnost a únavová životnost

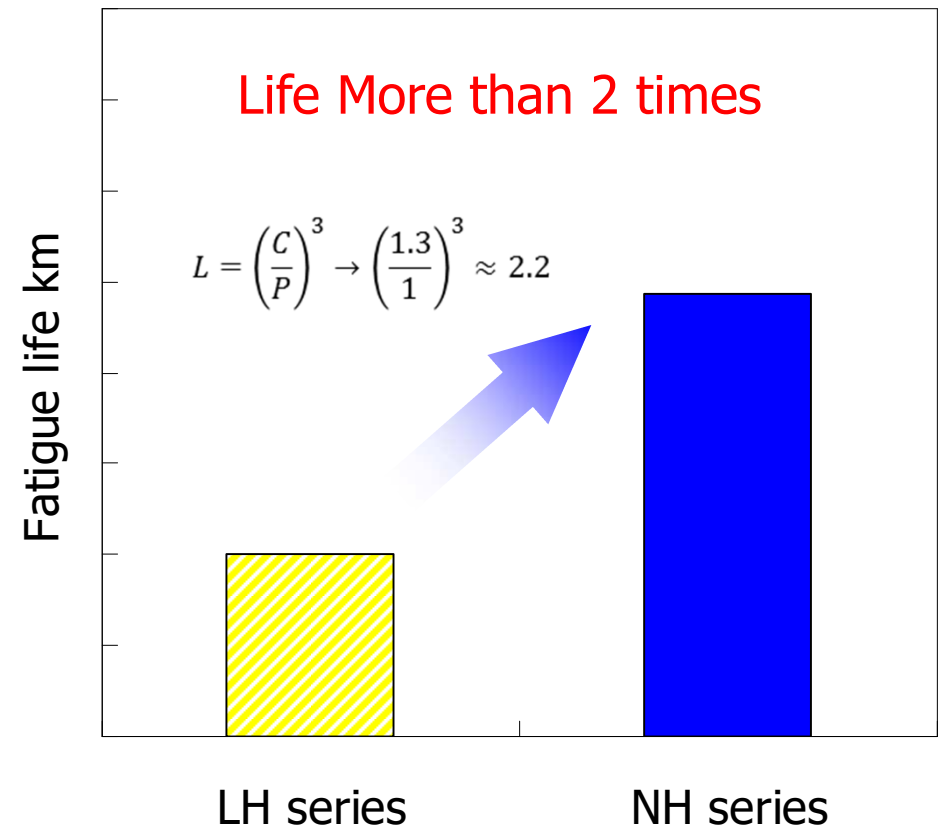
### Porovnání dynamické únosnosti

- › Dynamická únosnost zvýšena o více než 30%
- › Porovnávací test proveden se standardním vozíkem AN



### Test únavové životnosti

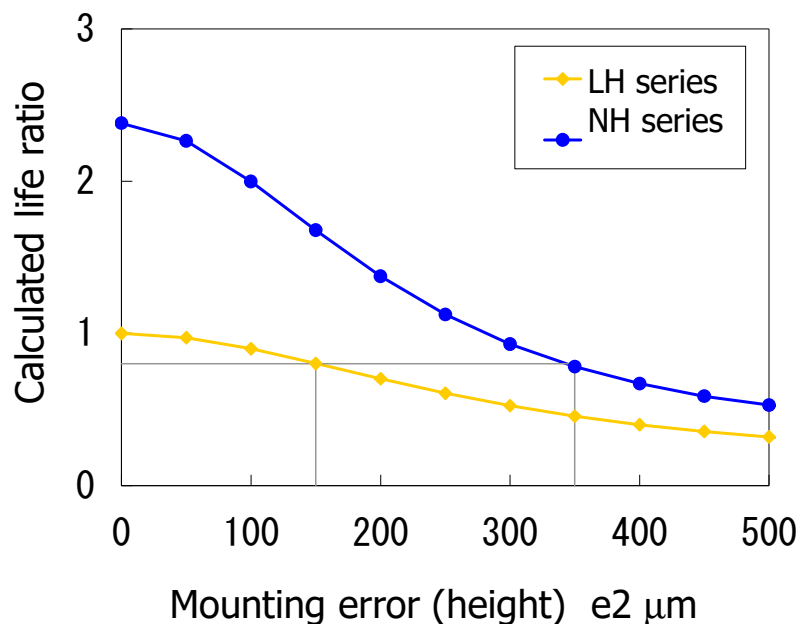
- › Více než dvojnásobná životnost ve srovnání s řadou LH/LS



# Lineární vedení – řada NH/NS

## Montážní tolerance

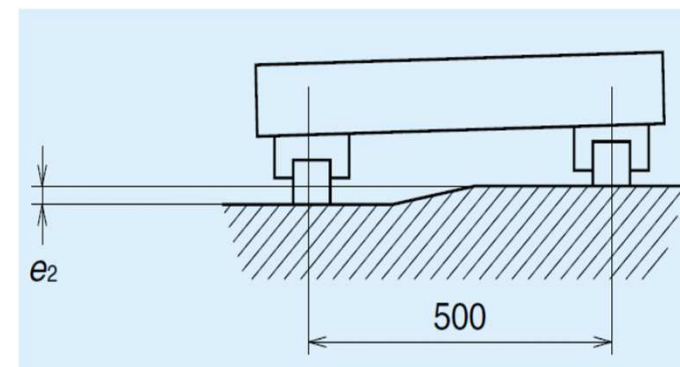
- › Díky dlouhé životnosti lze montáž NH/NS provést s větší nepřesností
- › Větší flexibilita při náhodném párování vedení



**\*Příklad\*\***  
 NH25AN  
 LH25AN  
 ZT předpětí  
 Kompresní zatížení 2250N  
 (10%C of LH25AN)

**\*Výsledek\*\***  
 Montážní odchylka zajišťující  
 80% výpočtové životnosti  
 vedení LH25AN use  
 NH25: 350 $\mu\text{m}$  or less  
 LH25: 150 $\mu\text{m}$  or less

Povolená montážní odchylka



| Preload        | Permissible value of parallelism (height) in two rails |
|----------------|--|
| Z0, ZT         | 375 $\mu\text{m}$ /500mm                               |
| Z1, ZZ, Z3, ZH | 330 $\mu\text{m}$ /500mm                               |

## Lineární vedení – řada NH/NS

- Typorozměry
  - NH15, 20, 25, 30, 35, 45, 55, 65
  - NS15, 20, 25, 30, 35
  - Materiály: ocel, nerezová ocel
- Vysokorychlostní vratný systém jako standard
  - Nízká hlučnost, Klidný chod
  - Vyšší rychlosti posuvů
- Modifikovaná vnitřní konstrukce
  - Vyšší únosnost až o 30%. Více než dvojnásobná životnost ve srovnání s řadou LH/LS.
  - Možnost použití vedení menších rozměrů pro požadované parametry
- Vnější design stejný jako LH/LS
- Řada NH/NS je konformní se směrnicí RoHS
- NH & LH (NS & LS) koleje/vozíky lze kombinovat do sestav
  - Vozík NH lze použít na LH koleji, vozík LH lze použít na NH koleji.
  - Parametry v případě „mixu“ řad jako u LH/LS



# Lineární vedení – Řada NH – typy vozíků

- Všechna provedení úzkých vozíků:
  - AN, AL, BN, BL
- Přírubové vozíky:
  - EM (Standard)
  - GM (Vysoká zatížení, delší vozík)
- **Nadále nevyráběné přírubové vozíky**
  - EL/GL (montáž ze shora)
  - FL/HL (montáž ze spodu)
- Vozíky EM & GM lze použít pro montáž ze shora i ze spodu
- Zaměnitelné BOSCH 16xx, THK HSR...

| Series | Slide shape    | Shape/installation method | Load direction/capacity | Rolling element contact structure |
|--------|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| LH     | AN<br>BN       |                           |                         |                                   |
|        | AL<br>BL       |                           |                         |                                   |
|        | EM<br>GM       |                           |                         |                                   |
|        | EL<br>GL       |                           |                         |                                   |
|        | FL<br>HL       |                           |                         |                                   |
|        | High-load type |                           |                         |                                   |

# Lineární vedení – Řada NS – typy vozíků

• Všechna provedení úzkých vozíků:

- CL, AL

• Přírubové vozíky:

- JM (Střední zatížení)
- EM (Vysoké zatížení)

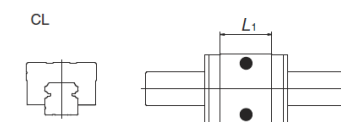
• Nadále nevyráběné přírubové vozíky

- JL/EL (montáž ze shora)
- KL/FL (montáž ze spodu)

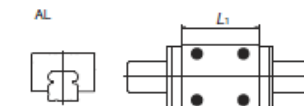
• Vozíky JM & EM lze použít pro montáž ze shora i ze spodu

| Series | Slide shape          | Shape/installation method | Load direction/capacity | Rolling element contact structure |
|--------|----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| LS     | CL<br>AL             |                           |                         |                                   |
|        | JM<br>EM             |                           |                         |                                   |
|        | <del>JL<br/>EL</del> | <del></del>               |                         |                                   |
|        | <del>KL<br/>FL</del> | <del></del>               |                         |                                   |

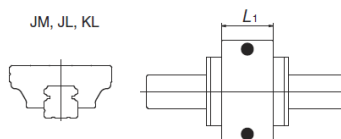
Medium-load type



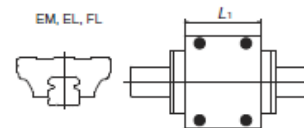
High-load type



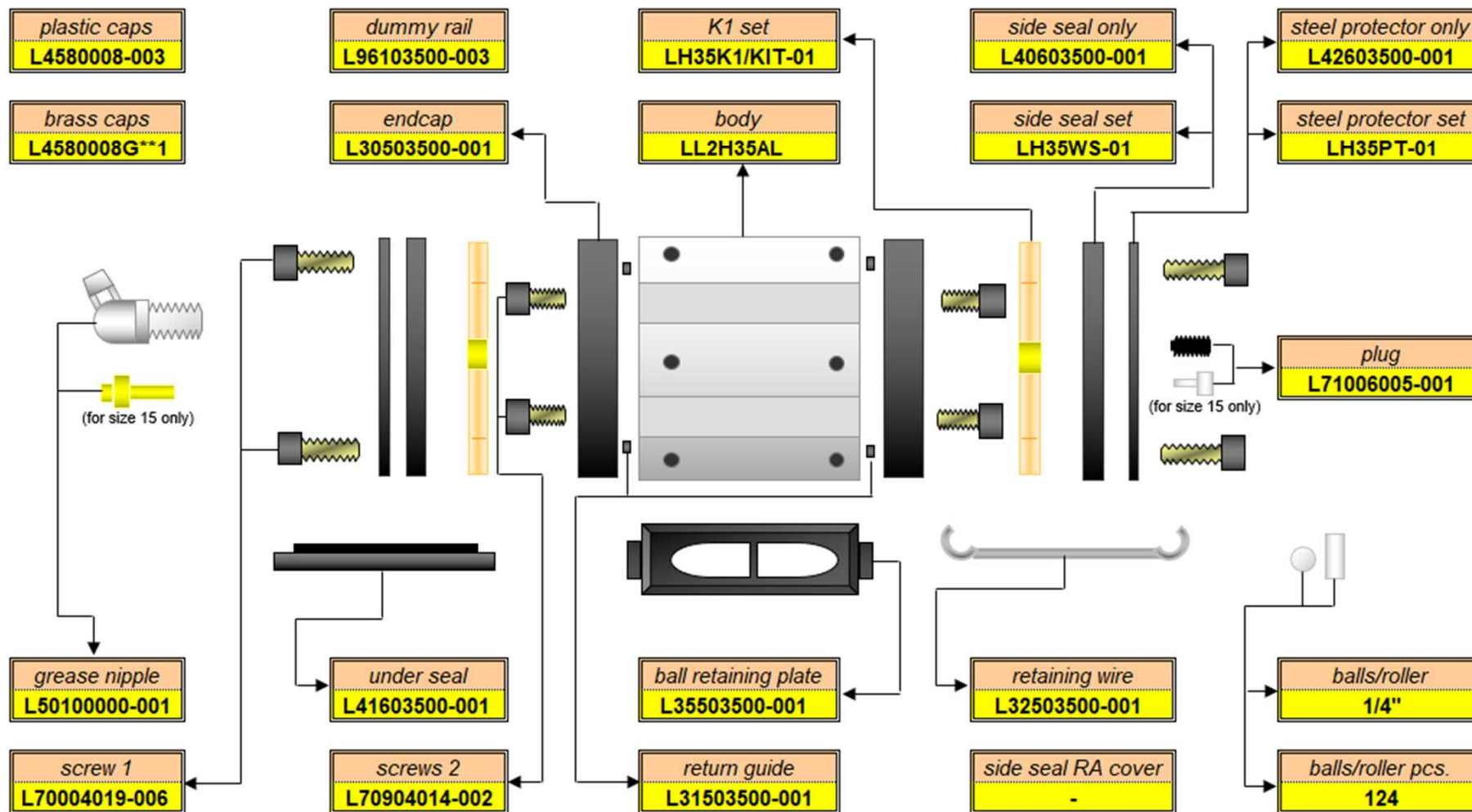
JM, JL, KL



EM, EL, FL



# Lineární vedení – Řada NH a NS příslušenství a stavba vozíku

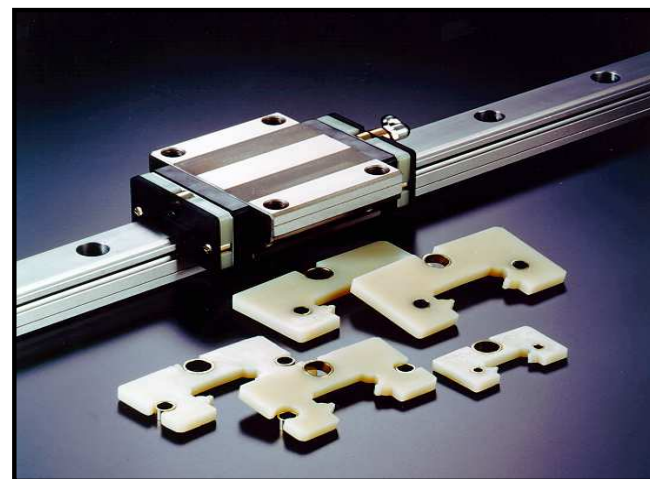


# Lineární vedení – Mazací jednotka NSK K1®

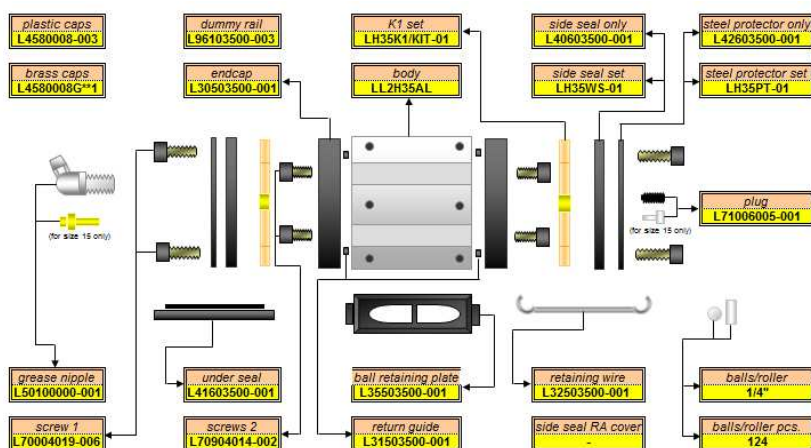
Mazací jednotka NSK K1 je tvořena 70% minerálního oleje a 30% porézní pryskyřice

## Výhody mazací jednotky K1® :

- › Bezúdržbový systém
- › Úspora mazacího oleje
- › Těsnící účinek s nízkým třením
- › Možnost použití pro speciální aplikace (potravinářství, zdravotnictví, etc.) FDA certifikát



## Dvojité těsnění a protector



Porézní pryskyřice obsahuje velké množství mazacího oleje, který je postupně uvolňován a zajišťuje mazání povrchu kolejnice a valivých elementů v místě kontaktu.

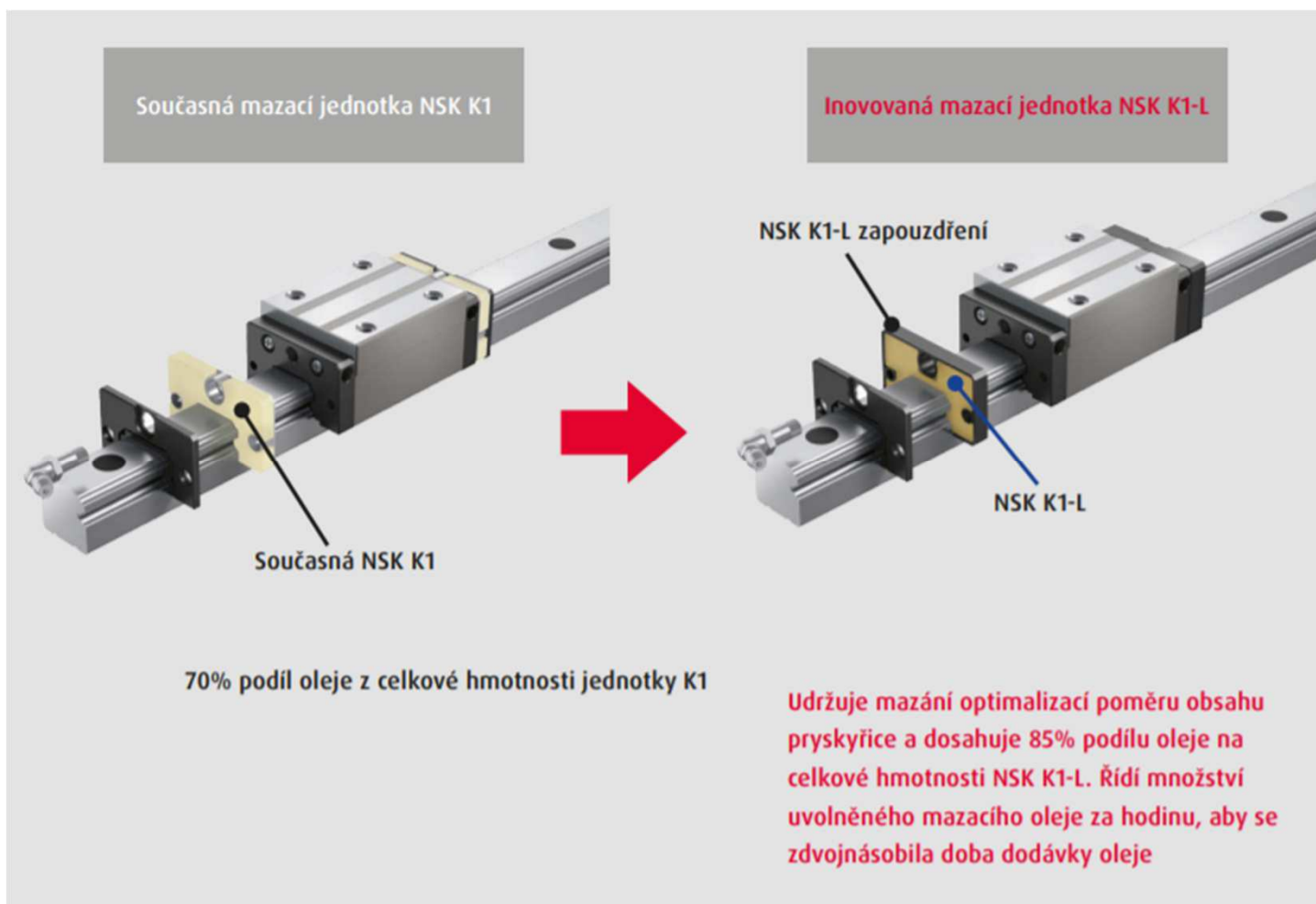
Vzdálenost [km]

NSK K1® 50,000

Bez NSK 79

## Lineární vedení – Mazací jednotka NSK K1-L®

Mazací jednotka NSK K1-L je tvořena z 85% minerálního oleje a 15% porézní pryskyřice





# Lineární vedení – Řady NH/NS značení - zaměnitelné

**(2) Systém značení zaměnitelných typů**

**Vozík**  
 Vozík pro zaměnitelný typ  
 NAH: Vozík NH pro zaměnitelný typ  
 Velikost  
 Typ vozíku  
 (viz. Obr. 2 na straně 6)

**Typy AN a BN**

**Typ AN**

**Typ BN**

**Kolejnice**  
 Kolejnice pro zaměnitelný typ  
 N1H: NH kolejnice pro zaměnitelný typ  
 Velikost  
 Délka kolejnice [mm]  
 Typ kolejnice: L  
 L: Standard  
 Materiál/úprava povrchu (viz. Tabulka 12 na straně 12)

**Volitelné označení**  
 -K: Osazeno mazací jednotkou NSK K1  
 -L: Osazeno mazací jednotkou NSK K1-L  
 -F: Nízkoteplotní chromování + tuk AS2  
 -FS0: Nízkoteplotní chromování + tuk LG2

**Předpětí**  
 Bez označení: Lehká vůle, Z: Lehké předpětí, H: Střední předpětí

**Materiál**  
 Bez označení: Speciální uhlíková ocel (NSK standard),  
 S: Nerezová ocel

**Předpětí**  
 (Viz tabulka 9 na straně 10)  
 T: Lehká vůle  
 Z: Lehké předpětí  
 (Standardní kolejnice pro lehké nebo střední předpětí)

**Třída přesnosti**  
 PH: Vysoce přesná pro zaměnitelný typ  
 PC: Normálně přesná pro zaměnitelný typ

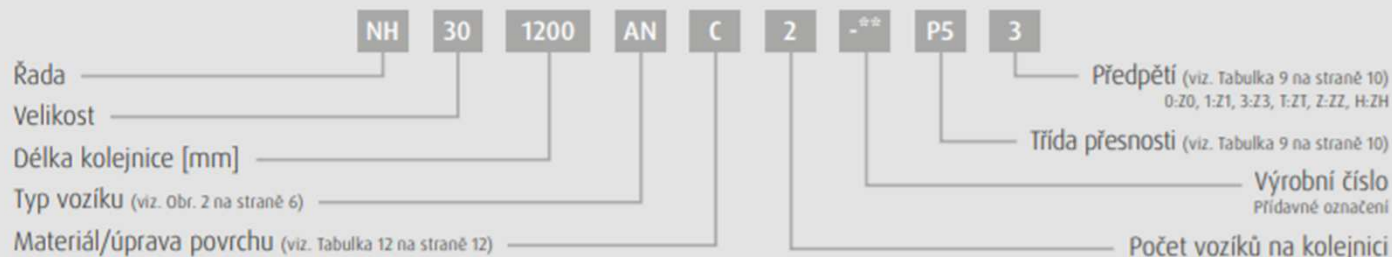
**Výrobní číslo**  
 Přídavné označení

**Napojování kolejnic\***  
 N: Bez napojování; L: Úprava pro napojování  
 \*V případě napojování kolejnice prosím kontaktujte NSK

The diagrams show the cross-sections of the carriage and the rail. The carriage diagram includes labels for width (W), height (H), and mounting hole positions (4-M x I). The rail diagram shows the profile with labels for width (W), height (H), and mounting hole positions (4-M x I). The rail diagram also shows the distance between mounting holes (L) and the distance from the mounting hole to the end of the rail (L1).

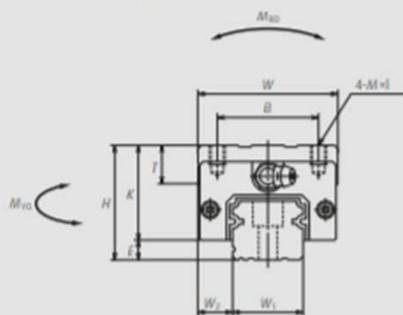
# Lineární vedení – Řady NH/NS značení - sestava

## (1) Systém značení sestav

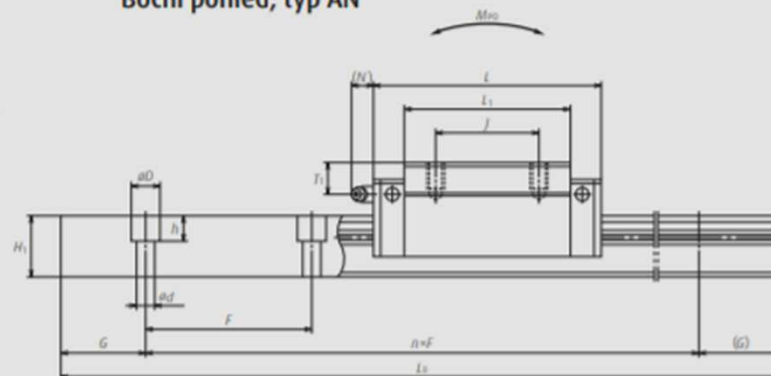


## Sestava (Nezaměnitelná předepnutá sestava, zaměnitelný typ)

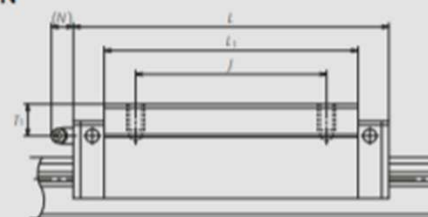
Přední pohled, typ AN, BN



Boční pohled, typ AN



Boční pohled, typ BN



# Lineární vedení – Řady NH/NS zaměnitelnost

Boschrail

## BOSCH rail only

series size specials acc. length  
 R\_1605 - 1 0 4 - 31 -

## NSK rail only

series size length rail-type material rail-end serial no. worksho acc.  
 N1H/N1S 15 L C N G01 =N/P PCZ

## specials

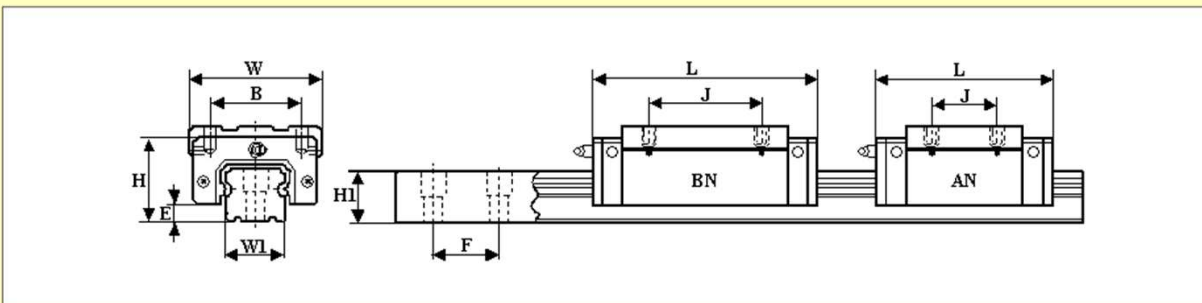
|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| rail      | rail with standard holes from above |
| caps      | with plastic caps                   |
| pcs/rails | one-pieces of rails                 |

## BOSCH slider only

series size preload acc. special  
 R\_1621 - 1 1 1 - 20

## NSK sliders only

series size slider preload  
 NAH 15 AN Z



|       | NSK     | Bosch |
|-------|---------|-------|
| H     | 28      | 28    |
| W     | 34      | 34    |
| BxJ   | 26x26   | 26x26 |
| L     | 55      | 58.2  |
| E     | 4.6     | 4.1   |
| C-dy. | 14200   | 7800  |
| C-st  | 20700   | 13500 |
| F     | 60      | 60    |
| W1    | 15/15   | 15    |
| H1    | 15/12.5 | 16.2  |

All values according catalogues, competitors load ratings are not inevitably according ISO (DIN)

BACK

PRINT

Closed

# Lineární vedení – Řada PU/PE

- Typorozměry

- PE 5, 7, 9, 12, 15
- PU 5, 7, 9, 12, 15
- Materiály: nerezová ocel

- Vysokorychlostní vratný systém jako standard

- Nízká hlučnost, Klidný chod
- Vyšší rychlosti posuvů

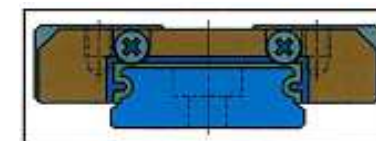
- Modifikovaná vnitřní konstrukce

- Možnost použití vedení menších rozměrů pro požadované parametry
- Nízká hmotnost

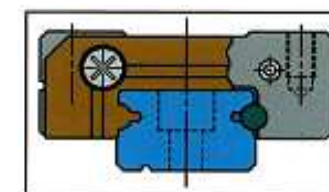
- Různé typy vozíků



**PE**



**PU**



| Ball slide Model     | Shape/installation method | Type          |                |
|----------------------|---------------------------|---------------|----------------|
|                      |                           | Standard type | High-load type |
| AR<br>TR<br>UR<br>BR |                           | AR, TR<br>    | UR, BL<br>     |

# Lineární vedení – Řady PU/PE značení

## 1. Reference number for preloaded assembly

|  |  |
|--|--|
| <b>PU 15 0470 AL K 2 -** P5 1</b>              |  |
| Series name                                    | Preload code (See page A292)<br>Accuracy code (See Table 12)<br>Design serial number<br>Added to the reference number.<br>Number of ball slides per rail |
| Size   |  |
| Rail length (mm)                               |  |
| Ball slide shape code (See page A290)          |  |
| Material/surface treatment code (See Table 11) |  |

## 2. Reference number for random-matching type

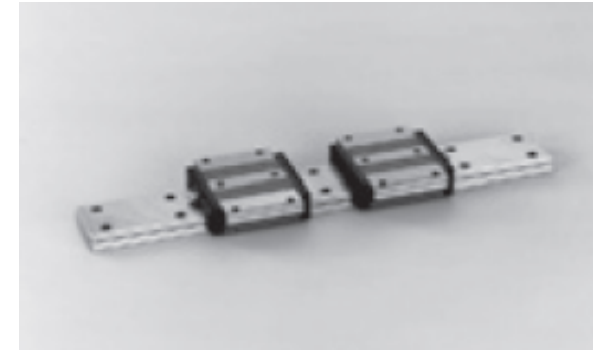
|  |   |
|--|---|
| <b>PAU 15 AL K -**PCT</b>  |   |
| Random-matching ball slide series code<br>PAU : PU Series random-matching ball slide | Preload code<br>T: Fine clearance (See page A292)<br>Accuracy code : PC<br>PC: Normal grade is only available<br>Design serial number<br>Added to the reference number. |
| Size   |   |
| Ball slide shape code (See page A290)  |   |
| Material/surface treatment code (See Table 11)                                       |   |
|  |   |

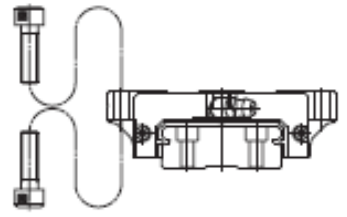
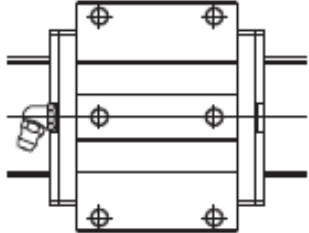
|  |  |
|--|--|
| <b>Rail</b><br><b>P1U15 0470 RKN -** PC T</b>                            |  |
| Random-matching rail series code<br>P1U : PU Series random-matching rail | Preload code<br>T: Fine clearance (See page A292)<br>Accuracy code : PC<br>PC: Normal grade is only available<br>Design serial number<br>Added to the reference number.<br>*Butting rail specification<br>N: Non-butting, L: Butting specification |
| Size   |  |
| Rail length (mm)   |  |
| Rail shape code<br>S: PU09, 12, R: PU15                                  |  |
| Material/surface treatment code (See Table 11)                           |  |
|  |  |

\*Please consult with NSK for butting rail specification.

# Lineární vedení – Řada LW

- Typorozměry
  - LW 17, 21, 27, 35, 50
  - Materiály: Ocel, nerezová ocel
- Vysokorychlostní vratný systém jako standard
  - Nízká hlučnost, Klidný chod
  - Vyšší rychlosti posuvů
- Modifikovaná vnitřní konstrukce
  - Možnost použití vedení menších rozměrů pro požadované parametry
  - Nízká hmotnost
- Pouze jeden typ vozíku
- Velice odolný proti momentovým silám



| Ball slide Model | Shape / installation method   | Type  |
|------------------|---|---|
| EL               |  | EL  |



# Lineární vedení – Řada LW - značení

## 1. Reference number for preloaded assembly

|  |  |  |  |  |                                |
|--|--|--|--|--|--------------------------------|
| <b>LW 35 1000 EL C 2 -** P6 1</b>              |  |  |  |  |                                |
| Series name                                    |  |  |  |  |                                |
| Size   |  |  |  |  | Preload code (See page A231)   |
| Rail length (mm)                               |  |  |  |  | Accuracy code (See Table 19)   |
| Ball slide shape code (See page A229)          |  |  |  |  | Design serial number           |
| Material/surface treatment code (See Table 18) |  |  |  |  | Added to the reference number. |
|  |  |  |  |  | Number of ball slides per rail |

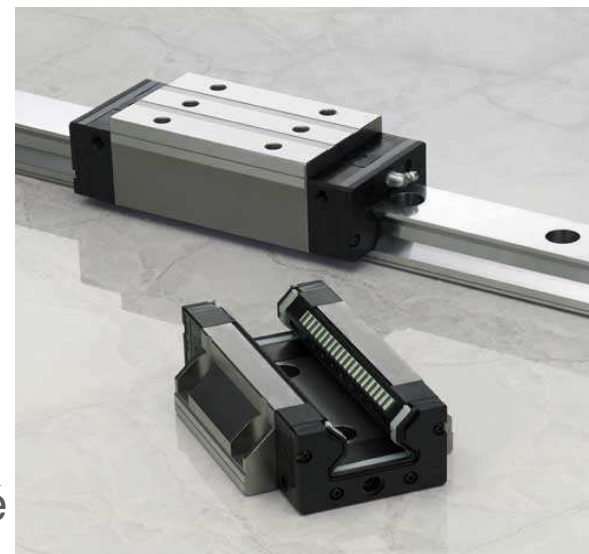
## 2. Reference number for random-matching type

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| <b>Ball slide</b><br><b>LAW 35 EL C -**PCZ</b> |  |  |  |  |  |
| Random-matching ball slide series code         |  |  |  |  | Preload code   |
| LAW : LW Series random-matching ball slide     |  |  |  |  | 1: Fine clearance, 2: Slight preload (See page A231) |
| Size   |  |  |  |  | Accuracy code : PC                                   |
| Ball slide shape code (See page A229)          |  |  |  |  | PC: Normal grade is only available                   |
| Material/surface treatment code (See Table 19) |  |  |  |  | Design serial number                                 |
|  |  |  |  |  | Added to the reference number.                       |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| <b>Rail</b><br><b>L1W35 1000 LCN -** PC Z</b>  |  |  |  |  |  |
| Random-matching rail series code               |  |  |  |  | Preload code   |
| L1W : LW Series random-matching rail           |  |  |  |  | 1: Fine clearance, 2: Slight preload (See page A231)     |
| Size   |  |  |  |  | Accuracy code : PC                                       |
| Rail length (mm)                               |  |  |  |  | PC: Normal grade is only available                       |
| Rail shape code: L                             |  |  |  |  | Design serial number                                     |
| L : Standard                                   |  |  |  |  | Added to the reference number.                           |
| Material/surface treatment code (See Table 15) |  |  |  |  | *Butting rail specification                              |
|  |  |  |  |  | N: Non-butting, L: Butting specification                 |
|  |  |  |  |  | *Please consult with NSK for butting rail specification. |

# Lineární vedení – Řada RA

- Typorozměry
  - RA 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65
  - Materiály: Ocel, nerezová ocel
- Vysokorychlostní vratný systém jako standard
  - Nízká hlučnost, Klidný chod
  - Vyšší rychlosti posuvů
- Modifikovaná vnitřní konstrukce
  - Možnost použití vedení menších rozměrů pro požadované
  - Nízká hmotnost
- Velice odolný proti momentovým silám
- Pro obráběcí stroje
- Vysoká přesnost a životnost

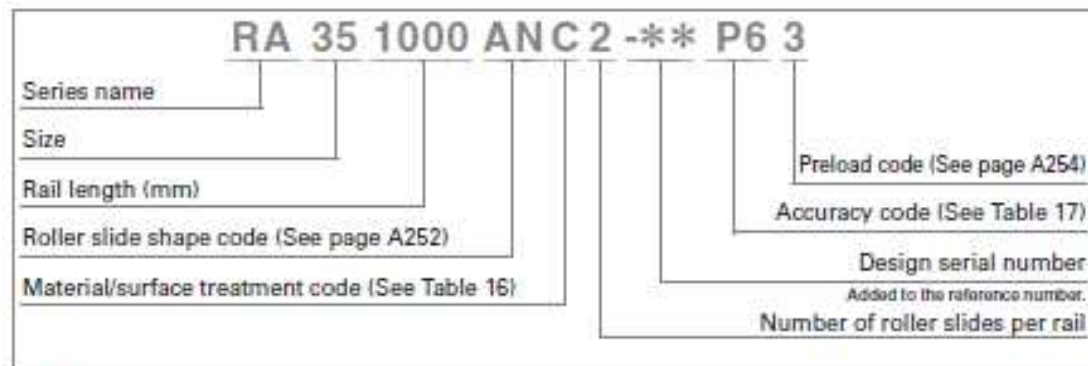


| Roller slide Model | Shape/installation method | Type           |                      |
|--------------------|---------------------------|----------------|----------------------|
|                    |                           | High-load type | Super-high-load type |
| AN<br>BN           |                           | AN<br>         | BN<br>               |
| AL<br>BL           |                           | AL<br>         | BL<br>               |
| EM<br>GM           |                           | EM<br>         | GM<br>               |

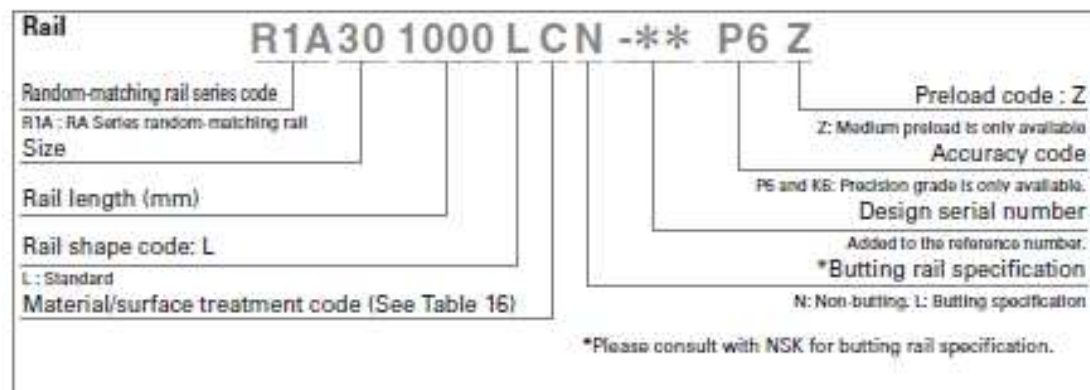
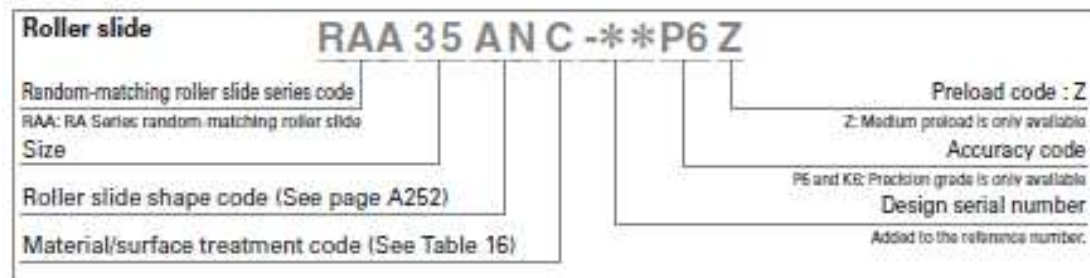


# Lineární vedení – Řada RA - značení

## 1. Reference number for preloaded assembly



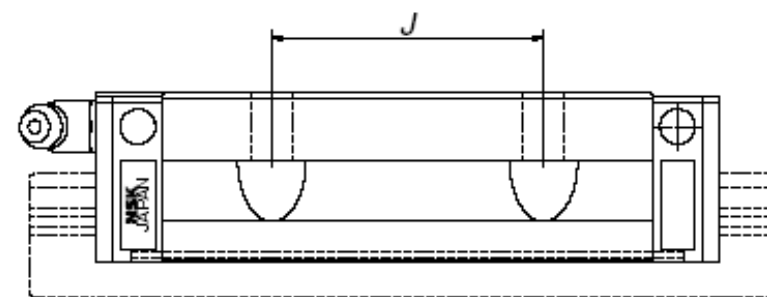
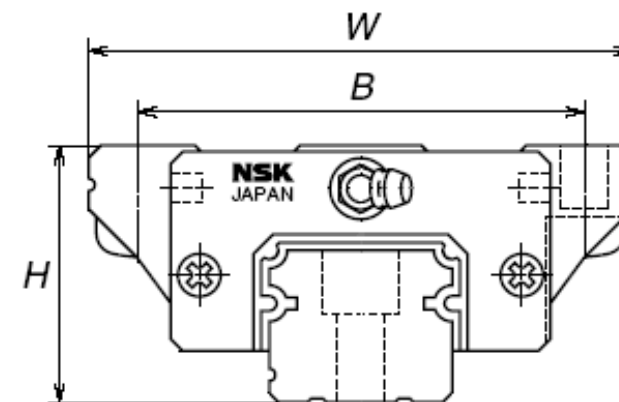
## 2. Reference number for random-matching type



## Lineární vedení – zaměnitelnost s jinými výrobci

• Pokud hledám jiného výrobce nebo alternativu k lineárnímu vedení, vždy musím zkontrolovat následující rozměry:

- $H$  = Výška lineárního vedení
- $W$  = Šířku vozíku
- $B$  = Montážní otvory vozíku  $B \times J$



V některých případech se některé rozměry liší,  
Například celková délka vozíku  $L$ . Ve většině případů  
Tento rozdíl však nehraje zásadní roli pro použití  
a montáž.