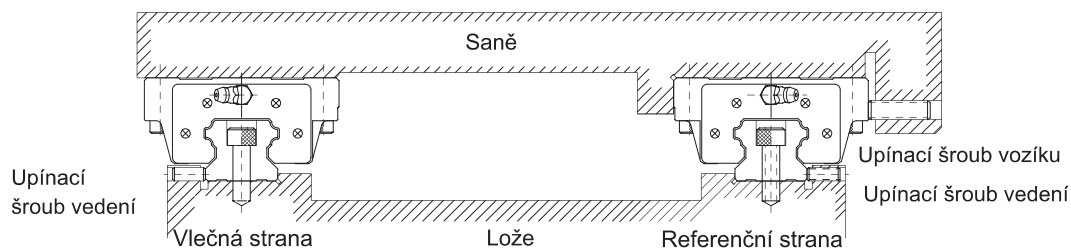


# Lineární vedení s oběhovými kuličkami

## Montáž

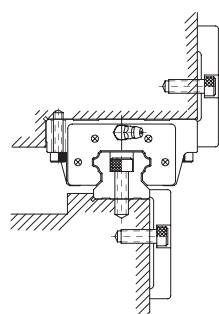
### Montáž

#### ■ Způsoby upevnění

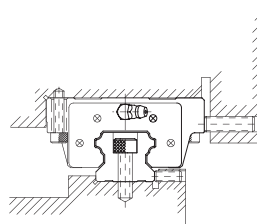


Jestliže je zařízení vystaveno vibracím a rázům či působení bočních sil, může dojít ke vzájemnému posunutí kolejnice a vozíku. Aby se předešlo tomuto problému a dosáhlo vysoké přednosti vedení doporučujeme níže uvedené druhy upevnění.

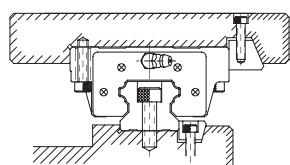
#### ■ Postup při montáži vedení



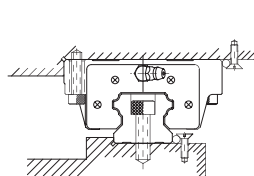
Upevnění pomocí  
upínací desky



Upevnění pomocí  
upínacích šroubů



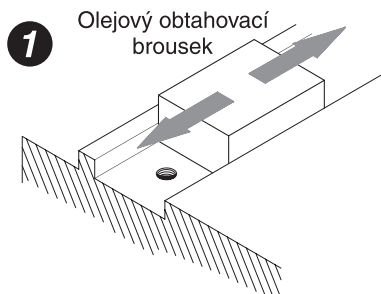
Upevnění pomocí  
svěrných lišt



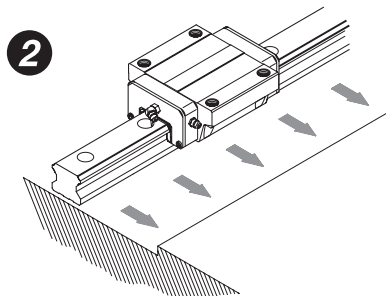
Upevnění pomocí  
jehlových válečků

### Montáž

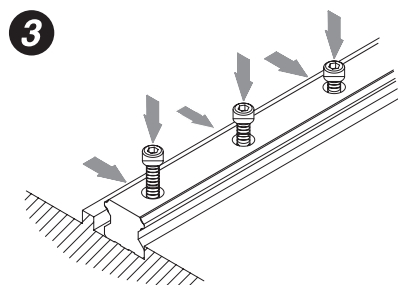
#### ■ Postup při montáži



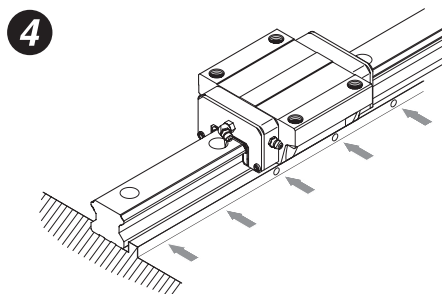
Před zahájením montáže nejprve odstraňte veškeré nečistoty z povrchu stroje.



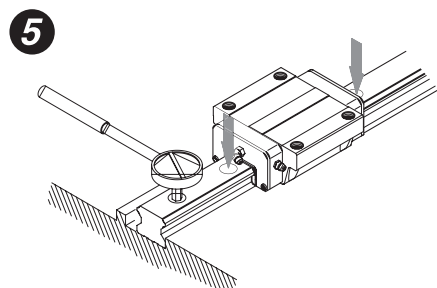
Profilovou kolejnici opatrně položte na lože a pevně přiložte k dorazové hraně.



Při úpravě polohy profilové kolejnice na loži zkontrolujte, zda závity použitých šroubů zabírají.



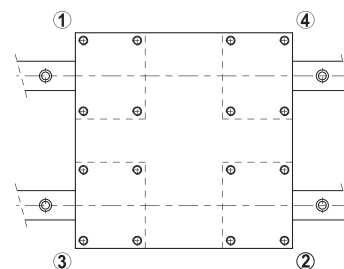
Utáhněte postupně jednotlivé upínací šrouby tak, aby byl zajištěn dobrý kontakt profilové kolejnice s dorazovou hranou.



Upínací šrouby kolejnice utáhněte pomocí momentového klíče ve třech stupních až do stanoveného krouticího momentu.



Stejným způsobem proveďte montáž druhé profilové kolejnice.



- Opatrně položte saně na vozík. Poté provizorně utáhněte upínací šrouby saní.
- Přitlačte vozík proti dorazové hraně saní a upravte polohu saní utáhnutím upínacích šroubů.
- Aby byly saně namontovány pevně a rovnoměrně, utáhněte upínací šrouby na referenční a vlečné straně na čtyřikrát.

# Lineární vedení s oběhovými kuličkami

## Mazání

### Obecně

Profilová kolejnicová vedení vyžadují mazání tukem nebo olejem. Je nutné dodržovat údaje výrobce maziva. Mísitelnost různých maziv je třeba prověřit. Mazací oleje na bázi minerálního oleje jsou mísitelné za podmínky stejné klasifikace (např. CL) a podobné viskozity (rozdíl maximálně jedné třídy). Tuky jsou mísitelné, jestliže základní olej (na jehož bázi jsou vyrobeny) a typ zahuštění jsou stejné. Musí mít podobnou viskozitu základního oleje. Pokud jde o třídu NGLI, mohou se lišit maximálně o jeden stupeň.

### Mazání

Profilová kolejnicová vedení vyžadují dostatečné zásobování mazivy. Je možné mazání tukem i olejem. Maziva snižují opotřebení, chrání před nečistotami, zabraňují korozi a svými vlastnostmi prodlužují životnost. První mazání tukem by mělo být provedeno hned po montáži kolejnicového vedení. Poté je doporučeno pravidelné mazání podle tabulek. Přes mazací adaptér lze vozík napojit přímo na centrální mazací systém. Potřebná množství maziva pro uvedení do provozu a domazávání jsou uvedena v tabulkách. Jsou-li profilová kolejnicová vedení namontována svisle, na stranu nebo profilovou kolejnicí směrem nahoru, zvýší se potřebné množství maziva o cca 50%.

Na nechráněných profilových kolejnicích se mohou usazovat nečistoty. Taková znečištění je nutné pravidelně odstraňovat.

### Mazání tukem

Pro mazání tukem doporučujeme mazací tuky podle DIN 51825:

- Pro normální zatížení – K2K
- Při vyšším zatížení ( $C/P < 15$ ) – KP2K s třídou konzistence NGLI 2 podle DIN 51818

Je nutné dodržovat pokyny výrobce maziva.

#### Aplikace s krátkým zdvihem

V případě aplikací s krátkým zdvihem je třeba množství maziva podle tabulky 1 a 3 zdvojnásobit.

- Zdvih  $< 2 \times$  délka vozíku: Vozík na obou stranách opatřit přípojkou na systém mazání a zajistit tak mazání.
- Zdvih  $< 0,5 \times$  délka vozíku: Vozík na obou stranách opatřit přípojkou na systém mazání a zajistit tak mazání. Přitom je potřeba několikrát projet vozíkem dráhu odpovídající  $2 \times$  délce vozíku.

#### Mazání při uvedení do provozu

Profilová kolejnicová vedení jsou dodávána v zakonzervovaném stavu. První mazání se provádí ve třech krocích:

- Promazání tukem v množství podle tabulky 1
- Několikrát projet vozíkem dráhu odpovídající  $3 \times$  délce vozíku
- Uvedený postup zopakovat ještě dvakrát

#### Domazávání

Intervaly domazávání silně závisí na zatížení a okolních podmínkách. Vlivy okolí jako vysoká zatížení, vibrace a nečistoty zkracují intervaly domazávání. Zaručují-li okolní podmínky čisté prostředí a nízká zatížení, je možné intervaly domazávání prodloužit. Pro normální provozní podmínky platí intervaly domazávání uvedené v tabulce 2.

Tabulka 1 - Množství maziva

Velikost	Množství tuku při uvedení do provozu [g]	Množství tuku při domazávání [g]
7/9	0,3 – 0,5	0,2
12	0,5 – 0,8	0,4
15	0,8 – 1,1	0,5
20	1,1 – 1,4	0,6
25	1,6 – 2,1	0,9
30	2,4 – 3,0	1,3
35	4,1 – 5,0	2,5
45	5,6 – 6,5	3,0
55	6,1 – 7,1	3,5
65	8,0 – 9,0	4,1

Tabulka 2 - Mazání tukem - Intervaly domazávání

Velikost	Interval domazávání [km] při zatížení $\leq 0,10 C_{dyn}$
7	100
9	120
12	150
15	1000
20	1000
25	1000
30	900
35	500
45	250
55	150
65	140

#### Doporučuje používat tyto mazací tuky:

- BEACON EP1, fa. ESSO
- Microlube GB0, (KP 0 N-20), Staburags NBU8EP, Isoflex Spezial, fa. KLÜBER
- Optimol Longtime PD0, PD1 nebo PD2 v závislosti na provozní teplotě, fa. OPTIMOL
- Paragon EP1, (KP 1 N-30), fa. DEA
- Multifak EP1, fa. TEXACO

### Mazání olejem

Množství potřebná pro první mazání a domazávání jsou uvedena v tabulce 3. Daná množství je třeba aplikovat v rámci jednoho impulsu.

#### Centrální mazání olejem

V případě centrálního systému mazání často není možné dané množství oleje aplikovat v rámci jednoho impulsu. V takovém případě lze množství uvedená v tabulce 3 aplikovat po několika dílčích dávkách. Mezi jednotlivými impulsy by měla být dodržena doba prodlevy 10-20 sekund.

#### Krátký zdvih

Pro aplikace s krátkým zdvihem platí stejné údaje jako v případě mazání tukem.

Tabulka 3 - Mazání olejem

Velikost	První mazání a domazávání [cm <sup>3</sup> ]
7	0,2
9	0,2
12	0,3
15	0,5
20	0,8
25	0,9
30	1,2
35	1,3
45	2,5
55	4,0
65	6,5

# Lineární vedení s oběhovými kuličkami

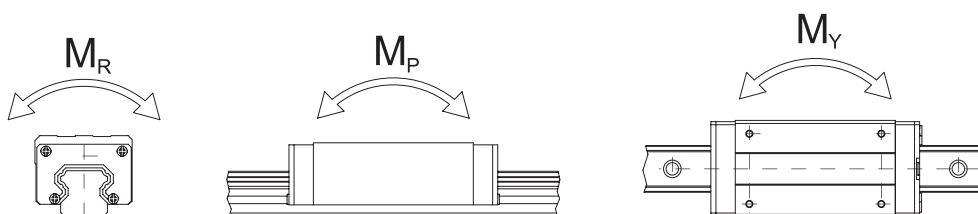
## Únosnost

### Statická únosnost $C_0$

Je-li profilové kolejnicové vedení při pohybu nebo v klidu vystaveno nadměrně vysokým zatížením nebo rázům, dochází k lokální trvalé deformaci mezi vodící dráhou a kuličkami. Jestliže tato trvalá deformace překročí určitou míru, negativně ovlivní lehkost chodu vedení. Statická únosnost odpovídá podle své základní definice statickému zatížení, které vyvolává trvalou deformaci v nejlépe zatíženém stykovém místě o velikosti 0,0001 x průměr kuličky. Hodnoty statické únosnosti jsou pro každé vedení s oběhovými kuličkami uváděny v tabulkách. Na základě těchto hodnot může konstruktér zvolit vhodné profilové kolejnicové vedení. Maximální statické zatížení, kterému je profilové kolejnicové vedení vystaveno, nesmí být vyšší než statická únosnost.

### Přípustný statický moment $M_0$

Přípustný statický moment je moment, který v definovaném směru a velikosti odpovídá maximálnímu možnému zatížení pohyblivých dílů na základě statické únosnosti. Přípustný statický moment je pro lineární pohybové systémy definován pro tři směry:  $M_P$ ,  $M_Y$  a  $M_R$ .



### Koeficient bezpečnosti při statickém zatížení

U profilových kolejnicových systémů v klidu a při pomalém pohybu je nutné brát v úvahu koeficient bezpečnosti při statickém zatížení, který závisí na okolních a provozních podmínkách. Zvýšená bezpečnost je důležitá především u vedení, která jsou vystavena rázovému zatížení (viz tabulka). Výpočet koeficientu bezpečnosti při statickém zatížení se provádí podle uvedeného vzorce.

$$f_{SL} = \frac{C_0}{P} \quad \text{nebo} \quad f_{SM} = \frac{M_0}{M}$$

$f_{SL}$  : Koeficient bezpečnosti při stat. zatížení pro jednoduché zatížení

$f_{SM}$  : Statický moment únosnosti

$C_0$  : Statická únosnost [N]

$M_0$  : Přípustný statický moment [N/mm]

$P$  : Statická ekvivalentní únosnost [N]

$M$  : Statický ekvivalentní moment [N/mm]

Zatížení	$f_{SL} - f_{SM}$ [min.]
normální zatížení	1,25 – 3,0
s rázy / vibracemi	3,0 – 5,0

### Dynamická únosnost $C$

Dynamická únosnost je zatížení definované ve směru a velikosti, při kterém profilové kolejnicové vedení dosáhne jmenovité životnosti definované jako 50 km dráhy pojezdu. Hodnoty dynamické únosnosti jsou pro každé vedení uváděny v tabulkách. Tyto hodnoty lze použít pro výpočet životnosti určitého vedení.

## Definice životnosti

V důsledku stálého a opakovaného zatížení vodících drah a kuliček profilového kolejnicového vedení dochází k projevům únavy na povrchu vodící dráhy. Nakonec dochází k takzvané důlkové korozi (pitting). Životnost profilového kolejnicového vedení je definována jako celková pojezdová dráha, kterou vozík urazí až do doby, kdy na povrchu vodící dráhy nebo kuliček začne docházet k důlkové korozi.

## Jmenovitá životnost L

Životnosti jednotlivých profilových kolejnicových vedení mohou být různé i v případě, kdy jsou tato vedení vyrobena stejným způsobem a používána za stejných podmínek pohybu. Z toho důvodu se jmenovitá životnost použije jako směrná hodnota pro odhad životnosti určitého profilového kolejnicového vedení. Jmenovitá životnost odpovídá celkové pojezdové dráze, kterou urazí vozík 90% identických profilových kolejnicových vedení používaných za stejných podmínek bez jediné poruchy. Při zatížení na úrovni dynamické meze únosnosti dosahuje jmenovitá životnost hodnoty 50 km.

### Výpočet jmenovité životnosti

Skutečné zatížení ovlivňuje jmenovitou životnost profilového kolejnicového vedení. Pomocí zvolené dynamické únosnosti a dynamicky ekvivalentního zatížení lze vypočítat jmenovitou životnost podle následujícího vzorce.

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^3 \times 50.000$$

$L$  : Jmenovitá životnost [m]

$C$  : Dynamická únosnost [N]

$P$  : Dynamické ekvivalentní zatížení [N]

Druh zatížení, tvrdost vodící dráhy a teplota vedení mají značný vliv na jmenovitou životnost. Vztah mezi těmito faktory je vyjádřen pomocí následujícího vzorce.

$$L = \left( \frac{f_h \times f_t \times C}{f_w \times P_c} \right)^3 \times 50.000$$

$L$  : Jmenovitá životnost [m]

$f_h$  : Koeficient tvrdosti

$C$  : Dynamická únosnost [N]

$f_t$  : Koeficient teploty

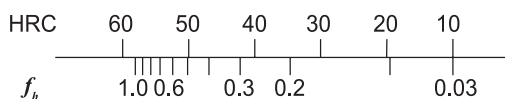
$P_c$  : Vypočítané zatížení [N]

$f_w$  : Koeficient zatížení

### Faktory jmenovité životnosti

#### ■ Koeficient tvrdosti ( $f_h$ )

Vodící dráhy profilových kolejnicových vedení mají tvrdost o hodnotě 58 HRC. Pro takovou hodnotu platí koeficient tvrdosti ve výši 1,0. Má-li tvrdost jinou hodnotu, mění se odpovídajícím způsobem i hodnota koeficientu tvrdosti podle stupnice na uvedeném obrázku. Jestliže tvrdost nedosáhne udávané hodnoty, snižuje se hodnota přípustného zatížení. V takovém případě je třeba dynamickou a statickou únosnost vynásobit koeficientem tvrdosti.

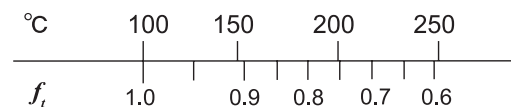


# Lineární vedení s oběhovými kuličkami

## Životnost

### ■ Koeficient teploty ( $f_t$ )

Překročí-li teplota profilového kolejnicového vedení 100°C, sníží se hodnota přípustného zatížení a životnost. Z toho důvodu je třeba dynamickou a statickou únosnost vynásobit koeficientem teploty.



### ■ Koeficient zatížení ( $f_w$ )

Mezi zatížení působící na profilová kolejnicová vedení patří váha vozíku, setrvačnost na začátku a na konci pohybu a momenty zatížení, které vznikají v důsledku nadměrného zatížení. Odhadnout výši těchto faktorů zatížení je zvláště obtížné, jestliže působí navíc i vibrace a rázová zatížení. Z toho důvodu je třeba zatížení vynásobit empirickým koeficientem zatížení.

Druh zatížení	Pojezdová rychlost	$f_w$
Bez rázů a vibrací	$V < 15$ m/min	1-1,2
Malé rázy	$15$ m/min $< V < 60$ m/min	1,2-1,5
Normální zatížení	$60$ m/min $< V < 120$ m/min	1,5-2,0
S rázy a vibracemi	$V > 120$ m/min	2,0-3,5

## Výpočet životnosti $L_h$

Pomocí pojzdové rychlosti a frekvence pohybu se ze jmenovité životnosti vypočítá životnost.

$$L_h = \frac{L}{S \times 60} = \frac{\left(\frac{C}{P}\right)^3 \times 50.000}{S \times 60}$$

$L_h$  : Životnost [h]

$L$  : Jmenovitá životnost [m]

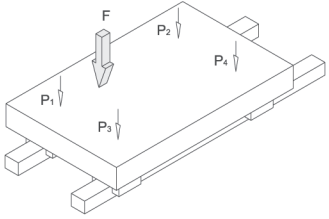
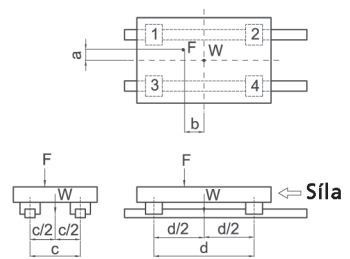
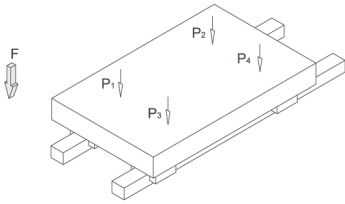
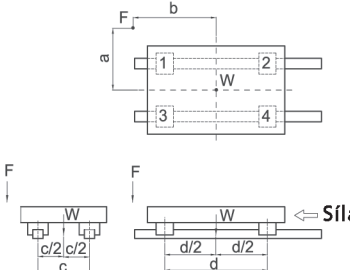
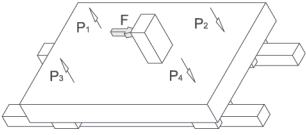
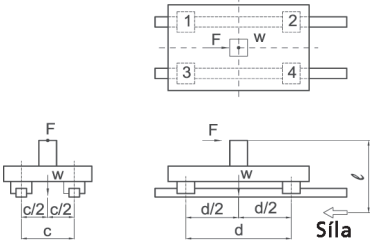
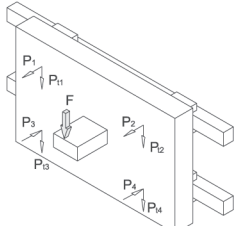
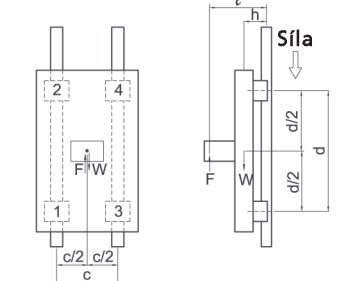
$S$  : Rychlost [m/min]

$C/P$ : Poměr únosnost-zatížení

### Výpočty

Při výpočtu zatížení působící na profilové kolejnicové vedení je nutné brát v úvahu různé faktory, jako je těžiště zatížení, počátek pohybové síly a moment setrvačnosti na začátku a na konci pohybu. Pro získání správné hodnoty je nutné zohlednit všechny parametry.

Příklady výpočtu zatížení působící na jeden vozík:

Příklady	Rozložení zatížení	Zatížení působící na jeden vozík
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \times a}{2c} + \frac{F \times b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \times a}{2c} - \frac{F \times b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \times a}{2c} + \frac{F \times b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \times a}{2c} - \frac{F \times b}{2d}$
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \times a}{2c} + \frac{F \times b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \times a}{2c} - \frac{F \times b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \times a}{2c} + \frac{F \times b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \times a}{2c} - \frac{F \times b}{2d}$
		$P_1 = P_3 = -\frac{W}{4} + \frac{F \times \ell}{2d}$ $P_2 = P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F \times \ell}{2d}$
		$P_1 \sim P_4 = -\frac{W \times h}{2d} + \frac{F \times \ell}{2d}$ $P_{r1} = P_{r3} = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \times k}{2d}$ $P_{r2} = P_{r4} = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \times k}{2d}$

F - pohybová síla [N]

W - hmotnost břemene [N]

g - gravitační zrychlení [9,8m/sec<sup>2</sup>]